



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)

Documento 2: Anejos a la Memoria

Autor

José Antonio Lacambra Asin

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

Año 2019

Índice de anejos

Anejo 1: Antecedentes y objeto del proyecto

Anejo 2: Estudio climático

Anejo 3: Estudio edafológico

Anejo 4: Calidad de agua

Anejo 5: Normativa producción integrada

Anejo 6: Material vegetal

Anejo 7: Diseño de plantación

Anejo 8: Fertilización y enmiendas

Anejo 9: Plagas y enfermedades

Anejo 10: Mantenimiento del suelo

Anejo 11: Poda

Anejo 12: Recolección

Anejo 13: Diseño agronómico

Anejo 14: Diseño hidráulico

Anejo 15: Componentes de la instalación

Anejo 16: Estudio viabilidad económica

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

ÍNDICE

1	Localización	1
2	Antecedentes	2
3	Objetivos	3

1 LOCALIZACIÓN

Las parcelas que componen esta plantación del proyecto están situadas en el municipio de Graus, paraje de Aguinaliú, provincia de Huesca.

Coordenadas de la finca:

- Latitud: 42° 7' 20" N
- Longitud: 0° 20' 48,26" E
- Altitud máxima: 497 m.s.n.m.
- Altitud mínima: 458 m.s.n.m.

Dicha localidad se encuentra a unos 12 Km de Graus, el centro de la provincia, a 30 Km de Barbastro, ciudad más cercana, y a unos 80 Km de Huesca, capital de la provincia.

En la Figura 1 se muestra la situación dentro de la comarca de la Ribagorza.



Figura 1. Situación Aguinaliú. El punto indica situación de las fincas

Además, la siguiente tabla muestra las referencias catastrales:

Anejo 1. Antecedentes y objeto del proyecto

Provincia	Municipio	Agregado	Zona	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	116	0,4524
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	117	0,3548
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	118	0,1882
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	119	0,409
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	120	0,2842
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	121	0,6724
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	229	0,214
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	1	235	0,7498
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	6	1,0055
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	30	0,8718
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	31	0,7083
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	32	1,0243
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	33	0,5869
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	34	0,532
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	35	3,5178
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	36	1,3629
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	37	2,0685
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	39	1,7177
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	44	1,7478
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	45	0,3816
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	46	0,2854
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	47	2,1682
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	48	0,3076
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	49	2,0513
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	50	1,7606
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	51	0,3353
22 - Huesca	163 - Graus	8	0	2	52	0,8223
					Total	26,5806

Tabla 1. Referencias catastrales de las parcelas que ponen la plantación (Fuente: SigPac).

2 ANTECEDENTES

El conjunto de parcelas en las que se quiere llevar a cabo la plantación son de la propiedad de 4 vecinos del pueblo de Aguinaliu que se han unido en sociedad para llevar a cabo la plantación ya que estas parcelas por separado tienen una superficie muy pequeña cuya producción no sería significativa.

En la Figura 2 se pueden observar el conjunto de parcelas, todas juntas al lado del embalse de Joaquín Costa o también llamado embalse de Barasona, esquina superior izquierda de la imagen superior. En la parte inferior se sitúa el pueblo de Aguinaliu a unos 3 Km.

En la actualidad estas fincas se destinan a la producción de cereales en seco.



Figura 2. Mapa más detallado del grupo de parcelas que componen la plantación

3 OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto es conseguir un mayor rendimiento económico a través de la producción y venta de nuez, así como tener un sustento distinto al cerealista, que es al que se dedica actualmente esta explotación.

Para la ejecución de este proyecto se estudiará el cultivo del nogal, abordando los parámetros de los que depende su producción y crecimiento. Para ello, será necesario realizar estudios del clima de la zona, de los tipos y características del suelo, de la calidad de agua, de las necesidades y manejo de la plantación, así como la elección de la variedad. Además, también se realizará el estudio de viabilidad económica y rentabilidad de la explotación.

En lo que a la instalación de riego por goteo se refiere, se dimensionarán dichas instalaciones en función de las necesidades del cultivo y se realizarán los planos de plantación e instalación.

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

ÍNDICE

1	Introducción	1
2	Factores climáticos.....	1
2.1	Temperaturas.....	1
2.1.1	Régimen de heladas	7
2.1.2	Horas de frío.....	7
2.1.3	Unidades de calor	9
2.2	Precipitaciones	10
2.3	Viento.....	11
2.4	Humedad relativa.....	12
3	Índices climáticos	13
3.1	Índice de aridez de lang	13
3.2	Índice de Martonne.....	14
3.3	Índice de Dantín Cereceda y Revenga.....	14
4	Clasificaciones climáticas	15
4.1	Clasificación climática de Köppen	15
4.2	Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963)	16
4.2.1	Características térmicas	16
4.2.2	Aridez	17
5	Cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0)	18

1 INTRODUCCIÓN

La instalación de riego en un cultivo siempre viene determinada por las características climatológicas de la zona y las características propias del cultivo. Por ello llevaremos a cabo un estudio climático sobre la parcela donde se llevará a cabo la plantación.

La estación meteorológica más cercana a la parcela está ubicada en la presa del embalse de Barasona, que pertenece a la Confederación Hidrográfica del Ebro. Por ello, los datos climatológicos se han obtenido de dicha estación, con un clima y altitud muy similares.

La localización de la estación meteorológica es la siguiente:

- Datum: ETRS89
- Huso UTM: 31
- Latitud: 42° 07' 27.36" N
- Longitud: 00° 18' 45.84" W
- Huso UTM: 31
- Altitud: 450 m.s.n.m.

La serie climática obtenida incluye datos desde el año 2008 hasta el año 2016.

2 FACTORES CLIMÁTICOS

2.1 TEMPERATURAS

La temperatura es uno de los factores más importantes, sobre todo las temperaturas de invierno ya que pueden producirse daños en yemas y ramas si la temperatura cae por debajo de -7°C. Si en la zona se llega con facilidad a -9°C no es recomendable la plantación de nogales (Muncharaz Pou, 2012). Otras fuentes dan otros valores de temperatura más bajos.

En las siguientes tablas se recogen los valores de temperatura de la serie climática estudiada.

Tabla 1. Temperaturas en el periodo 2008-2016

2008					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	-	-	-	-	-
Febrero	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-
Abril	18,4	6,0	11,9	26,6	0,0
Mayo	21,1	10,4	15,3	28,5	6,7
Junio	26,6	13,1	19,5	33,9	9,0
Julio	30,8	16,3	23,3	35,3	11,5
Agosto	31,0	16,6	23,4	37,0	11,6
Septiembre	25,2	12,5	18,2	30,7	6,8
Octubre	20,1	8,6	13,5	26,1	2,0
Noviembre	12,7	2,4	6,5	18,5	-4,1
Diciembre	7,4	-0,1	2,9	14,6	-4,7

2009					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	9,3	0,6	3,9	17,4	-2,6
Febrero	13,8	0,2	5,6	17,6	-2,0
Marzo	18,9	3,5	10,5	24,7	0,5
Abril	25,6	5,6	15,6	27,4	6,9
Mayo	26,9	12,4	19,5	32,1	6,1
Junio	30,8	15,9	23,1	37,0	10,9
Julio	34,1	18,2	26,0	39,1	12,1
Agosto	33,5	18,5	25,7	38,7	14,2
Septiembre	27,5	14,2	20,1	34,6	9,6
Octubre	23,2	9,4	15,0	31,1	1,4
Noviembre	16,3	4,6	9,2	22,5	-1,6
Diciembre	9,9	1,4	4,8	16,7	-8,6

2010					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	10,1	1,7	5,0	15,6	-5,8
Febrero	10,4	0,7	4,9	15,4	-6,5
Marzo	16,8	3,8	9,5	22,5	-4,1
Abril	22,9	11,9	14,9	24,1	10,4
Mayo	23,0	9,9	16,1	30,8	4,4
Junio	27,7	14,2	20,5	34,0	8,0
Julio	33,9	18,5	26,0	39,4	13,3
Agosto	32,2	16,7	24,1	38,8	10,3
Septiembre	26,1	12,8	18,7	32,1	6,2
Octubre	20,1	8,1	13,0	27,7	0,5
Noviembre	13,6	2,6	6,9	21,1	-4,5
Diciembre	9,8	0,0	3,7	17,8	-6,9

2011					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	9,4	-1,3	2,7	15,4	-7,2
Febrero	14,6	1,5	6,9	20,2	-2,2
Marzo	17,4	5,7	10,8	23,4	1,4
Abril	19,3	10,9	13,0	21,1	10,9
Mayo	27,1	12,4	19,4	33,9	8,6
Junio	29,1	15,2	21,8	38,0	9,8
Julio	31,5	16,8	23,9	35,7	11,5
Agosto	34,2	18,1	25,9	40,3	11,5
Septiembre	30,3	14,6	21,8	35,8	7,5
Octubre	23,6	9,0	15,4	30,4	1,9
Noviembre	16,4	7,5	10,8	22,1	1,4
Diciembre	12,3	0,8	5,0	18,5	-3,3

Anejo 2. Estudio Climático

2012					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	11,6	-1,8	3,3	17,9	-6,3
Febrero	13,0	-4,4	3,0	23,5	-9,7
Marzo	19,7	2,3	10,3	26,1	-3,2
Abril	18,6	6,6	12,2	27,8	0,1
Mayo	26,8	12,2	19,2	33,7	6,3
Junio	32,1	16,6	24,2	39,2	11,2
Julio	33,0	17,5	25,2	38,2	13,1
Agosto	35,8	18,9	27,1	41,9	11,5
Septiembre	28,3	13,4	20,5	33,6	7,7
Octubre	22,4	9,9	15,2	30,4	0,1
Noviembre	15,5	6,1	9,7	22,2	-2,4
Diciembre	12,3	1,0	5,2	17,3	-4,0

2013					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	12,3	0,1	4,6	18,8	-2,3
Febrero	13,0	0,4	5,7	17,8	-4,2
Marzo	16,6	5,1	10,1	22,9	-1,2
Abril	19,9	7,4	13,3	30,1	1,5
Mayo	21,1	8,7	14,7	26,1	4,4
Junio	28,2	13,4	20,6	34,0	8,9
Julio	34,0	18,5	26,0	38,7	15,1
Agosto	32,3	17,5	24,3	37,9	13,6
Septiembre	29,0	14,0	20,6	33,9	11,2
Octubre	24,5	11,7	16,8	31,2	3,7
Noviembre	16,5	4,3	9,1	26,4	-3,1
Diciembre	10,7	-0,2	3,8	15,0	-3,2

Anejo 2. Estudio Climático

2014					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	13,0	2,6	6,6	22,3	-0,6
Febrero	13,6	2,4	7,0	18,3	-1,5
Marzo	18,6	4,3	10,7	25,6	-0,1
Abril	23,6	9,5	16,1	27,7	6,2
Mayo	24,7	10,7	17,4	31,6	5,6
Junio	31,2	15,5	23,1	36,0	10,1
Julio	32,1	16,9	24,3	39,8	12,0
Agosto	32,1	17,9	24,4	36,9	12,8
Septiembre	28,8	16,6	21,6	34,3	10,4
Octubre	25,5	12,8	17,7	31,7	7,3
Noviembre	16,7	7,6	11,1	21,6	3,0
Diciembre	11,3	1,6	5,3	18,3	-3,8

2015					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	11,5	-0,3	4,0	16,1	-3,1
Febrero	13,3	0,0	5,6	21,5	-5,9
Marzo	19,4	5,0	11,2	27,2	-0,7
Abril	23,0	8,4	15,2	28,4	3,0
Mayo	28,5	12,2	20,3	36,4	7,4
Junio	32,3	16,3	23,9	40,1	13,5
Julio	36,4	20,3	28,3	42,4	15,1
Agosto	32,5	18,3	24,9	38,6	13,0
Septiembre	26,2	13,7	19,0	30,7	8,8
Octubre	22,6	10,7	15,4	27,2	4,0
Noviembre	16,7	6,2	10,4	24,9	-2,7
Diciembre	14,3	2,4	6,6	18,8	-0,7

2016					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	13,4	3,7	7,6	20,1	-3,6
Febrero	15,5	3,0	8,1	23,4	-2,0
Marzo	17,2	4,2	9,9	26,5	-0,5
Abril	21,0	8,3	13,9	26,7	4,4
Mayo	24,6	10,5	17,2	31,3	2,4
Junio	31,1	15,2	23,3	37,3	9,0
Julio	35,2	18,5	26,8	40,5	11,9
Agosto	34,8	17,6	26,0	40,2	13,9
Septiembre	30,5	14,9	22,0	39,1	8,8
Octubre	22,8	10,8	15,6	29,2	5,6
Noviembre	15,6	5,3	9,3	22,5	1,4
Diciembre	11,0	1,2	4,6	18,7	-3,1

PROMEDIOS MAXIMOS Y MINIMOS					
Mes	Temperatura media			Tª max	Tª min
	Máxima	Mínima	Media		
Enero	11,33	0,66	4,71	22,30	-7,20
Febrero	13,40	0,48	5,85	23,50	-9,70
Marzo	18,08	4,24	10,38	27,20	-4,10
Abril	21,37	8,29	14,01	30,10	0,00
Mayo	24,87	11,04	17,68	36,40	2,40
Junio	29,90	15,04	22,22	40,10	8,00
Julio	33,44	17,94	25,53	42,40	11,50
Agosto	33,16	17,79	25,09	41,90	10,30
Septiembre	27,99	14,08	20,28	39,10	6,20
Octubre	22,76	10,11	15,29	31,70	0,10
Noviembre	15,56	5,18	9,22	26,40	-4,50
Diciembre	11,00	0,90	4,66	18,80	-8,60

Tabla 2. Temperaturas promedio

A modo de resumen, se aportan a continuación ciertas temperaturas que pueden ser de interés:

- Temperatura media del mes más cálido (julio): 25,53°C.
- Temperatura media del mes más frío (diciembre): 4,66°C.
- Julio y agosto son los meses más cálidos con una temperatura media máxima de 33°C.

- Diciembre y enero son los meses más fríos con una temperatura media mínima de 0,9 y 0,6°C respectivamente.
- Temperatura media anual de las máximas diarias: 21,9°C.
- Temperatura media anual de las mínimas diarias: 8, 8°C.
- Temperatura media anual: 14,58°C.
- Temperatura máxima absoluta (julio 2015): 42,4°C.
- Temperatura mínima absoluta (febrero 2012): -9,7°C.

2.1.1 Régimen de heladas

A pesar de la resistencia del nogal a ciertas temperaturas bajo cero, es importante conocer el régimen de heladas, sobre todo en variedades de floración temprana, en las que las heladas pueden causar daños en las yemas, flores, brotes y frutos.

Años	Primera Helada	Ultima Helada
2008-2009	15/11/2008	07/03/2009
2009-2010	10/11/2009	16/03/2010
2010-2011	24/11/2010	07/03/2011
2011-2012	18/12/2011	20/03/2012
2012-2013	30/11/2012	15/03/2013
2013-2014	23/11/2013	01/03/2014
2014-2015	10/12/2014	15/03/2015
2015-2016	23/11/2015	09/03/2016
2016-2017	19/12/2016	-

Tabla 3. Fechas de la primera y última helada

Una vez conocidos estos datos, es imprescindible tener en cuenta la época de floración, puesto que no conviene que haya heladas en dicha época, puesto que conducirían a pérdidas de rendimiento. Esto se tendrá en cuenta en un anejo posterior.

2.1.2 Horas de frío

Los arboles necesitan pasar por un período de reposo invernal, sometiéndose durante esta época a temperaturas frías, al objeto de que en el año entrante puedan desarrollarse con normalidad. La falta de frío invernal puede provocar:

- Retrasos en el desborre y apertura de yemas
- Brotación irregular y dispersa
- Desprendimiento de yemas
- Producciones escasas

El nogal es un árbol con ciertas exigencias de frío invernal. El frío invernal se mide en horas de frío, siendo estas las horas pasadas por el árbol con temperaturas inferiores a 7,2 °C, contadas desde la caída de hojas.

El nogal requiere por término medio 800 horas frío. Por ello esta especie no puede producir adecuadamente en zonas con inviernos cálidos, salvo que se busquen variedades adecuadas. Las variedades francesas pueden llegar a necesitar 1.500 horas frío, mientras que algunas variedades californianas solo necesitan unas 300 horas frío.

Hay distintos métodos para calcular la acumulación de horas-frío. Los más habituales son el de Weinberger (1956), el de Mota (1957) y el de Tabuena (1964), que es una modificación del método de Mota que se adapta mejor a las condiciones climáticas del Valle del Ebro.

- **Método de Weinberger**

El método de Weinberger (1956) relaciona el número de horas-frío (horas con temperaturas por debajo de 7 °C) con la temperatura media de los meses de diciembre y enero. El número de horas por debajo de 7°C se determina midiendo en la siguiente tabla:

Tm	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	8,3	7,6	6,9	6,3	5,7
H	450	550	650	750	850	950	1.050	1.150	1.350	1.450

Tabla 4. Horas de frío según método de Weinberger

Donde *Tm* es la media de las temperaturas medias de los meses de diciembre y enero.

- *Tm* Diciembre: 4,66°C
- *Tm* Enero: 4,71°C

Por lo tanto, la temperatura media de ambos meses es de 4,68°C, y podemos afirmar que las horas-frío según Weinberger son aproximadamente **1.540**.

- **Método de Mota**

El método de Mota (1957) estudia la correlación entre las horas-frío y la temperatura media de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Para el Valle del Ebro se utiliza la fórmula adaptada por Tabuena (1964), que es la siguiente:

$$y = 700,4 - 48,6x$$

siendo:

- *y*: número mensual de horas bajo 7°C
- *x*: temperatura media mensual en °C

Mes	Tª Media	Horas Frío
Noviembre	9,22	252,20
Diciembre	4,66	474,14
Enero	4,71	471,37
Febrero	5,85	416,09
Total		1.613,80

Tabla 5. Horas Frío según método de Mota

- **Método de Tabuena:**

Este método es una adaptación de la correlación de Mota al Valle del Ebro. Este método calcula las horas frío comprendidas entre el 1 de noviembre y el 1 de abril, mediante la siguiente correlación.

$$y = 700,1 - 48,6x$$

siendo:

- y: número mensual de horas frío
- x: temperatura media mensual en °C

Mes	Tª Media	Horas Frío
Noviembre	9,22	251,90
Diciembre	4,66	473,84
Enero	4,71	471,07
Febrero	5,85	415,79
Marzo	10,38	195,88
Total		1.612,60

Tabla 6. Horas Frío según método de Tabuenca

Como podemos observar, en todos los métodos del cálculo de horas frío estamos por encima de las 800 horas frío que requiere el nogal de media, y por encima de las 1.500 horas frío que requieren las variedades francesas. Por lo que podremos tener en cuenta estas variedades francesas a la hora de escoger variedades. De todas formas, en el anejo correspondiente se tendrán en cuenta estos valores a la hora de escoger las variedades más adecuadas.

2.1.3 Unidades de calor

La mayoría de las plantas tienen valores fijos ya determinados de Unidades Calor para cada etapa de desarrollo de la planta hasta la madurez, lo cual permite estimar la duración de cada estado fenológico de un cultivo tomando como base en la acumulación de Unidades Calor y estimar su fecha aproximada de madurez fisiológica, lo cual permitirá programar las actividades de cosecha apropiadamente.

Para llevar a cabo el cálculo de las unidades de calor en la zona, es necesario emplear la siguiente fórmula:

$$UC = \frac{\text{media } T^{\text{a}} \text{ max} + \text{media } T^{\text{a}} \text{ min}}{2} * (\text{Periodo abril} - \text{septiembre})$$

Así pues:

Mes	Tª max	Tª Min
Abril	30,10	0,00
Mayo	36,40	2,40
Junio	40,10	8,00
Julio	42,40	11,50
Agosto	41,90	10,30
Septiembre	39,10	6,20
Media	38,33	6,40

Tabla 7. Unidades de calor

$$UC = \frac{38,33 + 6,4}{2} * (183) = 4.092,8$$

2.2 PRECIPITACIONES

Las precipitaciones medias de cada mes y de la serie climática estudiada se recogen en la Tabla 8. Precipitaciones. Por otra parte, el Figura 1 nos permite apreciar fácilmente la estacionalidad de las lluvias, con dos épocas más lluviosas (primavera y el otoño) y dos más secas (verano e invierno). El estudio de las precipitaciones nos permitirá ajustar los aportes de agua realizados con el riego.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2008	-	-	-	86,0	122,9	75,3	28,6	10,2	53,2	79,4	45,7	43,6	544,9
2009	18,0	6,6	32,3	103,6	21,2	30,5	7,9	34,9	38,3	45,9	17,3	78,9	435,4
2010	43,6	44,9	26,2	40,5	66,4	54,0	18,0	2,4	52,9	69,9	26,0	39,5	484,3
2011	23,6	10,9	64,2	23,7	53,1	75,2	21,1	13,0	52,5	48,9	53,5	2,4	442,1
2012	0,3	2,0	23,9	79,4	18,8	44,1	10,8	39,0	28,1	101,0	46,6	24,5	418,5
2013	39,0	7,4	103,7	73,4	66,9	69,6	44,0	65,9	42,9	32,3	22,0	27,2	594,3
2014	35,0	36,4	27,6	84,9	37,7	31,4	39,1	55,9	90,9	16,9	154,7	8,4	618,9
2015	9,3	7,8	44,6	13,9	7,4	80,0	96,9	38,6	65,9	31,1	38,8	1,3	435,6
2016	21,1	65,8	42,2	76,5	33,5	4,0	16,7	1,4	45,9	61,3	114,0	0,3	482,7
Media	23,7	22,7	45,6	64,7	47,5	51,6	31,5	29,0	52,3	54,1	57,6	25,1	495,2

Tabla 8. Precipitaciones

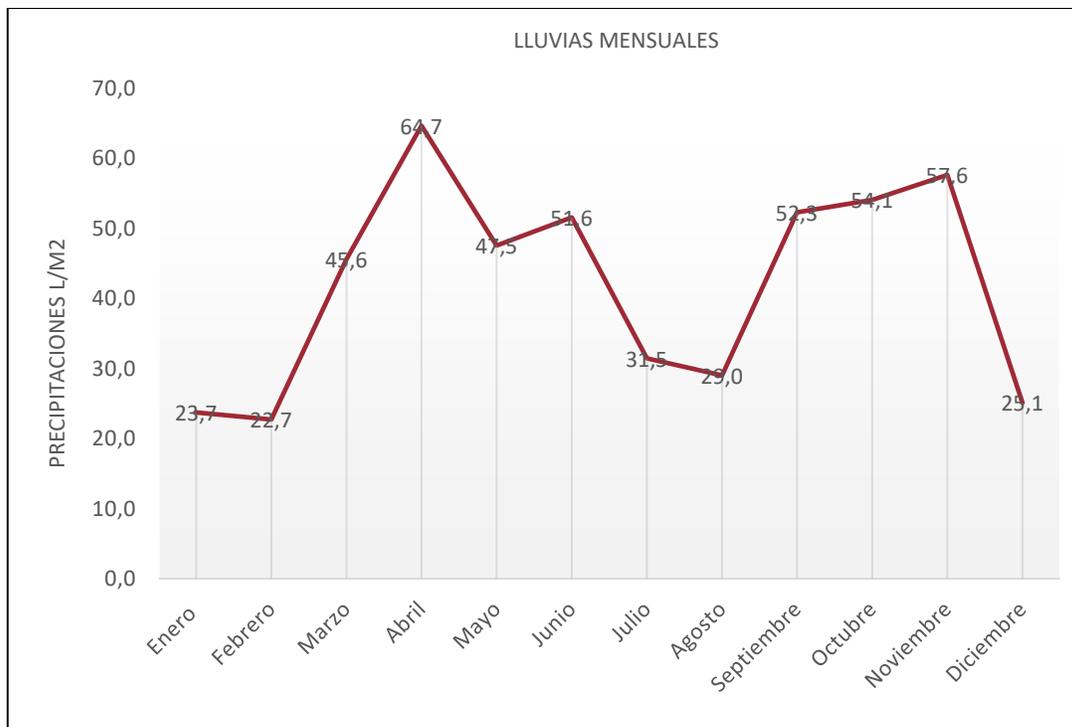


Figura 1. Promedio lluvias mensuales

2.3 VIENTO

En las siguientes Tablas 16 y 17 se recogen los datos de las velocidades del viento, así como su orientación.

Velocidad del viento (m/s)										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Media
Enero	-	2,4	2,2	2,4	2,7	2,6	2,4	2,6	2,3	2,4
Febrero	-	2,5	2,5	2,6	2,9	2,8	2,4	2,6	2,6	2,6
Marzo	-	2,9	2,6	2,5	2,8	2,8	2,9	2,6	2,9	2,7
Abril	2,7	2,7	2,4	2,7	2,8	2,7	2,8	2,6	2,5	2,7
Mayo	2,4	2,7	2,7	2,6	2,8	3,1	2,6	2,8	2,5	2,7
Junio	2,6	2,6	2,6	2,5	2,7	2,8	2,7	2,6	2,6	2,6
Julio	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,6	2,8	2,7	2,7
Agosto	2,8	2,6	2,8	2,7	2,7	2,4	2,5	2,4	2,9	2,6
Septiembre	2,4	2,5	2,4	2,6	2,6	2,2	2,1	2,4	2,4	2,4
Octubre	2,2	2,5	2,4	2,3	2,3	2,1	2,1	2,2	2,1	2,3
Noviembre	2,5	2,6	2,4	2,1	2,2	2,6	2,2	2,5	2,3	2,4
Diciembre	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,3	2,3	2,5	2,4

Tabla 9. Velocidad media del viento (m/s)

Dirección media del viento										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Media
Enero	-	102,1	119,2	86,2	88,0	107,2	103,5	104,1	110,5	102,6
Febrero	-	114,6	112,0	100,7	101,2	131,6	120,8	126,5	117,5	115,6
Marzo	-	124,9	125,9	111,5	101,0	145,7	127,4	121,0	131,3	123,6
Abril	141,0	140,3	122,8	128,8	148,3	140,9	138,2	130,6	137,7	136,5
Mayo	123,0	126,4	145,3	126,5	138,9	156,6	134,1	133,5	136,7	135,7
Junio	126,5	131,9	131,2	151,0	138,3	134,2	124,3	131,5	146,5	135,0
Julio	150,6	151,0	142,3	164,9	151,3	124,2	134,6	141,7	137,0	144,2
Agosto	146,2	130,2	140,6	138,9	134,3	129,1	136,3	136,8	147,4	137,7
Septiembre	123,3	124,1	124,0	121,5	119,0	119,7	110,9	126,3	111,7	120,1
Octubre	104,7	100,8	113,6	99,5	112,4	102,0	102,2	107,3	91,8	103,8
Noviembre	109,9	103,5	111,3	92,4	104,9	124,3	99,1	112,6	103,8	106,9
Diciembre	82,6	94,7	96,9	96,6	90,7	92,0	101,8	75,2	89,1	91,1

Tabla 10. Dirección media del viento

2.4 HUMEDAD RELATIVA

En las Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13 se resumen las humedades medias, máximas y mínimas, respectivamente para la estación meteorológica seleccionada.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	-	92	92	93	91	90	89	88	86
Febrero	-	92	92	92	88	89	87	87	86
Marzo	-	92	91	92	90	90	87	88	85
Abril	97	92	91	91	90	89	87	87	86
Mayo	97	92	91	91	90	88	86	85	87
Junio	97	91	91	90	90	88	87	87	86
Julio	95	88	91	90	88	87	86	87	86
Agosto	96	91	92	88	90	87	87	86	82
Septiembre	97	92	94	91	89	88	89	87	87
Octubre	95	93	94	92	91	89	89	87	88
Noviembre	93	93	94	92	91	89	88	87	88
Diciembre	92	93	94	92	91	88	89	87	88

Tabla 11. Humedad relativa máxima

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	-	36	25	19	22	24	29	19	30
Febrero	-	21	15	17	11	17	30	19	24
Marzo	-	12	17	22	10	23	25	13	21
Abril	22	19	15	20	14	17	22	13	19
Mayo	19	21	22	19	21	24	20	16	21
Junio	18	15	22	19	17	26	20	20	23
Julio	13	9	17	19	14	23	18	15	17
Agosto	16	13	14	12	12	21	20	28	21
Septiembre	22	22	19	18	20	26	28	22	22
Octubre	17	16	21	22	18	29	27	29	35
Noviembre	21	17	27	45	27	21	40	30	34
Diciembre	25	21	22	26	21	38	15	42	46

Tabla 12. Humedad relativa mínima.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	-	82,70	78,91	82,41	75,94	76,59	77,30	74,71	74,45
Febrero	-	73,80	72,78	72,21	54,52	63,92	71,77	64,29	68,93
Marzo	-	65,55	65,65	69,58	57,57	67,79	63,18	62,48	63,87
Abril	67,74	67,97	63,82	63,88	62,89	61,93	62,96	58,67	63,37
Mayo	70,50	57,03	61,02	59,97	57,15	63,42	57,97	51,74	60,97
Junio	64,52	53,07	60,31	58,00	51,67	58,47	54,34	55,93	52,67
Julio	55,84	46,35	52,85	50,17	48,47	55,01	54,13	49,58	50,74
Agosto	54,92	52,48	51,00	50,34	46,33	60,06	59,68	60,39	50,42
Septiembre	67,86	61,98	66,27	58,54	58,09	62,68	69,67	66,17	60,67
Octubre	74,74	69,72	73,05	65,98	71,12	69,60	71,45	71,10	74,61
Noviembre	78,07	76,14	78,14	82,88	78,94	68,27	78,93	75,00	78,97
Diciembre	82,75	82,05	79,46	79,84	78,40	78,32	75,87	79,87	81,87

Tabla 13. Humedad relativa media.

3 ÍNDICES CLIMÁTICOS

Para el estudio del clima de una zona en cuestión se usan los números índices, más fáciles de manejar y tratar que las largas series de observaciones.

3.1 ÍNDICE DE ARIDEZ DE LANG

El índice de Lang permite definir la zona climática en la que se va a desarrollar el proyecto. Dicho índice depende de la temperatura media anual y de la precipitación media anual.

Está definido por medio de la expresión:

$$Pf = P/tm$$

Siendo:

- P : precipitación media anual en mm.
- tm : temperatura media anual en °C.

Los valores para clasificar el clima según este índice se recoge en la Tabla 14.

Valores índice de Lang	Clasificación
$0 < I_L < 20$	Desiertos
$20 < I_L < 40$	Zona árida
$40 < I_L < 60$	Zona húmeda de estepa o sabana
$60 < I_L < 100$	Zona húmeda de bosques ralos
$100 < I_L < 160$	Zona húmeda de bosques densos
$I_L > 160$	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Tabla 14. Índices de Lang

En nuestro caso para el cálculo de Pf tenemos que:

- P : 495,2 mm
- tm : 14,58 °C

$$Pf = \frac{495,2}{14,58} = 33,96$$

Con este valor de P_f podemos afirmar que la clasificación climática de la zona donde se ubica el proyecto es **zona árida**.

3.2 ÍNDICE DE MARTONNE

Mediante el Índice de Martonne se puede definir también el índice de aridez de la zona, conociendo la temperatura media anual y la precipitación media anual, de acuerdo con la fórmula $Ia = P/(tm + 10)$, donde:

- P : precipitación media anual en mm.
- tm : temperatura media anual en °C

Valores índice de Martonne	Clasificación
$0 < I_M < 5$	Desierto
$5 < I_M < 10$	Semidesierto
$10 < I_M < 20$	Estepas y países secos mediterráneos
$20 < I_M < 30$	Regiones de olivo y de cereales
$30 < I_M < 40$	Regiones subhúmedas de prados y bosques
$I_M > 40$	Zonas de húmedas a muy húmedas

Tabla 15. Rangos del índice de Martonne

Luego para nuestro caso:

- P : 495,2mm.
- tm : 14,58 °C

$$Ia = \frac{P}{tm + 10} = \frac{495,2}{14,58 + 10} = 20,15$$

Conociendo el valor de $Ia = 20,15$ podemos afirmar que nuestra la zona en estudio, según el índice de Martonne, es una **región de olivos y de cereales**.

3.3 ÍNDICE DE DANTÍN CERECEDA Y REVENGA

Es un índice termopluviométrico que permite definir la zona climática del proyecto en cuestión. Como los dos métodos anteriores, está definido por la temperatura media anual y la precipitación media anual. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_{DR} = (100 \times tm) / P$$

- P : precipitación media anual en mm.
- tm : temperatura media anual en °C

Valores del índice Dantín y Revenga	Clasificación
IDR<2	Zonas húmedas y subhúmedas
2<IDR<4	Zona semiárida
IDR>4	Zonas áridas

Tabla 16. Rango de índices de Dantín Cereceda y Revenga

Para el cálculo de este índice tenemos que:

- P : 495,2mm.
- tm : 14,58 °C

$$I_{DR} = \frac{100 \cdot tm}{P} = \frac{100 \cdot 14,58}{495,2} = 2,94$$

Según el valor obtenido de I_{DR} podemos decir que la clasificación de la zona en estudio según este índice es **zona semiárida**.

4 CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

4.1 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

Esta es la clasificación climática más conocida y de mayor aplicación por los geógrafos. Su punto de partida consiste en que la vegetación natural constituye un indicador del clima, y algunas de sus categorías se apoyan en los límites climáticos de ciertas formas de vegetales. Los climas son definidos por los valores medios anuales y mensuales de temperatura y precipitación. Con estos criterios quedan definidos cinco grandes grupos, reconocidos por las letras mayúsculas siguientes:

A	Clima tropical lluvioso
	Todos los meses la temperatura media es superior a 18°C No existe estación invernal y las lluvias son abundantes
B	Climas secos
	La evaporación es superior a la precipitación No hay excedente hídrico
C	Climas templados y húmedos
	El mes más frío tiene una temperatura media comprendida entre 18°C y -3°C, y la temperatura media del mes más cálido supera los 10°C
D	Climas templados de invierno frío
	La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido está por encima de los 10°C
E	Climas polares
	No tienen estación más cálida y el promedio mensual de las temperaturas siempre inferior a 10°C

Tabla 17. Tipos de clima según clasificación de Köppen

En nuestro caso tenemos que:

- Temperatura media del mes más frío: T_{med} Diciembre=4,66°C → está entre 18°C y -3°C
- Temperatura media del mes más cálido: T_{med} Julio=25,56°C → superior a 10°C

Por lo tanto, según este primer criterio se puede definir nuestro clima como **clima templado y húmedo**.

A su vez, a los grupos anteriores se dividen en subgrupos más específicos identificados mediante letras minúsculas, teniendo en cuenta la distribución estacional de las precipitaciones:

f	Lluvioso todo el año, ausencia de periodo seco
s	Estación seca en verano
w	Estación seca en invierno
m	Precipitación de tipo monzónico

Tabla 18. Subgrupos climáticos según Köppen

En este caso, estaríamos en la letra **s**, ya que para nuestra zona de estudio el verano (junio, julio y agosto) es un periodo seco.

Se utiliza a continuación incluso una tercera letra en esta clasificación para describir mejor el régimen térmico:

a	Temperatura media del mes más cálido superior a 22°C
b	Temperatura media del mes más cálido inferior a 22°C, pero con temperaturas medias de al menos temperaturas medias de al menos cuatro meses superiores a 10°C
c	Menos de cuatro meses con temperatura media superior a 10°C
d	El mes más frío está por debajo de -38°C
h	Temperatura media anual superior a 18°C
k	Temperatura media anual inferior a 18°C

Tabla 19. Clasificación de Köppen según las temperaturas

Por último, nos encontraríamos en la letra **a**, debido a que la temperatura media del mes más cálido, Julio, es de 24,66 °C.

Recopilando, llegamos a la clasificación de nuestro clima según Köppen: **clima templado y húmedo (Csa)**.

4.2 CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE UNESCO-FAO (1963)

La clasificación UNESCO-FAO realiza un agrupamiento por características térmicas y de aridez.

4.2.1 Características térmicas

Se basa en las temperaturas medias del mes más frío y en la media de las mínimas del mes más frío.

- t_m = temperatura media del mes más frío (°C)
- t_1 = temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)

La clasificación por temperatura define tres grupos, dos de los cuales tienen subdivisiones según la temperatura media del mes más frío (el grupo 3 se define con la temperatura media del mes más cálido).

Clase	Condición
Grupo 1	$t_m > 0$
Cálido	$t_m \geq 15$
Templado-cálido	$15 > t_m > 10$
Templado-medio	$10 > t_m > 0$
Grupo 2	$0 \geq t_m$
Templado-frío	$0 > t_m > -5$
Frío	$-5 > t_m$
Grupo 3	$0 > t_m$
Glacial	$0 > t_m$

Tabla 20. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO según temperaturas

El mes más frío es diciembre, cuya temperatura media es de 4,66 °C. Por lo tanto, se encuentra dentro del **grupo 1**, y más concretamente **templado-medio**.

Se concede importancia al rigor de la estación fría, por lo que se definen los siguientes tipos de invierno en función de la temperatura media de mínimas del mes más frío (t_1):

Tipo de invierno	Condición
Sin invierno	$t_1 \geq 11$
Cálido	$11 > t_1 \geq 7$
Suave	$7 > t_1 \geq 3$
Moderado	$3 > t_1 \geq -1$
Frío	$-1 > t_1 \geq -5$
Muy frío	$-5 > t_1$

Tabla 21. Tipo de invierno según UNESCO-FAO

4.2.2 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. Dicho de otra manera:

- Seco es aquel que $P < 2T$
- Subseco aquel que $2T < P < 3T$

Para comparar estos dos parámetros se hace un diagrama ombrotérmico (Figura 2), donde la temperatura se representa en una escala de doble dimensión frente a las precipitaciones.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P(l/m2)	23,7	22,7	45,6	64,7	47,5	51,6	31,5	29,0	52,3	54,1	57,6	25,1
T(°C)	4,71	5,85	10,38	14,01	17,68	22,22	25,53	25,09	20,28	15,29	9,22	4,66

Tabla 22. Precipitaciones y Temperaturas

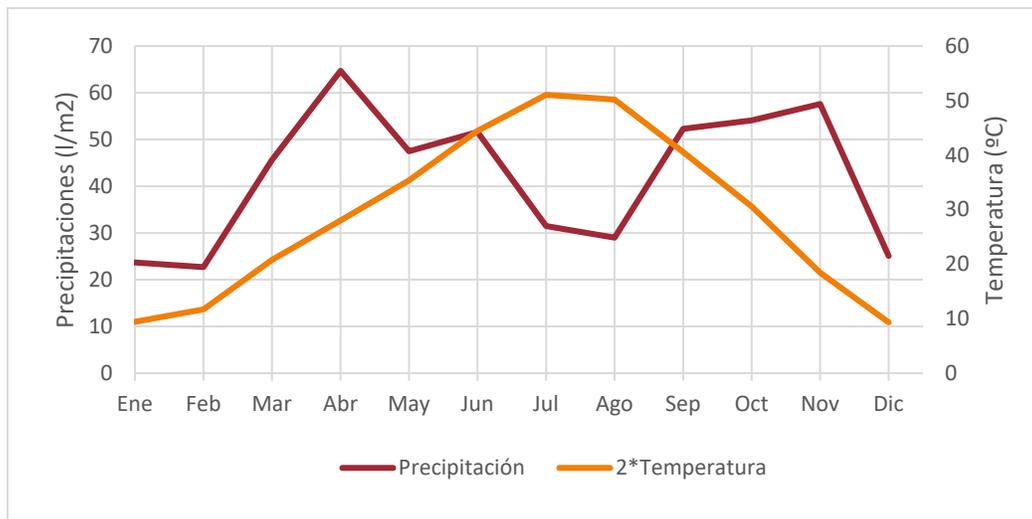


Figura 2. Diagrama ombrotérmico

Para la clasificación según la aridez, se distinguen los siguientes tipos:

- Axérico: la curva pluviométrica va siempre por encima de la térmica.
- Monoxérico: solamente aparece un periodo seco a lo largo del año.
- Bixérico: aparecen dos periodos secos a lo largo del año.

Observando el diagrama ombrotérmico de la zona de estudio, diremos que el clima de esta zona se define según la aridez como **monoxérico**, puesto que la curva pluviométrica está por debajo de la curva de temperatura en un periodo, los meses de verano, marcando así este periodo como un periodo de sequía.

5 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET_0)

Este método se basa en la ecuación formulada por Blaney-Criddle modificada por Doorembos y Pruitt (1977) para la FAO, esta ecuación es:

$$ET_0 = [a + b * p * (0,457 * Tm + 8,128)]$$

Donde:

- **ET₀**= Media mensual de la evapotranspiración de referencia (mm/día)
- **a y b**= coeficientes de calibración
- **p**= porcentaje diario de horas diurnas anuales

En primer lugar, el porcentaje diario de horas diurnas anuales, p, se obtiene a partir de valores tabulados en función de la latitud de la estación y del mes (Tabla 24). Dado que la estación meteorológica utilizada, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, ubicada en el embalse de Barasona, presenta una latitud de 42° 07' N, se toman los valores de p para la latitud 42° N.

Seguidamente procedemos al cálculo de los coeficientes de calibración a y b. Para ello el cálculo del coeficiente a se realiza a través de las siguientes formulas:

$$a = 0,0043 * HRmin - \frac{n}{N} - 1,41$$

$$b = 0,81917 - [0,00409022 * HR] + \left[1,0705 * \frac{n}{N}\right] + [0,065649 * U] - \\ - \left[0,0059684 * HR * \frac{n}{N}\right] - [0,0005967 * HR * U]$$

Donde:

- HR: media mensual de la humedad relativa mínima del aire, %
- n/N: media mensual de la razón entre la insolación real y la insolación máxima posible diaria.
- U: es media mensual de la velocidad diurna diaria del viento a 2m sobre el nivel del suelo, m/sg.

En la Tabla 23 se recogen los valores de los datos obtenidos y de las diferentes incógnitas, que nos ayudan al cálculo de la ETo:

	Tmed	p	HR	n/N	U	a	b	Eto(mm)
Enero	4,71	6,60	77,88	0,43	2,40	-1,50	0,80	53,09
Febrero	5,85	6,66	67,78	0,52	2,60	-1,64	0,95	67,01
Marzo	10,38	8,24	64,46	0,57	2,70	-1,70	1,02	106,23
Abril	14,04	8,97	63,69	0,57	2,70	-1,71	1,03	132,68
Mayo	17,68	10,01	59,97	0,58	2,70	-1,73	1,07	171,59
Junio	22,22	10,21	56,55	0,64	2,60	-1,81	1,14	211,08
Julio	25,53	10,37	51,46	0,73	2,70	-1,92	1,26	257,23
Agosto	25,09	9,64	53,96	0,72	2,60	-1,90	1,22	229,48
Septiembre	20,28	8,42	63,55	0,65	2,40	-1,79	1,08	155,77
Octubre	15,29	7,73	71,26	0,57	2,30	-1,67	0,95	109,22
Noviembre	9,92	6,63	77,26	0,51	2,40	-1,59	0,86	70,72
Diciembre	4,66	6,39	79,83	0,39	2,40	-1,46	0,77	48,88
Anual								1612,99

Tabla 23. Cálculo de la ETo según Blaney-Criddle FAO

Lat.N	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
26°	7.49	7.12	8.4	8.64	9.37	9.3	9.49	9.1	8.32	8.06	7.36	7.35
26°30'	7.46	7.09	8.4	8.65	9.39	9.32	9.51	9.12	8.32	8.05	7.34	7.33
27	7.44	7.07	8.39	8.66	9.41	9.34	9.53	9.14	8.32	8.04	7.32	7.31
27.5	7.42	7.05	8.39	8.67	9.44	9.36	9.55	9.15	8.32	8.03	7.29	7.29
28	7.4	7.03	8.39	8.68	9.46	9.38	9.58	9.16	8.32	8.02	7.27	7.27
28.5	7.38	7.03	8.39	8.69	9.48	9.41	9.6	9.18	8.32	8.01	7.25	7.23
29	7.35	7.03	8.39	8.7	9.5	9.44	9.62	9.19	8.33	8	7.23	7.2
29.5	7.33	7.02	8.38	8.71	9.52	9.47	9.64	9.21	8.34	7.99	7.21	7.17
30	7.3	7.02	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.34	7.99	7.19	7.14
30.5	7.28	7.02	8.38	8.72	9.55	9.52	9.69	9.24	8.34	7.97	7.17	7.11
31	7.26	7	8.38	8.72	9.58	9.55	9.72	9.26	8.34	7.96	7.15	7.09
31.5	7.23	6.99	8.37	8.72	9.6	9.58	9.74	9.27	8.34	7.95	7.13	7.07
32	7.2	6.97	8.37	8.72	9.63	9.6	9.77	9.28	8.34	7.93	7.11	7.05
32.5	7.17	6.95	8.37	8.74	9.65	9.62	9.8	9.29	8.34	7.92	7.09	7.01
33	7.15	6.94	8.36	8.76	9.67	9.61	9.83	9.3	8.35	7.91	7.07	6.98
33.5	7.13	6.93	8.36	8.78	9.7	9.68	9.85	9.31	8.35	7.9	7.05	6.95
34	7.1	6.91	8.36	8.8	9.72	9.7	9.88	9.33	8.36	7.9	7.02	6.92
34.5	7	6.9	8.36	8.81	9.74	9.73	9.91	9.34	8.36	7.89	7.02	6.88
35	7	6.88	8.35	8.82	9.76	9.76	9.94	9.36	8.36	7.88	6.98	6.85
35.5	6.99	6.87	8.35	8.83	9.79	9.8	9.97	9.36	8.36	7.87	6.95	6.82
36	6.99	6.86	8.35	8.85	9.81	9.83	9.99	9.4	8.36	7.85	6.92	6.79
36.5	6.96	6.84	8.35	8.86	9.84	9.86	10.02	9.42	8.36	7.84	6.9	6.76
37	6.93	6.82	8.35	8.87	9.87	9.89	10.05	9.44	8.37	7.83	6.87	6.73
37.5	6.9	6.8	8.34	8.88	9.9	9.92	10.08	9.46	8.37	7.82	6.84	6.7
38	6.87	6.79	8.34	8.9	9.92	9.95	10.1	9.47	8.38	7.8	6.82	6.66
38.5	6.84	6.77	8.33	8.9	9.94	9.98	10.16	9.49	8.38	7.8	6.8	6.63
39	6.8	6.76	8.32	8.91	9.96	10.01	10.22	9.51	8.39	7.79	6.78	6.6
39.5	6.76	6.75	8.31	8.91	9.98	10.04	10.28	9.53	8.4	7.78	6.76	6.57
40	6.73	6.73	8.3	8.92	9.99	10.08	10.34	9.56	8.41	7.78	6.73	6.53
40.5	6.7	6.71	8.3	8.93	10.02	10.11	10.35	9.58	8.41	7.77	6.7	6.5
41	6.67	6.69	8.29	8.94	10.05	10.14	10.36	9.6	8.41	7.75	6.68	6.46
41.5	6.64	6.67	8.28	8.95	10.08	10.17	10.36	9.62	8.42	7.74	6.65	6.42
42	6.6	6.66	8.28	8.97	10.1	10.21	10.37	9.64	8.42	7.73	6.63	6.39
42.5	6.56	6.64	8.27	8.99	10.13	10.25	10.4	9.66	8.42	7.71	6.6	6.35
43	6.52	6.62	8.26	9.01	10.16	10.3	10.43	9.68	8.42	7.69	6.57	6.31
43.5	6.48	6.6	8.25	9.03	10.19	10.34	10.46	9.7	8.43	7.68	6.54	6.27
44	6.45	6.59	8.25	9.04	10.22	10.38	10.5	9.73	8.43	7.67	6.51	6.23
46	6.3	6.5	8.24	9.09	10.37	10.54	10.66	9.82	8.44	7.61	6.38	6.05
48	6.13	6.42	8.22	9.15	10.5	10.72	10.83	9.92	8.45	7.56	6.24	5.86
50	5.98	6.32	8.25	9.25	10.69	10.93	10.99	10	8.44	7.43	6.07	5.65

Tabla 24. Porcentajes mensuales de horas de luz en relación al año para distintas latitudes

ANEJO 3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ÍNDICE

1	Introducción	2
2	Toma de muestras	1
3	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	2
3.1	Propiedades físicas del suelo	2
3.1.1	Profundidad	2
3.1.2	Textura	2
3.1.3	Capacidad de campo	4
3.1.4	Punto de marchitez permanente	5
3.1.5	Agua útil	6
3.2	Propiedades químicas del suelo.....	6
3.2.1	pH del suelo	6
3.2.2	Salinidad	7
3.2.3	Carbonatos	7
3.2.4	Caliza activa	7
3.2.5	Materia orgánica	7
3.2.6	Fertilidad	8
4	Análisis originales.....	10

1 INTRODUCCIÓN

El suelo se define como la capa más superficial de la corteza terrestre a la que llegan las raíces de las plantas, además actúa como soporte físico y fuente de nutrientes. Constituye un elemento fundamental para el correcto desarrollo de las plantas y una buena producción de las mismas. Por ello conviene conocer sus características físicas y químicas para su uso de forma adecuada.

El análisis de la composición física y química del suelo nos arroja una idea cuantitativa y cualitativa de los elementos que componen el suelo para lograr una mejora de la producción, así como su uso racional y equilibrado de los fertilizantes, evitando pérdidas económicas.

El nogal es un árbol que se adapta a todo tipo de suelos, es decir, es una especie que es capaz de producir en un amplio rango de suelos, siendo más importantes las características físicas del suelo que las químicas. De este modo un terreno apto tendría las siguientes características:

- Suelo profundo. A mayor profundidad de suelo, mejor desarrollo del árbol. Cualquier limitación merma el vigor y tamaño de los nogales.
- Buen drenaje. Esto se consigue cuando el subsuelo está formado por calizas fragmentadas o cantos rodados, gravas, etc.
- Buena retención de agua. Condicionada por la presencia, en proporción adecuada, de humus y arcilla. A modo orientativo, es deseable un contenido de entre el 1.5 y 2 % de materia orgánica y del 18-25% de arcilla (Luna Llorente, 1990).
- El pH del suelo debe situarse en torno a la neutralidad. Para suelos ácidos es preciso utilizar como patrón *Juglans nigra*, y para suelos más calizos *J. regia*.

2 TOMA DE MUESTRAS

Para que el análisis sea representativo del perfil del suelo, se han tomado muestras a distintas profundidades:

- 0-30 cm
- 30-60 cm
- 60-90 cm

Las muestras se han tomado cogiendo tierra con una barrena de las distintas profundidades, por separado, de las zonas más representativas de la parcela. Con ello se pretende que los análisis sean lo más exactos posibles. Una vez recogidas las muestras, se han mezclado bien las distintas porciones de suelo recogidas a diferentes profundidades, se ha tomado en cada bolsa una porción adecuada (≈ 2 kg), se han marcado correctamente para su identificación posterior y se han enviado a analizar a un laboratorio, rellenando los correspondientes formularios.

3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

3.1.1 Profundidad

Como ya hemos comentado en la introducción, la profundidad es importante para una plantación de árboles frutales, como es el caso, puesto que condiciona el volumen radicular, afectando a la cantidad de agua y nutrientes disponible para las plantas.

No obstante, la profundidad no será un factor limitante para esta plantación, puesto que se le aportará tanto el agua como los nutrientes en la zona radicular mediante la fertirrigación y el riego por goteo.

3.1.2 Textura

La textura del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas las partículas elementales que conforman el sustrato según sea su tamaño. Pueden clasificarse en 3 grupos: arena, limo y arcillas.

Determinación	Resultados (% p/p)
Arena	27,07
Limo grueso	15,19
Limo fino	36,03
Arcilla	21,71

Tabla 1. Composición del suelo 0-30

Determinación	Resultados (% p/p)
Arena	22,02
Limo grueso	14,29
Limo fino	39,48
Arcilla	24,21

Tabla 2. Composición del suelo 30-60

Determinación	Resultados (% p/p)
Arena	27,54
Limo grueso	14,97
Limo fino	36,97
Arcilla	20,52

Tabla 3. Composición del suelo 60-90

Con esta información podemos saber sobre qué tipo de suelo estamos trabajando, para ello se utiliza la guía para la clasificación de texturas (Figura 1, Figura 2 y Figura 3).

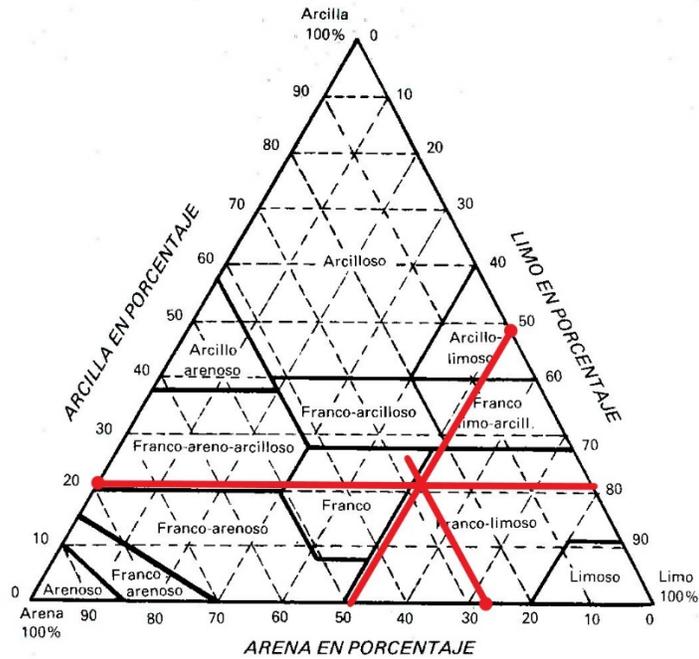


GRAFICO PARA LA DENOMINACION DE LOS SUELOS SEGUN LA TEXTURA

Figura 1. Textura suelo con profundidad de 0-30 cm.

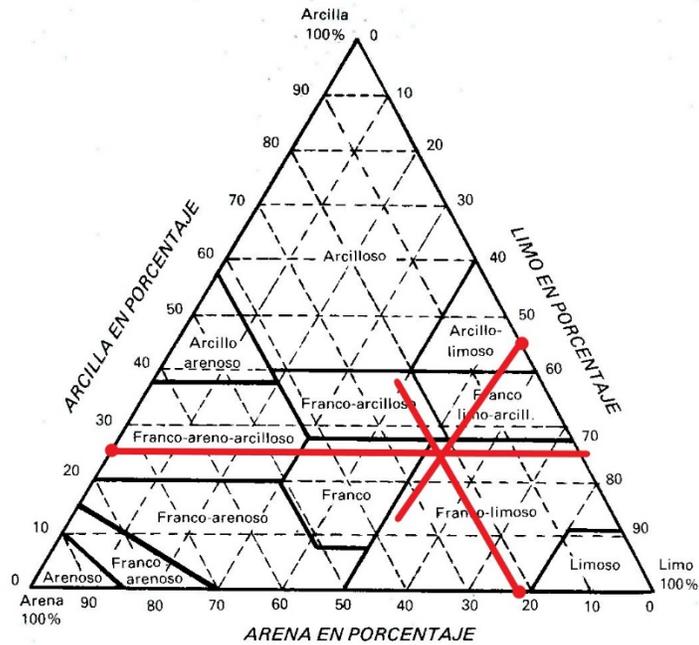


GRAFICO PARA LA DENOMINACION DE LOS SUELOS SEGUN LA TEXTURA

Figura 2. Textura suelo con profundidad de 30-60 cm.

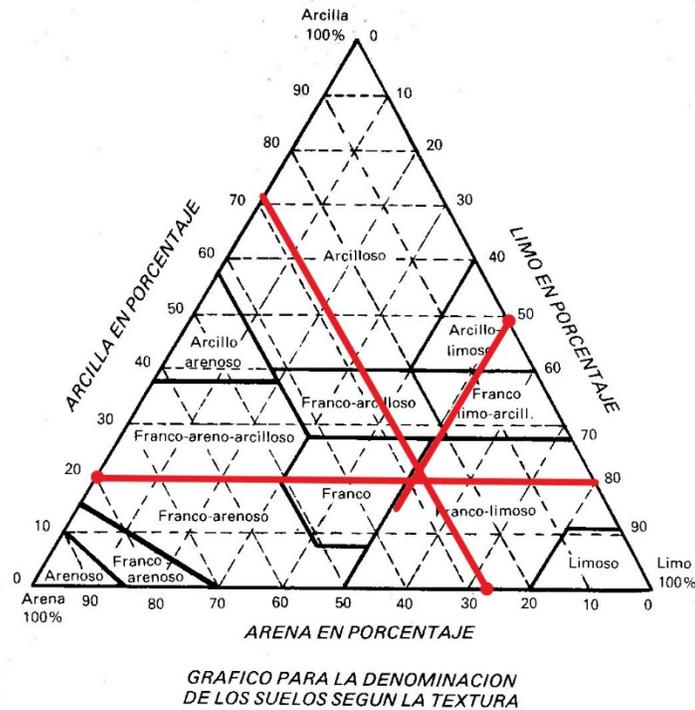


Figura 3. Textura suelo con profundidad de 60-90 cm.

Como podemos observar, la textura del suelo objeto de este estudio es **franco-limoso** a partir de los diagramas para las tres distintas profundidades de muestreo.

3.1.3 Capacidad de campo

La capacidad de campo es el contenido de agua que es capaz de retener el suelo después de haberlo llevado a saturación y de dejarlo drenar libremente. Esta cantidad depende de la textura. Un suelo a capacidad de campo se considera en condiciones óptimas para que las plantas puedan disponer del agua sin la necesidad de usar mucha energía para conseguirla.

Hay varias formas de calcular la capacidad de campo en función de los porcentajes de textura que se han obtenido mediante la siguiente expresión:

$$CC = (0,48 \times \% \text{ Arcilla}) + (0,162 \times \% \text{ Limo}) + (0,023 \times \% \text{ Arena}) + 2,63 \quad (\text{Fuentes Yagüe})$$

Sin embargo, el resultado del análisis ya nos trae esta característica calculada. Este valor es de:

Profundidad	Capacidad campo (%p/p)
0-30	20,06
30-60	19,93
60-90	17,56

Tabla 4. Capacidad campo de las distintas profundidades.

Otro modo de expresar la capacidad de campo es en mm, utilizando la siguiente expresión:

$$CC \text{ (mm)} = 10^4 \times p \times d_a \times \%CC$$

siendo:

- p = profundidad de las raíces (m)
- d_a = densidad aparente (t/m^3)
- $\%CC$ = capacidad de campo expresada en %

La profundidad de las raíces la podemos fijar en 0,4 m, ya que es a esa profundidad donde se sitúan la mayor parte de las raíces absorbentes.

Para la densidad aparente, la podemos estimar a partir de la textura por medio de la siguiente tabla:

Textura	Densidad aparente g/cm ³
Arenoso	1,55-1,80
Franco arenoso	1,40-1,60
Franco	1,30-1,50
Franco-arcilloso	1,30-1,40
Arcilloso	1,20-1,30

Tabla 5. Valores de densidad aparente en función de la textura (Fuentes Yagüe, 1999)

El suelo de la parcela es de tipo franco-limoso, que no aparece en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Aunque está muy cerca de ser franco por los porcentajes, le corresponderán valores muy próximos a los de un tipo franco. De este modo se toma como densidad aparente 1,4 g/cm³.

$$CC \text{ (mm)} = 10^4 \text{ m}^2/\text{ha} \times 0,4 \text{ m} \times 1,4 \text{ t/m}^3 \times 0,1993 = 1116,08 \text{ t/ha} = \mathbf{111,6 \text{ mm}}$$

3.1.4 Punto de marchitez permanente

El Punto de Marchitez Permanente (PMP) representa el contenido de humedad en el suelo a partir de la cual dicha humedad ya no es aprovechable por la planta, causando daños irreversibles en ésta. Como en el caso anterior, hay fórmulas para calcular esta característica a partir de la textura del suelo.

$$PMP = (0,302 \times \% \text{ Arcilla}) + (0,102 \times \% \text{ Limo}) + (0,0147 \times \% \text{ Arena})$$

Al igual que para la capacidad de campo, usando la fórmula anterior se puede estimar el PMP a las distintas profundidades:

Profundidad	PMP (%p/p)
0-30	7,81
30-60	7,45
60-90	6,24

Tabla 6. Valores de PMP a distintas profundidades.

Podemos expresar el PMP en mm de altura de agua siguiendo los mismos pasos que para la capacidad de campo. Así obtenemos:

$$PMP \text{ (mm)} = 10^4 \times p \times d_a \times \%PMP = 10^4 \times 0,4 \times 1,4 \times 0,0745 = 417,2 \text{ t/ha} = \mathbf{41,72 \text{ mm}}$$

3.1.5 Agua útil

El agua útil se puede definir como el agua que queda retenida en el suelo y que puede ser fácilmente utilizada por las plantas, es decir, la diferencia entre CC y PMP. Calculados ambos valores anteriormente, obtenemos que el agua útil es:

$$AU = CC - PMP \text{ (Fuentes Yagüe).}$$

Profundidad	Agua útil (%p/p)
0-30	12,25
30-60	12,48
60-90	11,32

Tabla 7. Valores de agua útil para nuestro suelo

También podemos expresar el agua útil en mm:

- $AU = CC - PMP = 111,6 - 41,72 = 69,88 \text{ mm}$

3.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

3.2.1 pH del suelo

Este parámetro influye en la facilidad o dificultad de asimilación de los nutrientes, al intervenir en la disolución de estos.

Las características de nuestro suelo hacen que tenga un **pH de 8,7-8,9**, lo que implica que es un pH **ligeramente alcalino**, no causando graves problemas para el cultivo del nogal si se recurre a un patrón adaptado a este tipo de suelos como es el *Juglans regia*. El principal problema viene dado por la baja disponibilidad de hierro, pudiendo causar clorosis férrica.

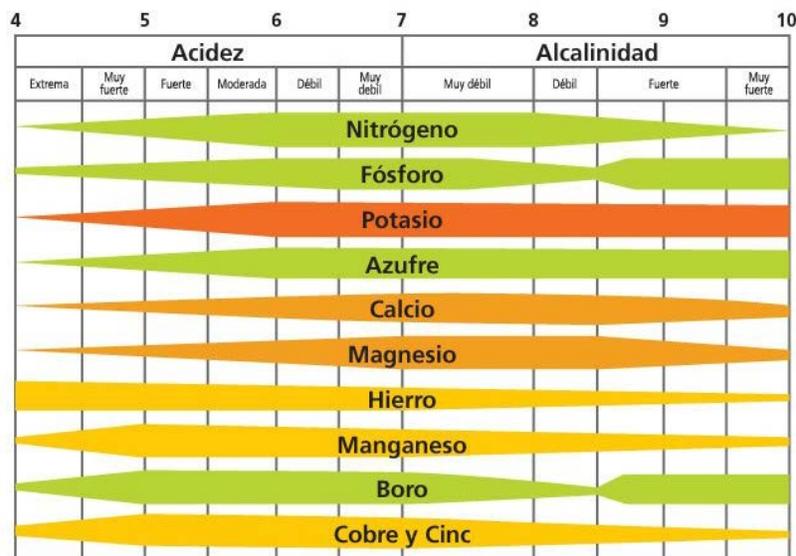


Figura 4. Disponibilidad de nutrientes en función del pH en el suelo (Fuente: HortiCultivos)

3.2.2 Salinidad

Este parámetro nos muestra el conjunto de sales solubles. Se determina por conductividad eléctrica de una solución de suelo a una determinada temperatura.

Los principales cationes que determinan esta conductividad son: sodio, calcio, magnesio y potasio. Con respecto a los aniones tenemos: sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos.

Según el análisis, se tiene que la conductividad eléctrica (CE 1:5 a 25°C) es de **0,2 dS/m** en los primeros 30 cm de suelo, y de **0,1 dS/m** en el resto de muestras. En vista de estos resultados, tenemos un suelo no salino, con lo que no presentará problemas para el desarrollo del nogal (que éste es sensible a la salinidad, puesto que una alta salinidad aumenta la presión osmótica del agua del suelo y dificulta su absorción).

3.2.3 Carbonatos

En el suelo podemos encontrar diferentes tipos de carbonatos, los más abundantes son el carbonato cálcico (caliza), carbonato magnésico (magnesita), y carbonato cálcico y magnésico (dolomita).

La principal fuente de calcio de los suelos es la caliza, pudiendo encontrarse en niveles bajos normalmente en suelos ácidos, aunque puede darse su falta en suelos básicos, haciendo necesarias enmiendas calizas para aumentar su nivel.

Los carbonatos en el suelo tienen una acción positiva sobre la estructura y la actividad de los microorganismos, pudiendo ocasionar problemas en exceso por antagonismos con otros elementos.

La cantidad de **carbonatos** en nuestro suelo es del **44%** (0-30 cm de profundidad) y del **35%** (30-60 cm profundidad), lo que indica que hay un **alto** contenido de carbonatos, característico de los suelos básicos con pH superior a 8, como nuestro caso.

3.2.4 Caliza activa

Se definen como partículas muy finas de carbonatos muy activas químicamente, pudiendo interferir en el desarrollo de las plantas. Se determina mediante el riesgo de clorosis que puede suponer un suelo a un cultivo sensible.

% Caliza activa	Clasificación	Interpretación
<6	Bajo	No suele haber problemas
6-9	Medio	Se ven afectadas plantas sensibles
>9	Alto	Problemas graves de clorosis

Tabla 8. Clasificación niveles caliza (Fuentes Yagüe, 1999)

Del análisis de suelo se obtienen unos valores de 5,50% (0-30cm) y 5,80 (30-60cm), siendo ambos niveles bajos en caliza activa, con lo que, según la anterior tabla, no deberían darse problemas de clorosis.

3.2.5 Materia orgánica

El contenido de materia orgánica es de gran importancia en el suelo. Depende del material vegetal, textura del suelo, etc. Niveles adecuados de materia orgánica favorecen la buena estructura del suelo, aumentando la aireación y la capacidad de retención de agua y nutrientes, protegiendo de la erosión, evitando variaciones del pH, y estimulando la actividad biológica. Es importante mantener una buena cantidad de materia orgánica en los suelos, que se verá reflejada en lo mencionado anteriormente.

El análisis nos muestra que nuestro suelo tiene un **porcentaje de materia orgánica de 1,36% (0-30cm) y 0,97% (30-60cm)**. Son niveles bajos, siendo entre 1,7-2,5% niveles recomendables, por lo que necesitaremos enmiendas orgánicas para corregir estos valores.

3.2.6 Fertilidad

La siguiente tabla recoge algunos elementos no comentados en apartados anteriores:

Elementos	Cantidades (0-30cm)	Cantidades (30-60cm)	Cantidades (60-90cm)
Nitrógeno (N-NO ₃)	13 mg/Kg	8 mg/Kg	30 mg/Kg
Fósforo	12 mg/Kg	5 mg/Kg	3 mg/Kg
Potasio	124 mg/Kg	94 mg/Kg	68 mg/Kg
Magnesio	80 mg/Kg	94 mg/Kg	94 mg/Kg

Tabla 9. Otros elementos

3.2.6.1 Fósforo en el suelo

El fósforo en el suelo es un elemento con poca movilidad. Para su aporte se debe tener en cuenta:

- Aplicar una sola vez en cultivos anuales, ya que lo irán tomando según necesidades.
- Al ser poco móvil es necesario enterrarlo para colocarlo cerca de las raíces.
- Con una dosis adecuada de fósforo y materia orgánica favorecemos su asimilación.
- En suelos con pH alto o bajo forma los correspondientes fosfatos con Ca⁺⁺ y Fe⁺⁺ con una baja solubilidad, disminuyendo su asimilación.

La asimilación por parte de las plantas se realiza mediante aniones fosfato que se encuentran en la solución del suelo. Los más fácilmente asimilables son los monovalentes (PO₄H₂⁻), seguidos de los bivalentes (PO₄H⁻) y trivalentes (PO₄³⁻)

Un exceso de fósforo suele afectar a la absorción de otros elementos como hierro, zinc o magnesio. Se manifiestan algunas carencias de estos oligoelementos por fertilizaciones excesivas cuando se utilizan fertilizantes NPK o ácido fosfórico.

La carencia de fósforo se traduce en falta de vigor, retrasos en el crecimiento, floración tardía, fallos en la fecundación y cuajado de frutos, retrasos en la maduración... Suelen aparecer síntomas en las hojas de la parte baja y en las viejas, apareciendo en estas una tonalidad morada en el borde de las hojas.

Para evaluar el contenido en fósforo de nuestro suelo utilizaremos la siguiente tabla:

Fósforo (Olsen, ppm)	Interpretación fertilidad
<5	Muy baja
5-15	Baja
15-30	Normal
30-40	Alta
>40	Excesiva

Tabla 10. Clasificación según contenido en fósforo Olsen (Fuentes Yagüe, 1999)

El análisis arroja un valor de 12 ppm de fósforo (Olsen), que según la tabla anterior es un contenido bajo, por lo que habrá que tenerlo en cuenta en la fertilización.

El análisis arroja un valor de 12 ppm de fósforo (Olsen), que según la tabla anterior es un contenido bajo, por lo que habrá que tenerlo en cuenta en la fertilización.

3.2.6.2 Potasio en el suelo

Macronutriente que las plantas necesitan en cantidad relativamente alta. Su correcto nivel favorece distintas funciones de las plantas:

- Favorece formación de hidratos de carbono y proteínas.
- Regula la presión osmótica.
- Factor de calidad al aumentar tamaño, coloración y sabor de los frutos.
- Aumenta la consistencia y dureza de los tejidos, lo que confiere resistencia a ciertas enfermedades.
- Relación entre cationes.
- Regula la transpiración, interviene en la apertura y cierre de los estomas.
- Interviene en la absorción de nitratos.

El contenido en potasio varía en la solución del suelo dependiendo de la actividad de los vegetales y microorganismos. En el suelo está en forma iónica K^+ , combinado con diferentes compuestos.

Las plantas absorben potasio en su forma iónica K^+ radicalmente mediante difusión. La cantidad de K^+ absorbida es variable según su concentración en el suelo y las concentraciones de calcio y magnesio, que son antagonistas. Con el sodio puede darse situación de sustitución, es decir, en vez de K^+ adsorberá Na^+ .

Dicho esto, el contenido de potasio que nos muestra el análisis es de 124 mg/kg o ppm. Como 1 meq de K/100 g suelo son 391 mg/kg, obtenemos:

$$\frac{124 \text{ mg/kg} \times 1 \text{ meq}}{391 \text{ mg/kg}} = 0,32 \text{ meq de K/100 g de suelo}$$

Tipo cultivo	Textura	Criterios fertilidad				
		Muy bajo	Bajo	Correcto	Alto	Excesivo
Secano	Arenoso	<0.15	0.15-0.30	0.30-0.45	0.45-0.75	>0.75
	Franco	<0.20	0.20-0.40	0.40-0.60	0.60-1.00	>1.00
	Arcilloso	<0.25	0.25-0.50	0.50-0.75	0.75-1.25	>1.25
Regadío extensivo	Arenoso	<0.20	0.20-0.40	0.40-0.60	0.60-1.00	>1.00
	Franco	<0.25	0.25-0.50	0.50-0.75	0.75-1.25	>1.25
	Arcilloso	<0.30	0.30-0.60	0.60-0.90	0.90-1.50	>1.50
Regadío intensivo	Arenoso	<0.30	0.30-0.55	0.55-0.85	0.85-1.35	>1.35
	Franco	<0.35	0.35-0.65	0.65-1.00	1.00-1.60	>1.60
	Arcilloso	<0.40	0.40-0.75	0.75-1.15	1.15-1.85	>1.85

Tabla 11. Clasificación en función del contenido en potasio (Fuentes Yagüe, 1999)

Según la tabla anterior, para regadío y suelo de textura franca, con un valor de **0.32 meq**, nuestro **contenido en potasio** en el suelo es **bajo**, por lo que habrá que tenerlo en cuenta en la fertilización.

3.2.6.3 Magnesio

El magnesio en las plantas se encuentra formando parte de la clorofila y otros pigmentos como carotenos. Interviene en el equilibrio ácido-base dentro de las soluciones celulares y neutraliza algunos ácidos orgánicos.

El magnesio en el suelo se encuentra combinado con otros minerales y formas orgánicas. En función de su facilidad de asimilación por parte de las plantas, tenemos formas rápidamente asimilables, asimilables y lentamente asimilables, y estas formas se encuentran en equilibrio. El paso de una forma a otra es lento y depende de la acción de agentes atmosféricos.

Las plantas absorben magnesio de forma radicular en forma de Mg^{2+} o a través de los estomas en aplicaciones foliares.

El magnesio en el suelo se encuentra adsorbido al complejo de cambio, con energía pequeña, por lo que pasa con facilidad a la solución y depende del agua de infiltración.

Para valorar la cantidad de magnesio disponible en el suelo, utilizaremos la concentración obtenida en el análisis, comparándola con la siguiente tabla:

mg de Mg/kg de suelo	Clasificación
<80	Muy pobre
80-300	Pobre
300-600	Medio
600-900	Rico
>900	Muy rico

Tabla 12. Clasificación en función contenido magnesio (Urbano Terrón, 2001).

Dado que nuestro suelo tiene una cantidad de 94 mg/kg, será pobre en magnesio. En el apartado de fertilización y enmiendas será preciso valorar si es necesario realizar enmiendas magnésicas para aumentar su nivel.

4 ANÁLISIS ORIGINALES

A continuación, se adjunta una copia del análisis del suelo realizado por el laboratorio agroambiental del Gobierno de Aragón:



Departamento de Desarrollo Rural
 y Sostenibilidad
LABORATORIO AGROAMBIENTAL
 Av. Montañana, 1005
 Telef. 976 716 480
 Fax. 976 716 487
 50071 ZARAGOZA

Fecha de entrada 08/06/2018
 Su referencia 1
 Número de registro 20180001972
 Análisis Control interno
 Copia boletín nº 0



Los ensayos marcados (*) no están amparados por la acreditación de ENAC

BOLETIN DE ANALISIS

Muestra de (según declaración del cliente) Suelo.
 SUELO 0-30
 Remitida por DGA - LABORATORIO AGROAMBIENTAL. NIF o CIF S-5011001-D
 Avda. Montañana 1005. 50071 (ZARAGOZA)
 Contenedora en BOLSA DE PLASTICO
 Observaciones JOSE ANTONIO LACAMBRA ASÍN. A/A JESÚS BETRÁN

Fecha de inicio de los análisis: 25/06/2018 Fecha de finalización de los análisis: 10/07/2018

<u>DETERMINACIONES REALIZADAS</u>	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre
TEXTURA (CRITERIO U.S.D.A.) (Resultados sobre masa seca al aire)				
* Arena total (0,05 - 2 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	27,07	
* Limo grueso (0,02 - 0,05 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	15,19	
* Limo fino (0,002 - 0,02 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	36,03	
* Arcilla (< 0,002 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	21,71	
CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (Resultados sobre masa seca al aire)				
* Humedad retenida a 1/3 de atmósfera (Capacidad Campo).	GRAVIMETRÍA	% p/p	20,06	
* Humedad retenida a 15 atmósferas (Punto Marchitez).	GRAVIMETRÍA	% p/p	7,81	
FERTILIDAD (Resultados expresados sobre masa seca al aire)				
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	MT-SUE-007		8,7	± 0,5
Prueba previa de salinidad (C.E. 1:5 a 25°C) por electrometría.	Orden 05/12/75	dS/m	0,2	± 0,03
Materia orgánica oxidable por espectrofotometría.	MT-SUE-002	g/100g	1,36	± 0,17
Fósforo soluble en bicarbonato sódico (Olsen) por espectrofo.	MT-SUE-003	mg/kg	12	± 2
Potasio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	124	± 21
Nitrógeno en forma de nitratos (N-NO3) por espectrofotomet.	MT-SUE-005	mg/kg	13	± 2
MINERALES NO SILICATADOS (Resultados sobre masa seca al aire)				
Carbonato cálcico equivalente por volumetría.	MT-SUE-004	g/100g	44	± 6
Caliza activa por volumetría.	MT-SUE-006	g/100g	5,58	± 0,45
CATIONES DE CAMBIO (Resultados sobre masa seca al aire)				
Magnesio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	80	± 17

OBSERVACIONES SOBRE RESULTADOS



Departamento de Desarrollo Rural
y Sostenibilidad

LABORATORIO AGROAMBIENTAL
Av. Montaña, 1005
Telef. 976 716 480
Fax. 976 716 487
50071 ZARAGOZA

Fecha de entrada 08/06/2018
Su referencia 1
Número de registro 20180001972
Análisis Control interno
Copia boletín nº 0



Los ensayos marcados (*) no están amparados por la acreditación de ENAC

BOLETIN DE ANALISIS

Zaragoza, a 10 de julio de 2018

V.º B.º El Director

Nicolás Abancens Tejero



El Responsable Técnico

María Patrocinio Catalán

- NOTAS:**
- El Laboratorio garantiza que estos resultados corresponden a la muestra aportada por el cliente.
 - En ensayos cuantitativos, la incertidumbre asociada está calculada y a disposición del cliente. Nivel de confianza 95 % (k=2).
 - Este informe no debe reproducirse sin la autorización por escrito del Laboratorio.



Departamento de Desarrollo Rural
 y Sostenibilidad
LABORATORIO AGROAMBIENTAL
 Av. Montañana, 1005
 Telef. 976 716 480
 Fax. 976 716 487
 50071 ZARAGOZA

Fecha de entrada 08/06/2018
 Su referencia 2
 Número de registro 20180001973
 Análisis Control interno
 Copia boletín nº 0



Los ensayos marcados (*) no están amparados por la acreditación de ENAC

BOLETIN DE ANALISIS

Muestra de (según declaración del cliente) Suelo.
 SUELO 30-60
 Remitida por DGA - LABORATORIO AGROAMBIENTAL. NIF o CIF S-5011001-D
 Avda. Montañana 1005. 50071 (ZARAGOZA)
 Contenida en BOLSA DE PLASTICO
 Observaciones JOSE ANTONIO LACAMBRA ASÍN. A/A JESÚS BETRÁN

Fecha de inicio de los análisis: 25/06/2018 Fecha de finalización de los análisis: 10/07/2018

<u>DETERMINACIONES REALIZADAS</u>	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre
TEXTURA (CRITERIO U.S.D.A.) (Resultados sobre masa seca al aire)				
* Arena total (0,05 - 2 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	22,02	
* Limo grueso (0,02 - 0,05 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	14,29	
* Limo fino (0,002 - 0,02 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	39,48	
* Arcilla (< 0,002 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	24,21	
CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (Resultados sobre masa seca al aire)				
* Humedad retenida a 1/3 de atmósfera (Capacidad Campo).	GRAVIMETRÍA	% p/p	19,93	
* Humedad retenida a 15 atmósferas (Punto Marchitez).	GRAVIMETRÍA	% p/p	7,45	
FERTILIDAD (Resultados expresados sobre masa seca al aire)				
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	MT-SUE-007		8,9	± 0,5
Prueba previa de salinidad (C.E. 1:5 a 25°C) por electrometría.	Orden 05/12/75	dS/m	0,1	± 0,01
Materia orgánica oxidable por espectrofotometría.	MT-SUE-002	g/100g	0,97	± 0,12
Fósforo soluble en bicarbonato sódico (Olsen) por espectrofo.	MT-SUE-003	mg/kg	5	± 0,8
Potasio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	94	± 16
Nitrógeno en forma de nitratos (N-NO3) por espectrofotomet.	MT-SUE-005	mg/kg	8	± 1,1
MINERALES NO SILICATADOS (Resultados sobre masa seca al aire)				
Carbonato cálcico equivalente por volumetría.	MT-SUE-004	g/100g	35	± 5
Caliza activa por volumetría.	MT-SUE-006	g/100g	5,80	± 0,46
CATIONES DE CAMBIO (Resultados sobre masa seca al aire)				
Magnesio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	94	± 20

OBSERVACIONES SOBRE RESULTADOS



Departamento de Desarrollo Rural
y Sostenibilidad

LABORATORIO AGROAMBIENTAL
Av. Montaña, 1005
Telef. 976 716 480
Fax. 976 716 487
50071 ZARAGOZA

Fecha de entrada 08/06/2018
Su referencia 2
Número de registro 20180001973
Análisis Control interno
Copia boletín nº 0



Los ensayos marcados (*) no están amparados por la acreditación de ENAC

BOLETIN DE ANALISIS

Zaragoza, a 10 de julio de 2018

V.º B.º El Director

Nicolás Abancens Tejero



El Responsable Técnico

María Patrocinio Catalán

- NOTAS:**
- El Laboratorio garantiza que estos resultados corresponden a la muestra aportada por el cliente.
 - En ensayos cuantitativos, la incertidumbre asociada está calculada y a disposición del cliente. Nivel de confianza 95 % (k=2).
 - Este informe no debe reproducirse sin la autorización por escrito del Laboratorio.



Departamento de Desarrollo Rural
 y Sostenibilidad
 LABORATORIO AGROAMBIENTAL
 Av. Montañana, 1005
 Telef. 976 716 480
 Fax. 976 716 487
 50071 ZARAGOZA

Fecha de entrada 08/06/2018
 Su referencia 3
 Número de registro 20180001974
 Análisis Control interno
 Copia boletín nº 0



Los ensayos marcados (*) no están amparados por la acreditación de ENAC

BOLETIN DE ANALISIS

Muestra de (según declaración del cliente) Suelo.
 SUELO 60-90
 Remitida por DGA - LABORATORIO AGROAMBIENTAL. NIF o CIF S-5011001-D
 Avda. Montañana 1005. 50071 (ZARAGOZA)
 Contenida en BOLSA DE PLASTICO
 Observaciones JOSE ANTONIO LACAMBRA ASÍN. A/A JESÚS BETRÁN

Fecha de inicio de los análisis: 25/06/2018 Fecha de finalización de los análisis: 10/07/2018

DETERMINACIONES REALIZADAS	Método	Unidad	Resultado	Incertidumbre
TEXTURA (CRITERIO U.S.D.A.) (Resultados sobre masa seca al aire)				
* Arena total (0,05 - 2 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	27,54	
* Limo grueso (0,02 - 0,05 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	14,97	
* Limo fino (0,002 - 0,02 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	36,97	
* Arcilla (< 0,002 mm.).	SEDIMENTACION	% p/p	20,52	
CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE HUMEDAD (Resultados sobre masa seca al aire)				
* Humedad retenida a 1/3 de atmósfera (Capacidad Campo).	GRAVIMETRÍA	% p/p	17,56	
* Humedad retenida a 15 atmósferas (Punto Marchitez).	GRAVIMETRÍA	% p/p	6,24	
FERTILIDAD (Resultados expresados sobre masa seca al aire)				
pH al agua 1:2,5 por potenciometría	MT-SUE-007		9,0	± 0,5
Prueba previa de salinidad (C.E. 1:5 a 25°C) por electrometría.	Orden 05/12/75	dS/m	0,1	± 0,01
Materia orgánica oxidable por espectrofotometría.	MT-SUE-002	g/100g	0,57	± 0,07
Fósforo soluble en bicarbonato sódico (Olsen) por espectrofo.	MT-SUE-003	mg/kg	3	± 0,5
Potasio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	68	± 11
Nitrógeno en forma de nitratos (N-NO3) por espectrofotomet.	MT-SUE-005	mg/kg	30	± 4
MINERALES NO SILICATADOS (Resultados sobre masa seca al aire)				
Carbonato cálcico equivalente por volumetría.	MT-SUE-004	g/100g	35	± 5
Caliza activa por volumetría.	MT-SUE-006	g/100g	5,88	± 0,47
CATIONES DE CAMBIO (Resultados sobre masa seca al aire)				
Magnesio (extracto acetato amónico) por ICP-OES.	MT-SUE-008	mg/kg	94	± 20

OBSERVACIONES SOBRE RESULTADOS



Departamento de Desarrollo Rural
y Sostenibilidad
LABORATORIO AGROAMBIENTAL
Av. Montañana, 1005
Telef. 976 716 480
Fax. 976 716 487
50071 ZARAGOZA

Fecha de entrada 08/06/2018
Su referencia 3
Número de registro 20180001974
Análisis Control interno
Copia boletín nº 0



Los ensayos marcados (*) no están amparados por la acreditación de ENAC

BOLETIN DE ANALISIS

V.º B.º El Director

Nicolás Abancens Tejero



Zaragoza, a 10 de julio de 2018

El Responsable Técnico

María Patrocinio Catalán

- NOTAS:**
- El Laboratorio garantiza que estos resultados corresponden a la muestra aportada por el cliente.
 - En ensayos cuantitativos, la incertidumbre asociada está calculada y a disposición del cliente. Nivel de confianza 95 % (k=2).
 - Este informe no debe reproducirse sin la autorización por escrito del Laboratorio.

ANEJO 4. CALIDAD DE AGUA

1 ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Resultados del análisis de agua	1
3	Interpretación de los resultados.....	2
3.1	Índices de primer grado	2
3.1.1	El pH.....	2
3.1.2	Conductividad eléctrica	2
3.1.3	Contenido total en sales	3
3.1.4	Presión osmótica del agua	3
3.1.5	Iones presentes en el agua	3
3.2	Índices de segundo grado	4
3.2.1	Relación de absorción de sodio (SAR).....	4
3.2.2	Relación de sodio	5
3.2.3	Relación de calcio	5
3.2.4	Dureza del agua	5
3.2.5	Coficiente alcalimétrico. Índice de Scout.....	6
3.2.6	Carbonato sódico residual (Earton).....	6
4	CLASIFICACION DEL AGUA	7
4.1	Normas H. Greene (FAO).....	7
4.2	Normas Riverside	8
4.3	Normas Wilcox	9
5	Conclusiones	10

1 INTRODUCCIÓN

El agua es clave para la nutrición de las plantas. En ella se pueden encontrar diversas concentraciones de sustancias disueltas, y de estas concentraciones depende la calidad de la misma para su uso. Dicha calidad afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo, por lo que es imprescindible un análisis de agua.

El agua que va a ser utilizada para regar la parcela procede de un pozo situado al noroeste de la parcela. Este pozo se nutrirá de agua procedente de un manantial de agua subterránea, un acuífero confinado, del que se abastecen algunos pueblos cercanos (como Pueyo de Marguillen) y que incluso daba servicio a una planta embotelladora de agua. Para el presente anejo se emplearán los datos de análisis de la calidad del agua llevados a cabo por la Confederación Hidrográfica del Ebro, que están accesibles en su página web.

2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE AGUA

Las analíticas del agua se muestran en la Tabla 1, en la que se reflejan los aspectos más importantes a tener en cuenta para la calidad en un agua de riego.

Parámetro	Valor	Unidades
Alcalinidad	195,57	mg/L CO ₃ Ca ⁻
Amonio total	0,0190	mg/L NH ₄ ⁺
Boro	<0,005	mg/L
Calcio	46,40	mg/L Ca ²⁺
Cloruros	<7,0	mg/L Cl ⁻
Conductividad a 20°C	269,00	µS/cm
Fosfatos	0,00198	mg/L PO ₄ ³⁻
Fosforo total	0,01321	mg/L P
Magnesio	0,02	mg/L Mg ²⁺
Carbonatos	26,0	mg/L CO ₃ Ca ⁻
Bicarbonatos	88,0	mg/L CO ₃ Ca ⁻
Nitratos	0,87	mg/L NO ₃
Oxígeno disuelto	7,07	mg/L O ₂
Oxígeno disuelto	90,00	% sat.
pH	7,20	--
Sodio	4,1	mg/L
Sólidos en suspensión	<5	mg/L
Sulfatos	17,2	mg/L SO ₄ ²⁻
Plomo	<0,0005	mg/L
Zinc	<0,025	mg/L

Tabla 1. Resultados del análisis de agua (Fuente: C.H.E.)

3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 ÍNDICES DE PRIMER GRADO

3.1.1 El pH

La medición del pH del agua de riego y de la solución del suelo tiene gran importancia, y puede determinar el éxito o el fracaso de la cosecha.

El pH del agua es el que determina su acidez o basicidad y sirve para detectar posibles contaminantes presentes en esta.

El intervalo óptimo de pH se suele encontrar entre 7 y 8, y en el caso del agua empleada para nuestro riego obtiene un **pH de 7,2**, que no debería causar problemas al ser un valor muy próximo al óptimo.

3.1.2 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para dejar pasar libremente la corriente eléctrica, de forma que cuanto mayor sea el contenido de sales solubles ionizadas, mayor será su valor. Este contenido suele ser peligroso cuando pasa por encima de 1 g/L (Cánovas Cuenca, 1986), contabilizándose en esta cifra todos los iones existentes en el agua.

Como la temperatura influye en esta determinación y con fin de obtener resultados homogéneos se refieren todas las medidas a 25 °C. Como el dato que tenemos del análisis es a 20°C, utilizaremos un factor de conversión para expresarlo a 25 °C:

$$CE_{25}=CE_{20}\times ft$$

siendo:

- ft: factor de conversión= 1,112
- CE₂₀: conductividad eléctrica a 20 °C
- CE₂₅: conductividad eléctrica a 25 °C

$$CE_{25}=269\times 1,112=299,13 \mu S/cm$$

En la Tabla 2 se muestran los valores de conductividad eléctrica y el riesgo de salinización del suelo que puede provocar.

Conductividad eléctrica (μS/cm)	Riesgo
0-250	Bajo
250-750	Medio
750-2250	Alto
>2250	Muy alto

Tabla 2. Rangos de conductividad eléctrica y niveles de riesgo (Cánovas Cuenca, 1986)

En nuestro caso el agua empleada para el riego conlleva un **riesgo medio-bajo**.

3.1.3 Contenido total en sales

Uno de los problemas más importantes desde el punto de vista del riego es el contenido en sales del agua. Contenidos de sales altos dificultan que las plantas absorban agua del suelo. Dicho contenido se averigua a partir de la conductividad eléctrica, comentada en el apartado anterior.

La cantidad de sales disueltas e ionizables en el agua es proporcional a la cantidad de corriente que pasara a través de esta. Como la mayoría de las sales de interés son muy solubles e ionizables, también se ha llegado a la siguiente relación para calcular el contenido total de sales:

$$S.T. = CE \times K$$

siendo:

- S.T.: concentración en sales totales (ppm o mg/L)
- CE: conductividad eléctrica a 25 °C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- K: constante de proporcionalidad (0.64)

Con lo cual tenemos que:

$$S.T. = 299.13 \times 0.64 = 191,4 \text{ mg/L} = \mathbf{0,1914 \text{ g/L}}$$

3.1.4 Presión osmótica del agua

La conductividad eléctrica (CE) y la presión osmótica del agua están directamente relacionadas. A medida que aumenta la concentración salina del agua, aumenta su presión osmótica. Podemos ver la relación lineal en la siguiente expresión que las relaciona:

$$P_0 = 0.36 \times CE$$

en la que:

- P_0 : presión osmótica (en atmósferas)
- CE: conductividad eléctrica a 25 °C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

$$P_0 = 0,36 \times 0,29913 = \mathbf{0,1077 \text{ atm}}$$

Iones presentes en el agua

3.1.4.1 Nitratos

Como el agua presenta $< 1 \text{ mg/L NO}_3$, se considera un agua **apta** para el riego.

3.1.4.2 Cloruros

La presencia de altas concentraciones de ion cloruro en las aguas hace que los cultivos se vean afectados por clorosis foliares, que se verían acentuadas en las partes más iluminadas, y que pueden degenerar en necrosis de los bordes foliares. Se señala como límite de tolerancia para aguas de riego $0,5 \text{ g/L}$, aunque depende del tipo de suelo.

En nuestro caso el agua tiene un contenido $< 7,0 \text{ mg/L Cl}$, por lo que es agua **apta** en ese aspecto.

3.1.4.3 Contenido en sulfatos

La presencia de sulfatos en el agua de riego puede dar lugar a problemas de corrosión de las conducciones cuando en su fabricación ha intervenido el cemento. Para prever esto, conviene utilizar cementos no susceptibles a tal efecto. El riesgo de corrosión es grande cuando el contenido en este ion en el agua de riego es del orden de 300-400 mg/L. En nuestro caso el contenido es de 17,2 mg/L, con lo que **no hay riesgo**.

Aparte de lo anterior, la presencia de sulfatos generalmente no da lugar a problemas en instalaciones de riego por goteo, ni tampoco afecta a los vegetales.

3.1.4.4 Contenido en boro

Es un elemento tóxico a niveles que algunos autores sitúan en 0,5 mg/L, no siendo aconsejable utilizar aguas que superen los 2,5 mg/L. En nuestro caso, el agua a utilizar contiene <0,005 mg/L de boro, por lo tanto se considera **apta** para el riego.

3.2 ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO

Los índices de segundo grado están diseñados para medir el efecto combinado de dos o más sustancias que se hallan disueltas en el agua de riego.

3.2.1 Relación de absorción de sodio (SAR)

Hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran el ion sodio y los iones calcio y magnesio. El efecto del sodio degradando la estructura del suelo se contrarresta con la acción del calcio.

Para prever la degradación que puede provocar una determinada agua de riego, se calcula el índice S.A.R., que aporta información acerca del promedio de uno u otro efecto a la vista de la composición iónica del agua. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$SAR = \frac{Na \text{ (meq/l)}}{\sqrt{\frac{Ca \text{ (meq/l)} + Mg \text{ (meq/l)}}{2}}}$$

por lo tanto, tenemos que:

- Calcio: $\frac{46,40 \text{ mg}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ meq}}{0,02004 \text{ g}} = 2,315 \text{ meq/L}$
- Magnesio: $\frac{0,02 \text{ mg}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ meq}}{0,01216 \text{ g}} = 0,0016 \text{ meq/L}$
- Sodio: $\frac{4,1 \text{ mg}}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ meq}}{0,02300 \text{ g}} = 0,178 \text{ meq/L}$

$$SAR = \frac{0,178}{\sqrt{\frac{2,315 + 0,0016}{2}}} = 0,158$$

Cuando al analizar un agua nos encontramos valores de SAR superiores a 10, podemos decir que es alcalinizante, siendo mayor este riesgo cuanto mayor sea este valor. Con el valor de SAR obtenido (**0,158**), el **riesgo es bajo**, por lo que es un agua óptima para el riego.

3.2.2 Relación de sodio

Este parámetro permite estimar el riesgo de alcalinización mediante la relación de cationes sodio, magnesio y calcio. Muestra el contenido de ion sodio que hay en un agua respecto a los restantes cationes, y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$RS = \frac{Na^+}{Mg^{2+} + Na^+ + Ca^{2+}}$$

Sustituyendo en la expresión anterior los valores de meq calculados en el apartado de SAR, obtenemos que la relación de sodio es el **7,14%**, por lo que se considera agua **apta** para el riego.

3.2.3 Relación de calcio

Del mismo modo que la relación del sodio, muestra la relación del calcio en comparación con el resto de cationes. Se emplea la siguiente formula:

$$RCa = \frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+} + Na^+ + Ca^{2+}}$$

El valor de la relación de calcio es un **92,8%**, lo que implica que es **apta** para el riego, puesto que supera el 35% que se establece como valor límite.

3.2.4 Dureza del agua

Otro índice que se suele estudiar en los análisis de aguas es el grado de dureza, que se refiere al contenido en calcio de estas. En general, las aguas muy duras son poco recomendables en suelos fuertes y compactos. Una forma de disminuir la dureza del agua es airearla, ya que de esta forma se puede inducir la precipitación del calcio.

El cálculo de la dureza del agua, expresada en grados franceses, se hace aplicando la siguiente fórmula:

$$GHF = \frac{2,5Ca^{2+} \left(\frac{mg}{l}\right) + 4,12Mg^{2+} \left(\frac{mg}{l}\right)}{10}$$

Sustituyendo los valores de Ca^{2+} y Mg^{2+} , obtenemos un grado de dureza de **11,6**.

Tipo de agua	G.H.F.
Muy dulce	<7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente Dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

Tabla 3. Tipo de agua según grados hidrotimétricos franceses (GHF)

Según los grados obtenidos por la formula y comparando con la Tabla 3, podemos decir que el agua es **dulce**.

3.2.5 Coeficiente alcalimétrico. Índice de Scout

Este índice se define como la altura de agua, en pulgadas, que después de la evaporación dejaría en un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor, álcali suficiente para imposibilitar el desarrollo normal de las especies vegetales más sensibles.

El cálculo del mismo se diferencia según los siguientes casos:

1. Si $|Na^+| - 0,65 |Cl^-| \leq 0$, el índice alcalimétrico tiene el siguiente valor:

$$k_1 = \frac{2.040}{|Cl^-|}$$

2. Si $|Na^+| - 0,65 |Cl^-|$ es positivo pero no mayor que $0,48 |SO_4^{2-}|$, el coeficiente adopta el valor de:

$$k_2 = \frac{6.620}{|Na^+| + 2,6|Cl^-|}$$

3. Si $|Na^+| - 0,65 |Cl^-| - 0,48 |SO_4^{2-}|$ es positivo, el valor del coeficiente será:

$$k_3 = \frac{662}{|Na^+| + 0,32|Cl^-| - 0,43|SO_4^{2-}|}$$

En los cálculos se expresan los distintos iones en mg/L.

Para nuestro caso tenemos que:

$$|Na^+| - 0,65 |Cl^-| = 4,1 - 0,65 \times 7 = -0,45$$

Como es un valor negativo, estamos en el primer caso, con lo que el coeficiente se calculará de la siguiente forma:

$$k_1 = \frac{2.040}{|Cl^-|}$$

Sustituyendo obtenemos un valor de $k_1 = 291,42$

Calidad de agua	Valores de k
Buena	Mayor de 18
Tolerable	Entre 18 y 6
Mediocre	Entre 6 y 1,2
Mala	Menor de 1,2

Tabla 4. Calidad agua según índices de Scout

Con el valor de k calculado y según la Tabla 4, tenemos que el agua de riego se considera un agua **buena**.

3.2.6 Carbonato sódico residual (Earton)

Otro índice que aporta información sobre la acción degradante del agua es el denominado carbonato sódico residual (C.S.R.), que se calcula con la siguiente fórmula, en la que los iones se expresan en meq/L:

$$C.S.R. = (|CO_3^{2-}| + |CO_3H^-|) - (|Ca^{2+}| + |Mg^{2+}|)$$

Tipo de agua	C.S.R.
Recomendable	< 1,25
Poco recomendable	1,25-2,5
No recomendable	>2,5

Tabla 5. Clasificación de agua según C.S.R.

En nuestro caso tenemos:

- $CO_3^{2-} = 26 \text{ mg/L} \times 1 \text{ g/1000 mg} \times 1 \text{ meq/0,03000 g} = 0,867 \text{ meq/L}$
- $CO_3H^{-} = 88 \text{ mg/L} \times 1 \text{ g/1000 mg} \times 1 \text{ meq/0,06100 g} = 1,44 \text{ meq/L}$
- $Ca^{2+} = 46,6 \text{ mg/L} \times 1 \text{ g/1000 mg} \times 1 \text{ meq/0,02004 g} = 2,315 \text{ meq/L}$
- $Mg^{2+} = 0,02 \text{ mg/L} \times 1 \text{ g/1000mg} \times 1 \text{ meq/0,01216 g} = 0,0016 \text{ meq/L}$

Sustituyendo los valores en la formula obtenemos C.S.R. = -0,0096; por lo tanto, estamos ante un agua recomendable según la Tabla 5.

4 CLASIFICACIÓN DEL AGUA

Las normas que a continuación se exponen se basan en la utilización combinada de algunos índices antes descritos. Se adjuntan gráficos correspondientes a la vista de los cuales su interpretación es inmediata.

4.1 NORMAS H. GREENE (FAO)

Fueron preparadas por H. Greene para la FAO; en ellas se toma como base la concentración total de las aguas expresada en miliequivalentes por litro con relación al porcentaje de sodio. Este porcentaje se calcula respecto al contenido total de cationes expresados en meq/L. Es decir:

$$[Na^{+}] \times 100 / \Sigma [\text{Cationes}]$$

$$[Na^{+}] \times 100 / \Sigma [\text{Cationes}] = [Na^{+}] * 100 / ([Na^{+}] + [Mg^{2+}] + [Ca^{2+}]) = \frac{0,178}{0,178 + 0,0016 + 2,315} \times 100 = 7,14\%$$

$$\text{Sales (meq/L)} = \Sigma [\text{Cationes}] + \Sigma [\text{Aniones}]$$

$$\text{Sales (meq/L)} = \Sigma [\text{Cationes}] + \Sigma [\text{Aniones}] = 2,32 + [0,197 + 0,867 + 1,44 + 0,358] = 5,182 \text{ meq/L}$$

Con estos resultados obtenidos, nos vamos a la Figura 1 para interpretar los resultados, y nos da un agua de **buena calidad** para nuestro riego.



Figura 1. Diagrama para la interpretación del valor de un agua de riego (H. Greene, F.A.O.)

4.2 NORMAS RIVERSIDE

Tienen en cuenta la conductividad eléctrica y el S.A.R. Según estos dos índices, se establecen categorías o clases de aguas, enunciadas según las letras C y S (primeras iniciales de cada uno de los índices escogidos) afectadas de un subíndice numérico cuyo valor aumenta conforme al índice respectivo.

En la Figura 2 estos subíndices varían entre 1 y 4, tanto para la conductividad como para el S.A.R., de manera que un agua estará calificada con la siguiente notación:

- C_iS_j , en la que i y j toman valores de 1-4.

Igualmente, en la Figura 2 se establecen calificaciones correspondientes a cada caso; como norma general, a medida que los subíndices toman valores más altos, la calidad del agua es peor.

Tenemos:

- Conductividad eléctrica a 25 °C: 299,13 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- S.A.R.: 0,158

Con estos valores vamos a la Figura 2 y señalamos en el eje de abscisas los 299,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en el de ordenadas el valor de 0,158 del S.A.R. Obtenemos una calificación para el agua C_2S_1 , que indica un **riesgo medio de salinización** del suelo y un **riesgo bajo de alcalinización**. El agua es de **buena calidad y apta para el riego**.

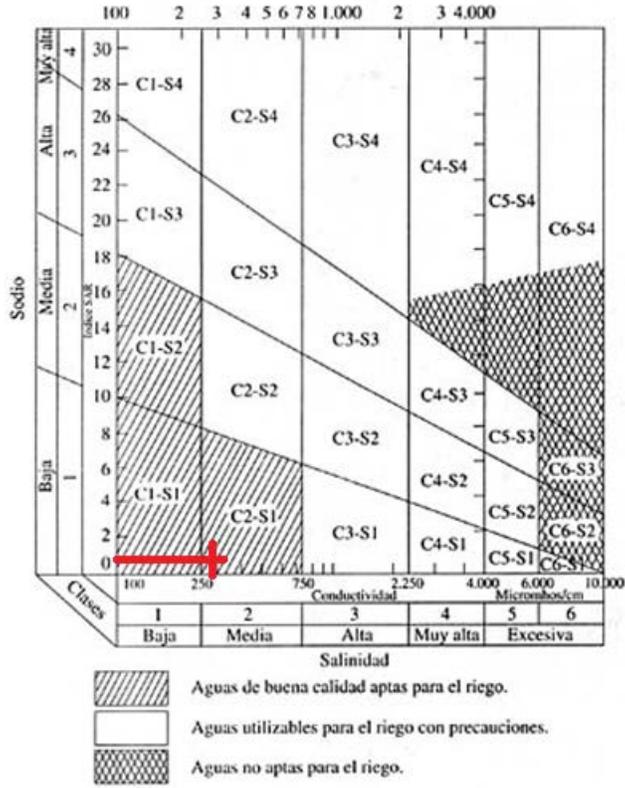


Figura 2. Normas Riverside. Diagrama clasificación de aguas de riego

4.3 NORMAS WILCOX

Considera como índices para la clasificación de las aguas el porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica.

Primero calculamos el porcentaje de sodio, ya calculado en el apartado de normas H. Greene: 7,14%. Con este valor y el de conductividad eléctrica a 25 °C (299,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$) vamos a la Figura 3 y obtenemos un **agua excelente a buena** para el riego.

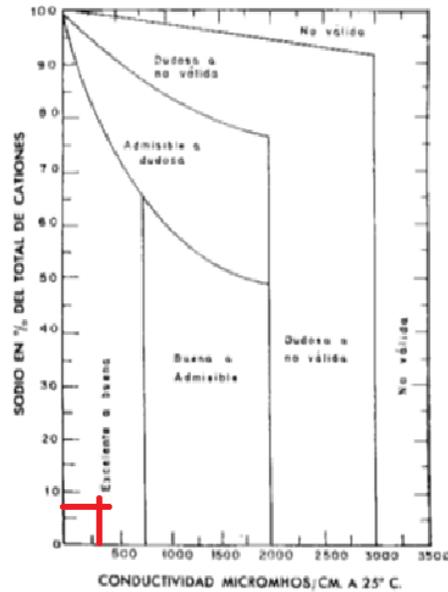


Figura 3. Normas de L. V. Wilcox. Diagrama para la interpretación del valor de un agua de riego

5 CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se puede decir que es un agua apta para el riego, con un pH ligeramente básico. Además, es un agua con una conductividad eléctrica baja, debido a que no tiene muchas sales disueltas (al estar relativamente cerca del nacimiento del río y en su recorrido pocas sales ha podido disolver).

La concentración de otros iones hay que tenerla en cuenta, pero no hay ninguno que destaque por encima de los demás ni que pueda provocar problemas.

El S.A.R. de esta agua es muy bajo, lo que implica que es un agua con baja alcalinidad y que se puede emplear en la mayor parte de los suelos. En cuanto a la relación de sodio y de calcio, se puede decir que son correctas, ya que superan los valores límites que se establecen para la calidad en aguas destinadas al riego de los cultivos.

En cuanto a la dureza del agua, tenemos un agua dulce, por lo que no se consideran tratamientos para corregir este valor.

Por último, se ha clasificado el agua en función de distintas normas de distintos autores, que se reflejan en la Tabla 6 a modo resumen.

Método	Clasificación
H. Greene	Agua de buena calidad
Riverside	Agua de buena calidad
L. V. Wilcox	Agua excelente

Tabla 6. Comparativa clasificación de aguas según varias normas y autores

ANEJO 5. NORMATIVA PRODUCCIÓN INTEGRADA

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Disposiciones	1
3	INSTALACIONES, EQUIPOS Y PROTECCIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES	2
3.1	En campo.....	2
3.1.1	Almacenes de productos fitosanitarios y fertilizantes	2
3.1.2	Equipos para tratamientos.	3
3.1.3	Protección de la seguridad y salud de los trabajadores	3
3.1.4	Transporte del producto vegetal y contenedores	3
4	ASPECTOS PROPIOS DEL CULTIVO	4
4.1	Aspectos agronómicos generales.....	4
4.1.1	Prácticas obligatorias.....	4
4.2	Suelo, preparación del terreno y laboreo	4
4.2.1	Prácticas obligatorias.....	4
4.2.2	Prácticas prohibidas.....	4
4.3	Siembra/plantación.....	5
4.3.1	Prácticas obligatorias.....	5
4.3.2	Práctica prohibida	5
4.4	Fertilización y enmiendas.....	5
4.4.1	Prácticas obligatorias.....	5
4.4.2	Prácticas prohibidas.....	6
4.4.3	Prácticas recomendadas	6
4.5	Poda	6
4.5.1	Prácticas obligatorias.....	6
4.5.2	Prácticas prohibidas.....	6
4.6	Riego.....	6
4.6.1	Prácticas obligatorias.....	6
4.6.2	Prácticas prohibidas.....	7
4.6.3	Prácticas recomendadas	7
4.7	Control Integrado	7
4.7.1	Prácticas obligatorias.....	7
4.7.2	Prácticas prohibidas.....	8
4.7.3	Prácticas recomendadas	9

4.8	Recolección	9
4.8.1	Prácticas obligatorias	9
4.8.2	Prácticas prohibidas.....	9
5	IDENTIFICACION Y TRAZABILIDAD	10
5.1	Prácticas obligatorias	10
6	CERTIFICACION Y CONTROL	10
6.1	Prácticas obligatorias	10

1 INTRODUCCIÓN

ORDEN de 11 de mayo de 2007, del Departamento de Agricultura y Alimentación, por la que se fijan las Normas Generales que deben aplicarse a la producción integrada de vegetales.

El Decreto 223/2002, de 25 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se regula y fomenta la producción integrada de vegetales, establece los principios generales a que debe sujetarse la producción integrada de vegetales, previéndose en el apartado 2 de su Artículo 3 que, por Orden del Consejero competente en materia de Agricultura, podrán desarrollarse y especificarse los principios generales señalados, así como determinar, en el marco de los mismos, las condiciones técnicas específicas para cada cultivo o grupo de cultivos.

Por Orden de 9 de agosto de 2002, del Departamento de Agricultura, se fijaron las Normas Generales a aplicar en la producción integrada de vegetales. Se persiguen, como novedades básicas, una mejora en los requisitos de trazabilidad del producto, así como un mayor conocimiento por los productores de sus recursos edáficos y las implicaciones de éstos en el uso del riego y en los protocolos de abonado. Todo ello en aras de una gestión ambiental que redunde en una mayor protección del recurso agua y en la disminución de emisiones difusas en los retornos de los sistemas agrícolas. Por otra parte, este sistema productivo ha sido regulado por la Ley 9/2006, de 30 de noviembre, de Calidad Alimentaria en Aragón, integrándolo de un modo expreso en su marco de calidad diferenciada.

Las presentes Normas Generales que esta Orden contiene, han sido tenidas en cuenta las orientaciones de la Organización Internacional de la Lucha Biológica, así como los contenidos del denominado Código EUREP de buenas prácticas agrarias acordadas por las grandes cadenas de distribución de alimentos.

2 DISPOSICIONES

1. Las presentes Normas Generales definen las prácticas que, bajo la dirección del responsable técnico, deben cumplir los operadores, especialmente las relativas al material vegetal, fertilizantes, fitosanitarios, gestión de residuos y envases, prevención de riesgos laborales, sanidad y gestión medioambiental del sistema productivo.
2. Estas Normas Generales serán de aplicación a todos los cultivos o grupos de cultivo, si bien, para cada uno de ellos, se publicará una Norma Técnica Específica que regulará detalladamente su producción. Cada cultivo deberá cumplir las Normas Generales, así como su Norma Técnica Específica, entendiéndose que esta última podrá establecer excepciones, para un cultivo concreto, a los criterios establecidos en las presentes Normas Generales.
3. Las Normas Técnicas Específicas que se aprueben para cada cultivo o grupo de cultivos, en el marco de estas Normas Generales, para complementarlas o para fijar intervalos, límites, sistemas o prácticas no definidas en éstas, responderán a las recomendaciones y los principios establecidos en las normas internacionales, si éstas existen y, en otro caso, a las mejores técnicas posibles descritas en la literatura científica y técnica que sean compatibles con la producción integrada de vegetales.
4. Los procedimientos de toma de muestras y los métodos analíticos necesarios para efectuar las determinaciones que se establecen en las normas deberán ser los establecidos oficialmente o, en su

defecto, los aceptados internacionalmente. Las muestras se analizarán y diagnosticarán en laboratorios acreditados o autorizados por la administración.

5. Se entiende por Unidad Homogénea de Cultivo (UHC) la superficie que, por su caracterización según los tipos de suelo, clima, cultivo y, en su caso, riego, sea susceptible de recibir operaciones culturales y técnicas agronómicas similares. En el caso de agrupaciones de productores, podrán existir UHCs que incluyan cultivos o partes de cultivos de varios agricultores.
6. En el artículo 6 del Decreto 223/2002, de 25 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se regula y fomenta la producción integrada de vegetales, se establece el contenido del cuaderno oficial de explotación, que deberá conservarse a disposición de la autoridad competente durante un periodo mínimo de cuatro años.
7. Análogamente al punto anterior, el artículo 7 del referido Decreto 223/2002 establece el contenido del registro general de entradas y salidas, que también deberá conservarse a disposición de la autoridad competente durante un periodo mínimo de cuatro años.

3 INSTALACIONES, EQUIPOS Y PROTECCIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

3.1 EN CAMPO

3.1.1 Almacenes de productos fitosanitarios y fertilizantes

3.1.1.1 *Prácticas obligatorias*

- a) Los fitosanitarios deben almacenarse en su embalaje original, en un lugar seguro, bien ventilado, bien iluminado, y de acuerdo a la legislación vigente.
- b) Los fertilizantes deben almacenarse adecuadamente en un lugar seco, limpio y protegido, donde no haya riesgo de contaminación de las fuentes de agua.
- c) El almacén de fitosanitarios debe poder retener posibles derrames.
- d) El acceso y las llaves del almacén referido en la letra c) anterior, deben estar limitados a los trabajadores con preparación adecuada en el manejo de fitosanitarios.
- e) En los alrededores del almacén de fitosanitarios deben estar fácilmente localizables y disponibles: el protocolo de actuación en caso de accidente, la ubicación más próxima de un teléfono, así como un listado que contenga los números de emergencia.
- f) Solamente deben almacenarse los fitosanitarios autorizados para el uso en los cultivos de la explotación.
- g) Los productos formulados en polvo deben almacenarse en estanterías situadas por encima de los líquidos.
- h) Deben colocarse señales de aviso de peligro en las puertas de acceso al almacén.
- i) Debe conservarse la documentación referente a inventarios, control y rotación de materias activas.

3.1.2 Equipos para tratamientos.

3.1.2.1 *Prácticas obligatorias*

- a) La maquinaria utilizada en la aplicación de productos fitosanitarios, abonados foliares, y otros, deberá encontrarse en el adecuado estado de conservación y funcionamiento.
- b) La maquinaria utilizada en los tratamientos fitosanitarios se someterá a revisión y calibrado periódico. La revisión se efectuará de conformidad con las disposiciones vigentes en la materia. Todos los años, ésta será realizada por el productor.

3.1.3 Protección de la seguridad y salud de los trabajadores

3.1.3.1 *Prácticas obligatorias*

- a) Las instalaciones dispondrán de botiquines de primeros auxilios accesibles a los trabajadores.
- b) La empresa definirá unas normas básicas de higiene que estarán disponibles para el personal, de acuerdo con las características de la explotación.
- c) En el caso de tratamientos fitosanitarios, el aplicador deberá tener la cualificación adecuada.
- d) En caso necesario, y siguiendo para ello las instrucciones que constan en las etiquetas del producto de que se trate, los operarios que manejen fitosanitarios deberán disponer de ropa y equipos adecuados para garantizar su seguridad.
- e) Los lugares destinados a residencia de los trabajadores deberán cumplir con los requisitos de habitabilidad y de servicios mínimos.

3.1.3.2 *Prácticas recomendadas*

- a) Tratar de que siempre esté presente al menos un trabajador que haya recibido formación de primeros auxilios.
- b) Los operarios que trabajen con aplicaciones de fitosanitarios en la explotación deberán realizar un chequeo de salud anualmente.

3.1.4 Transporte del producto vegetal y contenedores

3.1.4.1 *Prácticas obligatorias*

- a) Los vehículos que transporten el material vegetal hacia las instalaciones, deberán estar en adecuadas condiciones de higiene y cargados exclusivamente con productos vegetales.
- b) Cuando se hayan utilizado receptáculos de vehículos o contenedores para el transporte de otra carga distinta que los productos vegetales o para el transporte de otros productos alimenticios, deberá procederse a una limpieza eficaz, entre las cargas, para evitar el riesgo de contaminación.
- c) Los receptáculos y los contenedores de los vehículos utilizados para transportar los productos vegetales deberán encontrarse limpios y en condiciones adecuadas de mantenimiento, a fin de proteger de la contaminación, y estarán diseñados de forma que permitan la limpieza o desinfección adecuada.

4 ASPECTOS PROPIOS DEL CULTIVO

4.1 ASPECTOS AGRONÓMICOS GENERALES

4.1.1 Prácticas obligatorias

- a) En los cultivos sin suelo se dispondrá de instalaciones que permitan la recirculación de los lixiviados.
- b) Los substratos inertes deberán reciclarse, salvo en los casos que por informe suscrito por un técnico competente se establezca que ello no es agronómicamente aconsejable.
- c) Al finalizar el cultivo, los plásticos de acolchado, o de cubiertas de plástico, deberán retirarse para su reciclado o vertido controlado. Práctica prohibida El abandono de restos plásticos, envases y otros residuos en el interior o en los lindes de la parcela. Práctica recomendada En cultivos anuales deberá establecerse un programa de rotación de cultivos de al menos tres hojas. Excepto en cultivos protegidos y arrozales.

4.2 SUELO, PREPARACIÓN DEL TERRENO Y LABOREO

4.2.1 Prácticas obligatorias

- a) Deberá mantenerse y mejorar la fertilidad del suelo mediante:
 - La definición del nivel deseable de materia orgánica y el establecimiento de las medidas adecuadas para su conservación o incremento.
 - La utilización de prácticas agrícolas que eviten la compactación del suelo.
 - El mantenimiento de la protección del suelo, durante el mayor tiempo posible, mediante una cubierta cultivada o no.
- b) Se eliminarán las malas hierbas y restos vegetales de cultivos anteriores en la forma adecuada y con la suficiente antelación, pudiendo quedar sus restos sobre el suelo cuando no representen un riesgo de transmisión de plagas o enfermedades de los vegetales, o en el caso de que se practique agricultura de conservación.
- c) Las labores se realizarán respetando al máximo la estructura del suelo y sin volteo, evitando las escorrentías y los encharcamientos. Asimismo, para la adecuada conservación del suelo se tendrá en cuenta la pendiente y según ésta, se realizará una especial preparación del terreno (en terrazas o bancales) y en su caso se adecuarán las dimensiones y características del alomado con el fin de evitar fenómenos de erosión.

4.2.2 Prácticas prohibidas

- a) La desinfección del suelo mediante tratamientos químicos, salvo casos técnicamente justificados y autorizados por la autoridad competente. Las autorizaciones podrán ceñirse a una determinada zona o región concreta.
- b) La realización de labores orientadas en el sentido de la pendiente. c) La utilización permanente de aperos que destruyan la estructura del suelo y propicien la formación de suelo de labor, excepto en el cultivo de arroz.

4.3 SIEMBRA/PLANTACIÓN

4.3.1 Prácticas obligatorias

- a) Emplear material vegetal procedente de productores oficialmente autorizados y, en su caso, de acuerdo con la normativa de Pasaporte Fitosanitario para los países de la U.E. y la correspondiente a los certificados oficiales para el movimiento de material vegetal desde terceros países.
- b) Conservar las facturas de compra con indicación del lote en el caso de semillas.
- c) Donde haya opción de controlar una plaga o enfermedad mediante tratamiento de semilla o pulverización foliar, siempre se elegirá la primera opción.
- d) En cultivos de hortalizas, la siembra o trasplante se efectuará, como mínimo, una semana después de arrancar el cultivo precedente y realizar las labores de preparación del terreno.
- e) Eliminar previamente a la siembra/plantación todo el material vegetal que presente síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal.

4.3.2 Práctica prohibida

El uso de material de reproducción modificado genéticamente.

4.4 FERTILIZACIÓN Y ENMIENDAS

4.4.1 Prácticas obligatorias

- a) Previamente a la incorporación de cada UHC al programa de producción integrada, deberán realizarse los análisis y caracterizaciones del suelo según se establezca en la correspondiente Norma Técnica Específica.
- b) Las enmiendas orgánicas y minerales se efectuarán en función de los resultados analíticos obtenidos.
- c) La fertilización mineral se efectuará teniendo en cuenta las extracciones del cultivo, el estado nutricional de la planta, el nivel de fertilidad del suelo, las aportaciones efectuadas por otras vías (agua y materia orgánica) y las épocas de aplicación más adecuadas.
- d) El suministro de nutrientes se efectuará vía suelo; excepcionalmente se podrán realizar aplicaciones foliares siempre que sean justificadas.
- e) Para los macronutrientes, se realizará y aplicará un programa de fertilización para cada cultivo de la UHC.
- f) Los oligoelementos solo se aplicarán cuando un análisis previo determine su insuficiencia para los requerimientos reales del cultivo, o por justificación del técnico de la Agrupación de Producción Integrada de Agricultura (APRIA).
- g) Las aplicaciones de fertilizantes de cualquier tipo deben registrarse en el cuaderno de explotación. Estos registros deben incluir como mínimo: ubicación, fecha de aplicación, tipo y cantidad de fertilizante aplicado, el método de aplicación y el operador.
- h) Cuando se utilicen fertilizantes orgánicos, para cada producto y procedencia, se deberá disponer de un análisis del mismo en el que figure los niveles de nutrientes, o bien, se podrán utilizar como valores orientativos los que figuren en publicaciones oficiales.
- i) A efectos de épocas de aplicación de abonado, se agruparán los fertilizantes que aportan nitrógeno de la siguiente forma:
 - Grupo I: Fertilizantes orgánicos residuales con nitrógeno de mineralización lenta: estiércol de bovino, ovino, compost, etc.

- Grupo II: Fertilizantes orgánicos de nitrógeno fácilmente mineralizable: Estiércol fluido de bovino sin cama, de porcino, gallinaza, abonos minerales con nitrógeno de liberación lenta o con inhibidores de actividad enzimática.
- Grupo III: Otros fertilizantes minerales.

4.4.2 Prácticas prohibidas

- a) Superar la cantidad máxima permitida por hectárea y año de nitrógeno total, establecida en cada Norma Técnica Específica.
- b) Aportar nitrógeno sobre aquellas superficies agrarias en las que no vaya a ser absorbido por los cultivos.
- c) El uso como fertilizante de lodos de depuradora o residuos industriales.

4.4.3 Prácticas recomendadas

- a) Los sistemas o maquinaria de aplicación de fertilizantes deben garantizar una exactitud razonable en la aplicación de las dosis de fertilizantes. Es recomendable proceder a su calibración.
- b) Desarrollar un plan de cultivo y de momento de aplicación del fertilizante para asegurarse que la pérdida de nutrientes sea mínima.
- c) Almacenar los abonos orgánicos de manera apropiada para reducir el riesgo de contaminación del medio ambiente.
- d) Con riego localizado, siempre que sea posible, se utilizará el sistema de riego para realizar la fertilización.

4.5 PODA

4.5.1 Prácticas obligatorias

- a) El sistema de poda de cultivos leñosos deberá permitir una buena aireación y penetración de la luz y de los tratamientos, y mantener una adecuada relación hoja/madera.
- b) El exceso de vigor se corregirá dando prioridad a las prácticas culturales: riego, nutrición y poda.
- c) Los cortes realizados en la poda en verde deberán permitir la correcta cicatrización de las heridas. b) Se evitará la propagación de enfermedades a través de los instrumentos de poda.

4.5.2 Prácticas prohibidas

- a) La quema incontrolada de restos de poda.
- b) El abandono de los restos de poda en la parcela, salvo troceado o triturado de los mismos, así como su incorporación al terreno mediante labores.

4.6 RIEGO

4.6.1 Prácticas obligatorias

- a) Disponer de datos analíticos sobre el agua de riego, tomados a nivel de las parcelas de producción integrada, repitiéndose éstos con una periodicidad de 5 años al objeto de tomar las decisiones agronómicas oportunas sobre fertilización, fracciones de lavado, etc. En el caso de las zonas vulnerables establecidas de acuerdo con el Decreto 77/1997, de 27 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma de Aragón y se designan determinadas áreas Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos

procedentes de fuentes agrarias, los análisis se realizarán cada dos años siempre que el agua sea de origen subterráneo. En el caso de agua procedente de acuíferos subterráneos, la toma de la muestra de agua se efectuará después de dejar funcionar un tiempo el sistema de bombeo. En el caso de cambios apreciables en el acuífero o en la fuente de suministro de agua se realizará un nuevo análisis.

- b) Tomar las medidas necesarias para evitar las pérdidas de agua.
- c) En riegos a presión, establecer los volúmenes anuales necesarios mediante el cálculo de las necesidades del cultivo, basándose en datos locales de la evapotranspiración calculada mediante los datos de la estación meteorológica más próxima, así como los referentes a la eficiencia del sistema de riego.
- d) Los volúmenes máximos de cada riego se establecerán en función de la profundidad radicular y de las características físicas del suelo (capacidad de retención de agua disponible para las plantas).
- e) Para la programación de los riegos se seguirán las indicaciones de la Oficina del Regante y métodos técnicamente aceptados.
- f) El sistema de riego deberá diseñarse para cada parcela y garantizará siempre la conservación del suelo.
- g) Deberán utilizarse técnicas de riego que garanticen la mayor eficiencia en el uso del agua y la optimización de los recursos hidráulicos.
- h) Deberá registrarse en el cuaderno de explotación el agua de riego aplicada. En caso de no poder determinar la cantidad exacta, se efectuará una estimación.

4.6.2 Prácticas prohibidas

- a) Utilización de aguas residuales sin depuración previa.
- b) Utilización de aguas caracterizadas por parámetros de calidad intolerables para el cultivo, para el suelo o para la salud pública.
- c) Extraer agua en cantidades que no permitan la sostenibilidad de la fuente.

4.6.3 Prácticas recomendadas

- a) Utilizar métodos de predicción sistemática de las necesidades de agua del cultivo, que ajusten el riego a la previsión de precipitaciones, necesidades de la planta y evapotranspiración.
- b) Realizar un plan de gestión del agua que incluya: sistemas de reutilización, riego nocturno, mantenimiento de equipos de riego para reducir el goteo, almacenaje de invierno, recogida de agua de lluvia de invernaderos y otros.
- c) Disponer de algún tipo de control de humedad del suelo.

4.7 CONTROL INTEGRADO

4.7.1 Prácticas obligatorias

- a) En el control de plagas, enfermedades y malas hierbas, tendrán siempre prioridad los métodos biológicos, biotecnológicos, culturales y físicos respecto a los métodos químicos.
- b) La estimación del riesgo en cada parcela se hará mediante evaluaciones de los niveles poblacionales, estado de desarrollo de las plagas y fauna útil, fenología del cultivo y condiciones climáticas. La aplicación de medidas directas de control de plagas solo se efectuará cuando los niveles poblacionales superen los umbrales de intervención.
- c) En el caso de enfermedades, solo se realizarán los tratamientos si existen las condiciones necesarias para que haya riesgo de infección.

- d) En el caso de resultar necesaria una intervención con productos químicos, las materias activas a utilizar se seleccionarán siguiendo el criterio de elegir aquellos que, proporcionando un control efectivo de la plaga, el patógeno o la mala hierba, tengan el menor peligro para humanos, ganado y medio ambiente en general. Además, se tomarán las medidas oportunas para proteger la flora y la fauna en las inmediaciones de las parcelas y se evitarán las derivas. En todo caso, sólo podrán utilizarse en cada momento productos autorizados para el uso pretendido en el Registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación y aprobados expresamente por las normas técnicas de cada cultivo.
- e) Para evitar riesgos a los operarios, a los consumidores y al medio ambiente, la aplicación de productos químicos se efectuará siempre mediante las técnicas recomendadas en la etiqueta del producto y siguiendo las recomendaciones e instrucciones dictadas por los técnicos responsables.
- f) Cuando se prepare el caldo de productos fitosanitarios, deben seguirse los procedimientos adecuados para su manejo y carga, según se indica en las instrucciones de la etiqueta. La correcta cantidad de caldo para el cultivo a tratar y el tipo de tratamiento propuesto deben calcularse, prepararse exactamente y registrarse.
- g) Para cultivos de recolección continua durante un periodo dilatado de tiempo, debe haber un plan para la protección vegetal que no comprometa los periodos de seguridad. Tal plan debe considerar el uso de delimitadores del campo que distingan claramente las plantas que son para la recolección del resto del cultivo.
- h) Con objeto de disminuir la contaminación proveniente de los restos de fitosanitarios que quedan en los envases, se efectuará tratamiento de triple enjuagado de los mismos. El agua de este enjuagado se añadirá al tanque de aplicación.
- i) En el caso de que quede líquido en el tanque por un exceso de mezcla, o si hay tanques de lavado, éstos deben aplicarse sobre el mismo cultivo siempre que no supere la cantidad de materia activa por hectárea permitida en la autorización del producto.
- j) Debe conservarse un listado actualizado de todas las materias activas que son utilizadas para cada cultivo. Este listado deberá tener en cuenta cualquier cambio en la legislación sobre fitosanitarios. En el caso de producciones para exportación, los productores deben conocer las restricciones de ciertos productos químicos en los países de destino.
- k) Los operadores productores deberán conservar durante cuatro años los resultados de los ensayos de residuos.
- l) Los fitosanitarios caducados y los envases vacíos solamente pueden gestionarse mediante un gestor de residuos autorizado o una compañía proveedora.

4.7.2 Prácticas prohibidas

- a) Utilización de calendarios de tratamientos.
- b) Abandonar el control fitosanitario antes de la finalización del ciclo vegetativo del cultivo.
- c) El empleo de productos fitosanitarios no autorizados en las correspondientes Normas Técnicas Específicas.
- d) El vertido, en el agua y en zonas muy próximas a ella, de líquidos procedentes de la limpieza de la maquinaria de tratamiento.
- e) Aplicar productos fitosanitarios en condiciones meteorológicas desfavorables, para evitar la deriva de los productos.

4.7.3 Prácticas recomendadas

- a) Adoptar estrategias para evitar la aparición de resistencias a cualquier producto fitosanitario.
- b) Evitar la fumigación química de suelos, siempre que sea posible. Antes de recurrir al uso de fumigantes químicos deben explorarse otras alternativas, tales como la rotación de cultivos, barbecho, uso de cultivos resistentes a las enfermedades, esterilización térmica o solar (solarización), y técnicas similares.

4.8 RECOLECCIÓN

4.8.1 Prácticas obligatorias

- a) La recolección se realizará en las fechas y condiciones adecuadas para evitar lesiones en los frutos que reduzcan su calidad y propicien infecciones de patógenos causantes de podredumbres.
- b) Los productos vegetales deberán recolectarse en un estado de madurez que permita alcanzar las exigencias de calidad comercial.
- c) Se eliminarán los productos vegetales que presenten síntomas de presencia de patógenos causantes de podredumbres.
- d) Los productos recolectados, hasta tanto no se envíen al almacén manipulador, se colocarán bajo cubierto, para evitar la incidencia directa de los agentes atmosféricos, y en un lugar con máxima ventilación.
- e) El operador tomará muestras durante la recolección y/o elaboración para analizar la posible presencia de residuos de productos fitosanitarios, con el objetivo de garantizar que se han utilizado exclusivamente las materias activas autorizadas en la estrategia de producción integrada, y que se cumple con el que establece la legislación española en relación con los límites máximos de residuos (LMR) de productos fitosanitarios. Para dar cumplimiento a este precepto, el manipulador que quiera comercializar productos obtenidos bajo normas de producción integrada, deberá realizar obligatoriamente análisis de residuos sobre los productos a comercializar. El número mínimo de análisis será uno por cada 200.000 kg de las cantidades totales de producción integrada comercializadas. Si las cantidades comercializadas no llegan a la cantidad mencionada, se deberá realizar como mínimo un análisis de residuos. El coste de estos análisis los asumirá de manera íntegra y directa el manipulador. La autoridad competente podrá establecer por disposición legislativa la relación de materias activas a determinar en dichos análisis de residuos. En caso de realizar venta directa, el productor está obligado a realizar los análisis de residuos aquí indicados.
- f) Los operarios que realicen la recolección, deben recibir instrucciones básicas sobre higiene antes de manejar productos frescos. También deben conocer su obligación de notificar a la dirección de la empresa cualquier enfermedad contagiosa que pueda incapacitarles para desempeñar su trabajo en las proximidades de los productos destinados al consumo humano.
- g) Los productos vegetales serán identificados correctamente a su llegada al centro de manipulación/almacenaje.

4.8.2 Prácticas prohibidas

- a) Efectuar la recolección cuando los productos vegetales están mojados.
- b) Abandonar el destrío en la parcela si su presencia representa un riesgo para la propagación de plagas o enfermedades de los vegetales.

5 IDENTIFICACION Y TRAZABILIDAD

5.1 PRÁCTICAS OBLIGATORIAS

- a) En cada centro de recepción y/o manipulación debe existir un registro general de entradas, en el que figure el productor, el producto, la cantidad de producto, la parcela de origen y la fecha de entrada.
- b) Se dispondrá de un sistema documentado e implantado de trazabilidad.
- c) Los productos amparados por esta norma serán identificados y tratados en todo momento del proceso técnico, administrativo y de comercialización como un producto distinto del resto de los productos manipulados por la empresa.

6 CERTIFICACION Y CONTROL

6.1 PRÁCTICAS OBLIGATORIAS

- a) Al iniciarse la aplicación del régimen de control, tanto el operador como la entidad de certificación y control deberán: – Hacer una descripción completa de la unidad homogénea de cultivo, de las parcelas de producción y, en su caso, de las instalaciones donde se efectúen determinadas operaciones de manipulación, envasado y etiquetado. – Determinar todas las medidas concretas que debe adoptar el operador en su unidad de cultivo e instalaciones para garantizar el cumplimiento de las disposiciones de la normativa de producción integrada. – Documentar la fecha en que por última vez se hayan aplicado en las parcelas de producción productos cuya utilización sea incompatible con lo dispuesto en las Normas Técnicas Específicas. – Asumir el compromiso del operador de realizar sus actividades de acuerdo con lo dispuesto en las Normas Técnicas Específicas y de aceptar, en caso de infracción, la aplicación de las medidas correctoras correspondientes. – La entidad de certificación y control deberá comprobar en su primera inspección que el operador ha realizado todo lo indicado en este punto.
- b) La producción deberá llevarse de forma que se cumplan todas las obligaciones incluidas en el Decreto 223/2002, especialmente las especificadas en el punto c del artículo 6.
- c) Durante los procesos de manipulación, envasado y etiquetado, los productos obtenidos bajo las normas de producción integrada deberán estar claramente separados de los obtenidos por otros sistemas de producción.
- d) Con anterioridad a la fecha fijada por la autoridad competente, el operador deberá notificar anualmente a la entidad de certificación y control correspondiente su programa de producción, detallándolo por parcela en su caso.
- e) El operador deberá llevar el registro de entradas y salidas mediante anotaciones y documentos que permita a la entidad de certificación y control localizar el origen, la naturaleza y las cantidades de todas las materias primas adquiridas, así como conocer la utilización que se ha hecho de las mismas y las cantidades y los destinatarios de todos los productos agrarios vendidos. Cuando se trate de ventas directas al consumidor final, se podrá realizar una única anotación por producto y día.
- f) En las visitas de inspección, sin previo aviso o programadas, podrán tomarse muestras. En cualquier caso, dichas muestras deberán tomarse cuando existan indicios de que se haya utilizado un producto no autorizado. Después de cada visita deberá levantarse un acta de inspección, que también será firmada en su caso por el operador o responsable técnico de la explotación o instalación controlada.

- g) Se tomarán muestras en el periodo de recolección o elaboración, para analizar la posible presencia de residuos fitosanitarios y que se cumple con lo establecido en la legislación española en relación con los límites máximos de residuos (LMR) de productos fitosanitarios
- h) En las visitas de inspección se comprobará que las materias primas y medios de producción almacenados por los operadores se corresponden con las permitidas en protocolos o en las Normas Técnicas Específicas.
- i) El operador deberá permitir a la entidad de certificación y control el acceso para la inspección a las parcelas, así como a los locales de almacenamiento y manipulación. Asimismo, permitirá el acceso a los registros y facilitará a dicha entidad toda la información necesaria para la inspección.
- j) Los productos vegetales sólo podrán transportarse a otras unidades del proceso, tanto mayoristas como minoristas, en envases o recipientes adecuados e identificados para evitar la sustitución o alteración de su contenido. Además, deberán ir acompañados de la documentación identificativa, así como de cualquier otra indicación exigida legalmente. Los recipientes irán provistos de una etiqueta en la que se mencionará el nombre del operador remitente o, en caso, una indicación que permita a la unidad receptora y a la entidad de certificación y control determinar de forma inequívoca quién es el operador responsable del envío, el nombre del producto, la referencia al sistema de producción y la entidad de certificación y control que ha controlado el proceso.

ANEJO 6. MATERIAL VEGETAL

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
1.1	Características morfológicas.....	1
2	Elección de patrones.....	3
2.1	Crecimiento y actividad radicular.....	3
2.1.1	Ciclos de crecimiento.....	3
2.1.2	Efectos de la poda.....	3
2.1.3	Falta de cosecha.....	4
2.2	Necesidad del patrón.....	4
2.3	Condiciones a exigir a los patrones.....	4
2.3.1	Línea negra del nogal.....	4
2.3.2	Equilibrio vigor-producción.....	4
2.4	Patrones del nogal.....	5
2.4.1	<i>Juglans regia</i>	5
2.4.2	<i>Juglans nigra</i>	5
2.4.3	Híbridos.....	6
2.5	Patrón elegido.....	6
3	Elección de variedades.....	6
3.1	Condiciones a exigir a variedades de nogal para producción de frutos.....	6
3.1.1	Características agronómicas.....	6
3.1.2	Características comerciales.....	8
3.2	Variedades del nogal.....	8
3.2.1	Variedades californianas.....	8
3.2.2	Variedades francesas.....	8
3.2.3	Variedades españolas.....	9
3.3	Elección varietal.....	9
3.3.1	Variedad Howard.....	9
3.3.2	Variedad Chandler.....	10
3.3.3	Variedad Franquette.....	10

1 INTRODUCCIÓN

Los nogales están englobados dentro del orden Juglandales, familia Yunglandáceas. Dentro de esta familia se encuentran los siguientes géneros afines:

- *Juglans* (Nogales)
- *Carya* (Pecaneros)
- *Pterocarya* (Terocarías)

Carya y *Pterocarya* son dos géneros muy cercanos a *Juglans* a los que se les atribuye cierto grado de compatibilidad. Ambos tienen aplicaciones forestales, pero *Carya* también es ampliamente cultivado en Norteamérica para el aprovechamiento de sus frutos.

Dentro del género *Juglans* existen diversas especies procedentes de América, Europa y Asia, las cuales se pueden englobar en tres grupos:

- Nogales blancos o comunes: representado por *Juglans regia* L. en el que se incluyen los nogales del sudeste de Europa y los denominados persas. Son los nogales normalmente cultivados.
- Nogales negros: incluye *Juglans rupestris* E., *J. californica* W., *J. nigra* L. Tiene en la madera su valor principal. Aunque también producen frutos de buen sabor, su rendimiento al descascarillado es muy bajo, ya que la cáscara es muy gruesa.
- Nogales grises: podemos distinguir dos secciones: la sección Trachycaryon representada por *J. cinerea* L. El resto de nogales grises constituyen la sección de Cardyocaryon, formada por los nogales grises asiáticos.

1.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El nogal es un árbol de hoja caduca. Es una planta leñosa de gran desarrollo, que puede alcanzar los 30 metros de altura o incluso más, aunque generalmente no sobrepasa los 20 metros. Su copa es ancha, de un color verde lustroso.

El **tronco** es grueso, con una corteza lisa de color gris cuando es joven, que se va agrietando y adquiriendo una tonalidad marrón con la edad. El interior de la madera también va adquiriendo tonalidades marrones veteadas con negro a medida que el árbol va envejeciendo, lo que le confiere gran valor a la madera.

El **sistema radicular** tiene gran desarrollo, es muy profundo y se extiende horizontal y verticalmente de forma extraordinaria. La raíz es pivotante, y puede alcanzar gran profundidad si el suelo lo permite.

Las **hojas** son grandes, compuestas, imparipinnadas, caducas y estipuladas. Tienen de 7 a 9 folíolos glabros, no dentados o muy poco (diferencia con otros nogales que son dentados), de forma lanceolada u oval, dispuestas de forma opuesta o casi opuesta. Las hojas son pecioladas, aunque los folíolos son sentados o casi sentados.

Las yemas son redondeadas y ovals, protegidas por dos catafilos. Pueden ser de madera o de flor, que a su vez pueden tener distinta naturaleza. En cuanto a esto, podemos encontrar los siguientes tipos de yemas:

- Yemas de madera sencilla: solo hay una yema claramente diferenciada.

Anejo 6. Material vegetal

- Yemas de madera doble: compuesta por una yema principal más desarrollada y otra secundaria por debajo de la principal. Estas pueden ser floríferas o mixtas.
- Yemas floríferas masculinas: aparecen sustituyendo a una o a las dos yemas dobles vistas anteriormente, de forma que pueden formarse dos amentos, un brote y un amento o dos brotes. Se sitúan en brotes del año anterior.
- Yemas floríferas femeninas: generalmente se sitúan en posición terminal, aunque en ciertas variedades también se sitúan en posición lateral, en brotes formados en el mismo periodo vegetativo. Estas yemas son más globosas y tienen un mayor tamaño.

Las flores masculinas (Figura 1) están dispuestas en una inflorescencia alargada y cilíndrica conocida como amento. En cada amento puede haber un centenar de flores. Las flores individuales son apétalas, con cáliz formado por 5-6 sépalos y pueden llegar a tener hasta 40 estambres.



Figura 1. Flor masculina del nogal

Las flores femeninas (Figura 2) generalmente se presentan por parejas, aunque pueden ser solitarias o agrupadas. Se desarrollan en los brotes nuevos, a partir de la rama del año anterior. La estructura, compleja, se puede observar en la Figura 3.



Figura 2. Flor femenina del nogal.

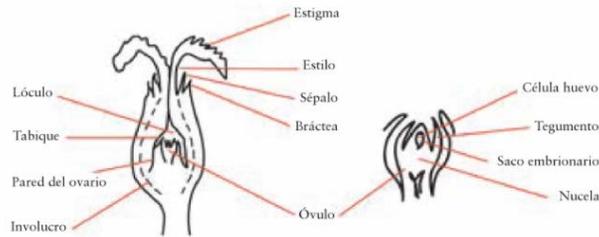


Figura 3. Sección longitudinal de una flor femenina

El fruto del nogal es una drupa globosa indehiscente, a veces en punta en zona pistilar. El pericarpio, parte exterior del fruto, es dehiscente, abriéndose poco después de alcanzar la madurez del fruto. El endocarpio está formado por una cascara gruesa y leñosa, compuesto por dos valvas simétricas unidas por una línea de sutura. En su interior hay cuatro tabiques membranosos que separan las cuatro partes de la semilla.

2 ELECCIÓN DE PATRONES

2.1 CRECIMIENTO Y ACTIVIDAD RADICULAR

Para que las funciones del árbol y de las raíces se desarrollen con normalidad, es fundamental un crecimiento radicular adecuado. Un nogal puede vivir con un crecimiento radicular limitado, pero el tamaño del árbol y producción se ven mermados.

La función de anclaje y almacenamiento es realizada por las raíces grandes, que crecen regular y rápidamente de forma lateral en arboles jóvenes.

La principal actividad de las raíces nuevas, finas, es la absorción y síntesis de nutrientes. Los pelos radiculares aumentan la superficie de absorción, aunque el nogal rara vez forma pelos radiculares, a no ser que las condiciones del suelo sean muy favorables.

En condiciones óptimas, las raíces se pueden extender rápidamente. La mayoría tienen una vida corta, se secan de forma natural por medio de la suberización de forma progresiva. Por el contrario, algunas de estas raíces tienen un crecimiento secundario y pasan a formar parte de la estructura radicular.

2.1.1 Ciclos de crecimiento

En condiciones normales de campaña, las raíces no crecen continuamente, sino que lo hacen en ciclos. Este ciclo está controlado fundamentalmente por la temperatura, disponibilidad de agua y actividad de la parte aérea. El crecimiento es casi nulo en invierno, reactivándose en febrero cuando la temperatura del suelo empieza a elevarse hasta el desarrollo de los brotes. A partir de este momento, el crecimiento radicular disminuye por competencia de los fotosintatos con la parte aérea. Una vez cesa el crecimiento vegetativo y de los frutos, se reactiva el crecimiento radicular.

2.1.2 Efectos de la poda

Si la poda es suficientemente severa como para estimular un crecimiento vegetativo vigoroso, tenderá a disminuir el crecimiento radicular. Cuando se hacen podas drásticas como el descoronado, el crecimiento de las raíces se estimulará posteriormente.

2.1.3 Falta de cosecha

La falta de cosecha o de técnicas que disminuyan la presencia de frutos, aumentan y estimulan el crecimiento radicular.

2.2 NECESIDAD DEL PATRÓN

Con el patrón podemos no solo buscar un sistema radicular mejor adaptado a las condiciones del suelo, sino también transmitir determinadas propiedades a la variedad, y sobre todo reproducir de forma exacta las propiedades de la variedad injertada que se reproduce vegetativamente. Sin embargo, en buena parte de los países productores aún se obtienen las cosechas de árboles precedentes de semilla.

2.3 CONDICIONES A EXIGIR A LOS PATRONES

En cuanto a las características agronómicas debemos destacar:

- Anclaje adecuado, comenzando por trasplante y enraizamiento satisfactorio.
- Vigor adaptado a la variedad y a las condiciones del cultivo.
- Desarrollo uniforme de las plantas.
- Longevidad.
- Inducción de una precocidad a la entrada en producción.
- Adaptación a las condiciones hídricas del cultivo. Ya sea en secano o en regadío.
- Adaptación a las características del suelo (textura, pH, caliza activa...).
- Resistencia a patógenos (bacterias, nematodos, *Armillaria*, *Phytophthora*)
- Compatibilidad adecuada con la variedad en lo referente a la formación de la línea negra.

Aunque todas las propiedades nombradas son importantes, hay dos que son de especial importancia: línea negra y equilibrio vigor-producción.

2.3.1 Línea negra del nogal

El CLRV (*Cherry Leaf Roll Virus*) es un agente infeccioso causante de la línea negra. El virus provoca una incompatibilidad diferenciada cuando cualquier variedad de nogal común (*J. regia*) es injertada sobre un pie que no lo sea, como *J. nigra*, *J. hindsii*, *J. cinerea*...

Se transmite por el polen, de forma que su progresión es mayor cuando las variedades son de rápida entrada en producción y de gran productividad. Progresará más lentamente en variedades con un comportamiento opuesto.

Cuando la infección avanza y alcanza la zona del injerto, se forma una zona necrosada en forma de línea que rodea completamente la circunferencia del árbol, provocando la muerte en caso de que los patrones sean sensibles (los mencionados anteriormente). En el caso de que el patrón sea *J. regia*, no se produce esta línea negra, pero el vigor y la productividad pueden disminuir.

2.3.2 Equilibrio vigor-producción

Para corregir el exceso de vigor y la lenta entrada en producción de algunas variedades, como las francesas, se ha de introducir un patrón de vigor medio, que disminuya el vigor de los árboles injertados, favorezca su entrada en producción y haga posible un aumento de la densidad.

Por el contrario, las variedades californianas, de menor vigor y rápida entrada en producción, deben injertarse sobre patrones vigorosos, que proporcionen gran volumen al principio sin retrasos en la entrada en producción.

2.4 PATRONES DEL NOGAL

A modo de resumen, se recogen en la Tabla 1 el comportamiento de los principales patrones para nogal.

Sensibilidad a:	<i>J. regia</i>	<i>J. nigra</i>	<i>J. hindsii</i>	Paradox (híbrido)	<i>Pterocarya</i>
Sequía	Menos sensible	Sensible			
Frio invernal	Resistente	Muy resistente			
Deficiencia Zn	Sensible		Sensible		
Salinidad	Menos tolerante		Muy tolerante	intermedio	
Encharcamiento	Sensible	Sensible	Intermedio	Menos sensible	Adecuado
Clorosis férrica (Caliza)	Tolerante	Sensible	Sensible	Tolerante	
Agrobacterium	Sensible	Bastante tolerante	Poco sensible	Sensible	
Phytophthora	Sensible	Más tolerante	Muy sensible	Resistente	Adecuado
Armillaria	Muy sensible	Bastante tolerante	Muy resistente	Variable	
Chancro profundo	Desconocido		Inmune	Inmune	
CLRV (Línea negra)	Disminuye vigor	Hipersensible	Hipersensible	Hipersensible	Hipersensible
Nematodos	Sensible	Sensible		Tolerante	Adecuado
Pratylenchus vulnus	Variable		Muy sensible	Más tolerante	
Criconemella xenoplax	Sensible		Sensible	Desconocido	
Meloydogyne ssp.	Sensible		Resistente	Desconocido	
Vigor inducido	Bueno	Inferior a regia	Moderado	Vigoroso	
Entrada en fructificación	Algo más lento	Rápida			
Calibre nuez		Más grande			
Rendimiento		Más elevado			

Tabla 1. Características patrones de nogal

2.4.1 *Juglans regia*

Es el patrón más utilizado en todas las zonas de cultivo a excepción de California, si bien con la difusión de la línea negra incluso en esta área se está revalorizando.

En Europa se están utilizando diversas variedades, sin que estén definidas las que mejor comportamiento tienen. Distintos ensayos tratan de seleccionar aquellas que proporcionan patrones vigorosos y resistentes al CLRV.

Los principales defectos de esta especie son la excesiva sensibilidad a *Armillaria* y *Phytophthora*.

2.4.2 *Juglans nigra*

Es un patrón mucho más exigente en suelos y humedad, lo que limita su uso a situaciones de regadío y en suelos ideales, bien drenados y exentos de cal.

Proporciona menor vigor que *J. regia*, con lo que se utiliza con variedades de mucho vigor. La variedad injertada entra antes en producción y proporciona frutos de mayor calidad.

Es más resistente a la mayoría de enfermedades; tumores del cuello, *Armillaria* y *Phytophthora*.

Su mayor limitación es la línea negra, por lo que su uso está prescrito en zonas de infección de CLRV.

2.4.3 Híbridos

Prácticamente solo se utiliza el híbrido entre *J. regia* X *J. hindsii*, conocido como *paradox*. Se empezó a utilizar debido al excelente vigor que proporciona a las variedades, que resulta interesante para las variedades americanas que no poseen un excesivo vigor.

El vigor híbrido proporciona un sistema radicular muy desarrollado, lo que proporciona tolerancia a distintos problemas.

Como en todos los patrones que no son *J. regia*, el principal problema es su hipersensibilidad a CLRV, lo que limita su utilización.

En California se están estudiando distintas combinaciones de híbridos. En Francia se han considerado de interés la elección de híbridos interespecíficos, utilizando especies de *J. regia*, *J. nigra*, *J. major*, *J. hindsii*. Presentan mayor vigor que los parentales, pero por desgracia parecen mostrar una hipersensibilidad al CLRV, transmitida por los parentales como carácter dominante.

2.5 PATRÓN ELEGIDO

En el cultivo del nogal tenemos un factor limitante que es el CLRV (virus línea negra del nogal). El modo más fácil de control de esta enfermedad es la utilización de patrones resistentes o tolerantes, por lo que se opta por un patrón *Juglans regia*.

3 ELECCIÓN DE VARIEDADES

3.1 CONDICIONES A EXIGIR A VARIEDADES DE NOGAL PARA PRODUCCIÓN DE FRUTOS

Las variedades deben cumplir con dos grupos de condiciones de la forma más satisfactoria posible:

- Características agronómicas: facilitan el cultivo y hacen que la rentabilidad sea mayor. La adaptación al terreno favorece la producción y disminuye los costes.
- Características comerciales: están ligadas a la calidad de la nuez, asociadas a lo que el mercado demanda.

3.1.1 Características agronómicas

3.1.1.1 Dormancia de yemas

Para que el desborre sea satisfactorio y regular, es preciso que el árbol cubra determinadas horas de frío invernal. Dentro de la especie, esta característica varía mucho de unas variedades a otras. En principio no debe haber problemas si el cultivo se realiza con variedades autóctonas.

3.1.1.2 Desborre

En líneas generales podemos encontrar las siguientes situaciones:

Variedades	Tipo desborre	Época desborre
Californianas	Precoz-muy precoz	Mediados marzo
Francesas	Tardío	Finales abril-principios de mayo
Españolas	Precoz- muy precoz	Mediados abril

Tabla 2.. Épocas y tipos de desborre según variedades nogal

3.1.1.3 Vigor

Esta característica nos condiciona la densidad de plantación, aunque la podemos modificar parcialmente con el patrón.

Variedades vigorosas adquieren mayor desarrollo, lo que nos lleva a marcos de plantación mayores (10 m × 10 m o 12 m × 12 m).

Variedades menos vigorosas, adecuadas plantaciones intensivas, entran en producción antes. En contrapartida, disminuye la duración de la plantación. Densidades de 150-200 plantas/ha (8×8 o 7×7).

3.1.1.4 Polinización

Las especies del género *Juglans* son monoicas, con flores unisexuales, flores masculinas y femeninas diferenciadas en el mismo árbol.

Sin embargo, las flores masculinas y femeninas del mismo árbol no son coincidentes (especie auto-incompatible) y tienen distinta duración. Esto puede generar problemas de polinización. Para evitarlo, se intercalan polinizadores cuya floración masculina coincide con la plena floración femenina de la variedad base.

3.1.1.5 Entrada en producción

Está ligada a la aparición de las flores masculinas, que suelen aparecer uno o dos años después que las femeninas. Estas aparecen de media entre el 2º y el 4º año, excepto en las variedades francesas, que son más tardías.

3.1.1.6 Maduración

Relacionada con la época de floración femenina, el fruto llega a la madurez 135-160 días después de la polinización (Germain, 1992).

Controlar el momento de recolección es importante para no recolectar un fruto con mayor humedad debido a lluvias, lo que contribuye a la pérdida de valor comercial.

3.1.1.7 Sensibilidad a plagas y enfermedades

La enfermedad más grave del nogal es la bacteriosis causada por *Xanthomonas juglandis*. Todas las variedades son más o menos sensibles a la bacteriosis, pero –al estar ligada a la época de desborre– generalmente son más sensibles las precoces que las tardías. Esto está ligado a que en la primavera hay mayor humedad, que favorece al desarrollo de la enfermedad.

Por lo que respecta a la carpocapsa, *Cydia pomonella*, en general son más sensibles las variedades de maduración temprana que las tardías.

3.1.2 Características comerciales

3.1.2.1 *Calidad del fruto*

Es un concepto que se puede abordar de distintas visiones y enfoques. Generalmente atiende a tres parámetros: físicos, químicos y sensoriales.

3.1.2.1.1 Físicos

- Forma. Hay tres formas básicas: redondeada, avalada y alargada. Los mercados suelen preferir formas redondeadas y ovaladas.
- Tamaño. Deseables frutos grandes. Aparte, es importante la uniformidad.
- Consistencia de la cascara. Deseable cascara dura, sin suturas, lo que evita ataques de parásitos y favorece su conservación.
- Rendimiento al descascarado. Deseable que el rendimiento sea lo mayor posible si el consumo va a ser en grano. Tampoco debe perder facilidad de extracción. Si el consumo va a ser de la nuez entera, este aspecto no tiene importancia.

3.1.2.1.2 Características químicas y sensoriales

El sabor rancio es uno de los problemas más importantes en relación a la calidad. La rancidez es consecuencia de la oxidación de los ácidos grasos insaturados que posee la nuez, muy rica en ácidos linoleicos. El sabor rancio se reduce si se preserva el fruto del oxígeno, o si se realizan tratamientos antioxidantes.

3.2 VARIEDADES DEL NOGAL

3.2.1 Variedades californianas

Principales características:

- Poco vigor, requieren patrones vigorosos
- Desborre precoz o muy precoz
- Rápida entrada en producción y elevada producción
- Maduración precoz
- Nuez de gran calibre con fina cáscara
- Grano de buena calidad y alto rendimiento, en torno al 50%
- Sensibilidad a bacteriosis

En este grupo de variedades podemos destacar: Amigo, Chandler, Howard, Pedro, Serr, Tehama, Vina.

3.2.2 Variedades francesas

Principales características:

- Desborre tardío
- Tendencia a la protandria
- Maduración tardía
- Entrada lenta en producción, con productividad media
- Buen vigor
- Calidad grano buena a muy buena, con rendimientos en torno al 45%

Entre estas variedades podemos citar algunas como: Grandjean, Lara, Fernor, Fernette, Franquette, Meylannaise, Ronde de Mortignac.

3.2.3 Variedades españolas

En España existen poblaciones de variedades autóctonas a nivel local, no se puede destacar ninguna con cierta representatividad. Además, es muy complicado encontrar variedades españolas en viveros para su comercialización en plantaciones, y las que se pueden encontrar son variedades muy adaptadas a una zona en concreto, como puede ser la variedad Gales propia de la zona de la Comunidad Valenciana. Consecuencia de lo anterior, no ha sido posible encontrar fichas que describan las características de estas variedades.

3.3 ELECCIÓN VARIETAL

Principales características a la hora de la elección de variedades que he tenido en cuenta:

- Fechas de desborre
- Fecha última helada (20 de marzo)
- Fechas de floración masculina y femenina, a la hora elección polinizadores
- Horas de frío (≈ 1600)
- Fechas de recolección

Además, como la finca cuenta con 26 ha, lo ideal sería plantar tres variedades. Así se logrará diversificar la producción y se facilitará la recolección de los frutos, al elegir variedades cuya recolección sea escalonada. De esta forma, nos quedaría una plantación conformada por 11 ha de una variedad principal, y 8 ha y 7 ha de otras dos variedades elegidas.

Otro aspecto muy importante a la hora de elegir variedades es la disponibilidad de planta en vivero, ya que nuevas variedades, más recientes, o variedades españolas, no se encontraban disponibles a la hora de adquirir planta en vivero.

Las tres variedades elegidas son:

- Principal: Howard (Californiana)
- Secundaria: Chandler (Californiana)
- Por último: Franquette (Francesa)

Características de las variedades elegidas:

3.3.1 Variedad Howard

- Árbol de vigor medio y porte semi-abierto, de fructificación lateral en el 80% de sus yemas
- Fruto de tamaño grande y estructura moderadamente acanalada, presenta un grano grande de color claro
- Fecha desborre: del 5 al 17 de abril, como media el 11 de abril
- Variedad idónea para marcos de plantación estrechos (por ejemplo: 7x5). Se adapta muy bien a las formaciones en eje poco estructurado o libre
- Floración femenina: entre el 3 y el 13 mayo, como media el 8 de mayo
- Horas frío: 800
- Floración masculina: del 5 al 21 de abril

- Polinizador: Fernette
- Fecha de maduración: a partir del 20 de septiembre
- Peso medio del fruto: 12.6 g
- El rendimiento al descascarado está en torno al 52,7%
- Fruto de buen sabor, muy apreciado para su consumo en cáscara

3.3.2 Variedad Chandler

- Una de las variedades más plantadas dentro y fuera de Estados Unidos
- Una de las más recomendadas para iniciar una plantación, siempre que se den las condiciones adecuadas de medio para su implantación
- Árbol de vigor medio y porte semi-abierto, fructificación lateral que alcanza al 80% de las yemas
- Fruto de tamaño medio, una cascara moderadamente acanalada y un grano grande de color muy claro
- El fruto es muy atractivo por su color y homogeneidad con una cascara fina que facilita su descascarado, pero que implica una cuidada manipulación
- Entrada en producción precoz, con una productividad elevada
- Fecha desborre: entre el 8-25 de abril, con una media del 17 de abril
- Floración femenina: en torno al 10 de mayo, extendiéndose entre el 3 y 17 de mayo
- Necesidades de horas frío: 800
- Fecha media floración masculina: 19 de abril, extendiéndose del 9 al 29 de abril
- Se poliniza con Fernette
- Maduración del fruto: a partir del 1 de octubre
- Peso medio del fruto: 11.8 g
- Rendimiento al descascarado está en torno al 49,4%
- Es muy apreciada al descascarado además de por su color porque la cáscara se separa del grano casi sin dañarlo
- El fruto presenta una tendencia habitual al mal llenado de las mariposas en sus zonas más distales, que suele asociarse a un mal manejo del riego y del aporte de potasio

3.3.3 Variedad Franquette

- Es la variedad más cultivada en Francia y muy conocida por el consumidor
- Árbol de vigor medio-alto y porte semi-erecto con un fruto de tamaño medio
- Desborre tardío, lo que la hace menos sensible a bacteriosis
- Se poliniza con Meylannaise
- Desborre tardío: entre el 24 de abril y 8 de mayo, con fecha media sobre el 1 de mayo
- Su porte erecto dificulta su formación en eje, por lo que se continúa formando en vaso
- Su alto vigor no permite estrechar demasiado los marcos de plantación
- Floración femenina: la media se sitúa en torno al 20 de mayo, extendiéndose entre el 11 y 29 de mayo
- Variedad con mayores necesidades en horas frío. En torno a las 1.000 horas frío.
- Fecha floración masculina: la media se sitúa en torno al 2 de mayo, extendiéndose entre el 22 de abril y el 12 de mayo
- Maduración tardía: a partir del 10 de octubre
- Peso medio del fruto: 11.3 g
- El rendimiento al descascarado está en torno al 47.8%

Anejo 6. Material vegetal

- La forma del fruto se considera el estándar de la nuez
- El grano presenta un sabor dulce muy característico y agradable



CHANDLER



HOWARD



FRANQUETTE



FERNETTE

Figura 4. Nueces producidas por las variedades escogidas (Fuente: viveros Galvis)

ANEJO 7. DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Preparación del terreno.....	1
3	Plantas en vivero.....	2
4	Densidad de plantación	3
5	Diseño de la plantación.....	3
6	Plantación de los plantones.....	6
6.1	Replanteo.....	6
6.2	Plantación.....	6
6.3	Puesta de tutores	7
6.4	Riego.....	7

1 INTRODUCCIÓN

El nogal es un árbol con un sistema radicular muy desarrollado. Presenta una raíz pivotante y un sistema secundario de raíces someras y robustas, por lo que requiere profundidad de suelo.

Para realizar la plantación primero es necesario preparar el terreno, así podremos asegurarnos que este sistema radicular se desarrolle con normalidad, así como garantizar una correcta infiltración del agua. Es necesario tener en cuenta que con los años se puede haber creado una suela de labor originada por el pase de maquinaria para realizar las labores de los cultivos anteriores.

2 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Antes de realizar la plantación se debe proceder a la preparación del terreno, aspecto que no se ha descuidar, ya que una inadecuada operación del terreno podría suponer un problema en el desarrollo de la plantación.

Esta operación comprende las siguientes fases:

a) Subsolado

El nogal requiere de suelos profundos, bien drenados. Esta operación puede ser muy útil en el caso de la existencia de capas duras en el suelo, como la suela de labor que podría haber al estar las parcelas cultivadas con cereal de invierno.

b) Nivelación

Con los sistemas de riego por goteo que va a contar la finca, la nivelación no tiene cabida para asegurar el reparto de agua. En este caso nos interesa realizar la plantación según las curvas de nivel, así evitamos la pérdida de suelo por erosión, ya que en algunas zonas hay una pendiente bastante pronunciada.

c) Fertilización de fondo

Especialmente importante los aportes de materia orgánica, aspecto que trataremos más a fondo en el anexo de fertilización.

d) Instalación del sistema de riego

Se debe planificar y preparar el sistema de riego con antelación, de acuerdo con las indicaciones descritas en el anexo correspondiente, para que así, una vez realizada la plantación de los plantones, se pueda proceder a dar riegos para asegurar la supervivencia de los nogales.

e) Labores preparatorias

Una de las labores a realizar será la realización y limpieza de las zanjas de drenaje, para evacuar el agua de lluvia y evitar, en la medida de lo posible, la escorrentía superficial que dañe el suelo de la parcela. En la Figura 1 se muestra la ubicación actual de los desagües.



Figura 1. Ubicación actual de los desagües

Con el fin de eliminar las malas hierbas de la parcela, se realizarán las labores pertinentes, como el laboreo del terreno, con el que también se proporciona una adecuada estructura del suelo para el desarrollo radicular de los pequeños árboles.

También será necesario eliminar algunos márgenes y lindes de algunas pequeñas parcelas dentro de la plantación, según corresponda con los sectores de riego posteriormente descritos en su anejo correspondiente. Estas lindes apenas son pronunciadas o de altura considerable como para suponer un problema eliminarlas, y así se facilitará el manejo dentro de la explotación y la instalación de riego.

3 PLANTAS EN VIVERO

La producción de planta de nogal en vivero es un proceso largo y laborioso, sobre todo por la dificultad que puede presentar el injerto si no se aplica adecuadamente. Debido a esto, para evitarnos problemas se escogerán plantas ya injertadas. Estos nogales pueden tener una edad de dos años (plantón de un año) o de tres años (plantón de dos años), siendo éstos últimos los más frecuentes.

A la hora de elegir la planta en vivero de debe cumplir una serie de requisitos de calidad (Aletá, 1994):

- Planta sana, libre de enfermedades
- Injerto bien soldado
- Con solo una herida de injerto
- Con crecimiento, si es de dos años, superior a 60 cm; si es de 3 o más años, debe presentar crecimiento del año de más de 1,5 m
- Sistema radicular lo más fasciculado posible, libre de nematodos y de *Agrobacterium*

4 DENSIDAD DE PLANTACIÓN

La densidad adecuada será aquella que optimice un desarrollo máximo de la copa conforme al vigor de la planta, manteniendo el acceso a la luminosidad necesaria para una mayor productividad. Normalmente se determina la densidad en función del tamaño que adquirirá el árbol en plena producción. Este planteamiento, sin embargo, no optimiza los beneficios económicos en las primeras fases de crecimiento de los árboles. Por ello, se han ideado plantaciones con mayor densidad en los primeros años para posteriormente, entresacar determinado número de árboles, dejando la plantación con su densidad definitiva. En todo caso, se debe considerar en la aplicación de estas plantaciones temporales los altos costes que conllevan: no solo el de los plantones en sí, sino también las operaciones de plantación y arranque. Esto se debe poner en contrapartida con los beneficios obtenidos en un corto número de años. Esta técnica será interesante para variedades que entren en plena producción rápidamente y de alta productividad, situación que no es nuestro caso.

Otro aspecto a considerar es el tránsito de maquinaria, que más que la densidad nos condiciona el diseño de la plantación.

En todo caso, en nogal hablaremos de plantaciones extensivas cuando la densidad sea inferior a 70 árboles/ha (con marcos de plantación mayores de 14×14), semiintensivas con densidades entre 70 y 160 árboles/ha, o intensivas con densidades superiores a 160 árboles/ha (con marcos de plantación inferiores a 8×8).

En este caso se ha elegido **plantación intensiva**, con un marco de plantación para la variedad principal **Howard de 7×5**. Esto nos da una densidad de **285 árboles/ha**, aprovechando que esta variedad admite mayor densidad, se reduce el espacio entre los árboles debido a la conformación de eje semi-estructurado. Para la variedad **Chandler** también se pueden adoptar marcos de plantación más densos, pero surgen problemas de manejo, así que, junto con la variedad **Franquette**, se plantarán con un marco de **7×7** (densidad de **204 árboles/ha**).

La productividad y la entrada en producción son directamente proporcionales a densidad de plantación, de forma que, por cada metro complementario en cada sentido de la plantación, la plena producción se retrasa un año (Charlot y Germain, 1988). De esta forma, una plantación con un marco de 12×12 entra en plena producción a los 15 años, y una de 8×8 lo hará a los 11 años. Puesto que en nuestro caso el marco para las variedades de Chandler y Franquette es de 7×7, siguiendo este supuesto, entrarían en plena producción a los 10 años. Para el caso de la variedad principal Howard, con un marco de 7×5, entraría en plena producción a los 8 años.

5 DISEÑO DE LA PLANTACIÓN

A la hora de diseñar una plantación se han de tener en cuenta una serie de consideraciones:

Lo primero se refiere a la utilización de maquinaria dentro de la explotación, para realizar operaciones propias de una plantación (recolección, tratamientos fitosanitarios...). Teniendo en cuenta la circulación de vehículos, son preferibles los marcos rectangulares, que además facilitan la distribución de los goteros.

Otro aspecto son los polinizadores dentro de la finca. Se ha pasado de recomendar un 10% de polinizadores a un 5% aproximadamente (Sibbett *et al.*, 1980), por lo que en la plantación el número de polinizadores será del 5%.

Por ser polinización anemófila, éstos se han de situar en dirección perpendicular a la dirección dominante del viento, a intervalos regulares: aproximadamente media fila cada 10 ó 12 filas o cada 100-200 metros (Sibbett *et al.*, 1980).

La información anterior se resume en la Tabla 1.

Variedad	Marco de plantación (m)	Densidad (árboles/ha)	Polinizadores (nº árboles)	Arboles variedad/ha	Hectáreas plantadas	Total árboles
Howard	7x5	285	14	271	11	2.981 Var 154 Pol
Chandler	7x7	204	10	194	8	1.552 Var 80 Pol
Franquette	7x7	204	10	194	7	1.358 Var 70 Pol

Tabla 1. Resumen del número de árboles a plantar en toda la plantación. Var-> variedad. Pol-> polinizadores

Distribución de las variedades dentro de la parcela:

- Howard: se situará en las 11 ha con menor cota, lo que facilitará el riego, ya que -al haber mayor densidad- los requerimientos de agua son mayores. Dentro de la parcela su ubicación es la mostrada en la Figura 2:



Figura 2. Ubicación donde se plantará la variedad Howard

- Chandler: se situará a continuación en las siguientes 8 ha. Dentro de la parcela su ubicación es la que se muestra en la Figura 3:



Figura 3. Ubicación variedad Chandler

- Franquette: estará ubicada en las últimas 7 ha, las de mayor cota, ya que es una variedad más resistente a las heladas que pueda haber. Dentro de la parcela su ubicación es la que se muestra en la Figura 4:



Figura 4. Ubicación variedad Franquette

6 PLANTACIÓN DE LOS PLANTONES

La plantación del nogal no requiere de operaciones especiales, por lo que se realizarán las mismas operaciones que para cualquier otra plantación de árboles, es decir:

- Replanteo
- Plantación
- Puesta de tutores
- Riego

6.1 REPLANTEO

Consistirá en marcar los lugares donde deben ser plantados los árboles. Esta operación puede realizarse con ayuda de sistemas GPS que faciliten la tarea. En caso de no disponer de GPS, se puede realizar esta operación por otros medios, como puede ser midiendo distancias dadas por el marco de plantación elegido. Es importante seguir una correcta alineación y distribución de las plantas.

6.2 PLANTACIÓN

A la recepción de las plantas se tomarán medidas para cuidar el sistema radicular, como el uso de telas mojadas, hasta el momento de proceder a su plantación.

Una vez marcados los lugares donde irán las plantas, se procede a su plantación. Para ello se hará uso de máquinas plantadoras, acopladas al tractor, que faciliten esta tarea (Figura 5). Estas máquinas hacen el hoyo donde va la planta y, con ayuda de operarios, se introduce el árbol en el sitio marcado.

Se suele recomendar que la época de plantación sea durante el reposo invernal, poco después de la caída de las hojas, porque así ya habrá desarrollado un buen sistema radicular a la llegada de la primavera.

Antes de plantar se deberá realizar un despuntado de la planta, con el fin de equilibrar la parte aérea con el sistema radicular. Habrá que proceder a sellar los cortes realizados para evitar el desarrollo de patógenos.

También se procederá al saneamiento de las raíces, eliminando aquellas que estén dañadas o secas. Se pueden sumergir las raíces en una solución fungicida para evitar posteriores enfermedades.



Figura 5. Ejemplo de maquina plantadora de árboles (Fuente: AgriExpo)

6.3 PUESTA DE TUTORES

Su función es la guiar el crecimiento de las plantas, sobre todo durante el primer año de plantación. Estos tutores se pueden encontrar en distintos materiales, como madera, hierro, plástico, etc. Se colocarán en dirección a los vientos dominantes y delante de la planta.

6.4 RIEGO

Una vez realizada la plantación, se procederá a la puesta de las mangueras y goteros. Así se puede proceder a realizar los primeros riegos, para que se adapten mejor las plantas al nuevo entorno. La instalación del resto de componentes de la red de riego deberá haberse realizado con anterioridad.

ANEJO 8. FERTILIZACIÓN

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Papel de los distintos elementos	1
2.1	Nitrógeno	1
2.2	Fósforo	2
2.3	Potasio.....	2
2.4	Magnesio.....	2
2.5	Azufre	2
2.6	Calcio	2
2.7	Hierro	2
2.8	Zinc	3
2.9	Cobre.....	3
2.10	Boro.....	3
2.11	Cloro.....	3
3	Enmiendas	4
3.1	Enmienda caliza.....	4
3.2	Enmienda orgánica.....	4
3.3	Enmienda magnésica	5
4	Fertilización mineral	6
4.1	Características fertilizantes para fertirrigación.....	6
4.2	Principales abonos	7
4.2.1	Abonos sólidos	7
4.2.2	Abonos líquidos.....	7
4.3	Cálculo de las cantidades de nutrientes	8
4.3.1	Necesidades nutricionales nogal	8
4.3.2	Aportes nutrientes	8
4.3.3	Balance mineral.....	10
4.3.4	Cálculo de necesidades fertilizantes	10
4.4	Cálculo instalaciones para fertirrigación.....	11
4.5	Tanques de fertilizante	11
4.6	Inyectores.....	13

1 INTRODUCCIÓN

Para cubrir las necesidades alimenticias de los nogales, necesitan una serie de elementos para su correcto desarrollo. Estos elementos son:

- Agua: imprescindible. Actúa como elemento de transporte, agente en reacciones químicas, etc.
- Oxígeno: indispensable en procesos de respiración
- Dióxido de carbono: fundamental en la fotosíntesis
- Materia orgánica: contiene elementos químicos en reserva que son liberados en procesos de mineralización. Juega un papel importante en el intercambio catiónico y está relacionado con la fertilidad de los suelos.
- Sustancias minerales: los árboles necesitan una variedad de elementos químicos que están disponibles en el suelo, pero no llegan a ser suficientes, siendo necesario su aporte con las sucesivas fertilizaciones minerales.

Los elementos necesarios son:

- Macronutrientes:
 - Primarios: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K)
 - Secundarios: azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg)
- Micronutrientes: hierro (Fe), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), boro (B), cloro (Cl)

2 PAPEL DE LOS DISTINTOS ELEMENTOS

2.1 NITRÓGENO

Forma parte de sustancias importantes como la clorofila y los aminoácidos, proteínas, etc.

En general proporciona un mayor tamaño de los órganos vegetativos y un crecimiento más rápido, aparte de un color verde más intenso.

Una falta de nitrógeno puede provocar el no cuajado de las flores. Por el contrario, el exceso va en detrimento de la inducción floral, que será débil. También provoca que estos árboles sean mayormente atacados por parásitos, como pulgones.

El nitrógeno se absorbe en forma nítrica (NO_3^-). Este ion es altamente móvil en el complejo que forma el suelo, por lo que su aporte deberá ser fraccionado y adecuado a las necesidades del momento de aplicación.

La sintomatología de su carencia es difícil de detectar. En general se producen hojas amarillentas y brotes cortos, y una caída prematura de hojas que se suele confundir con sequía.

2.2 FÓSFORO

El fósforo interviene en procesos vitales como la fotosíntesis y la división celular. Es fundamental a la hora de la formación de flores y frutos jóvenes. Además, es un elemento clave en el transporte de energía.

El fósforo es poco móvil en el suelo, pues queda fuertemente unido al complejo arcillo-húmico. Por ello su aporte debe ser localizado, próximo a las raíces absorbentes.

La falta de fósforo no es habitual. Tampoco manifiesta unos síntomas claros. En general suelen presentar un menor crecimiento.

2.3 POTASIO

Desempeña un papel importante actuando como regulador de la presión osmótica, principal mecanismo de absorción de nutrientes.

El potasio es poco móvil en el suelo, al estar retenido por coloides del suelo. Es más móvil que el fósforo.

Su falta se manifiesta en verano. Las hojas se vuelven pálidas y posteriormente se curvan y aparece un borde grisáceo en ellas.

2.4 MAGNESIO

Forma parte de la clorofila.

Está retenido por el complejo arcillo-húmico, pero menos que el potasio.

Las deficiencias en magnesio son poco importantes, dado que los suelos tienen una cantidad adecuada de sales magnésicas.

Su falta provoca clorosis en la base de las hojas, que se va extendiendo hacia las zonas marginales y apicales. Si progresa la clorosis, el tejido se necrosa.

2.5 AZUFRE

Forma parte de muchas proteínas. Es un elemento indispensable en el crecimiento del nogal.

Es difícil encontrar carencias de azufre, puesto que el suelo suele estar bien dotado de este elemento. Además, muchos fertilizantes lo suelen incorporar.

2.6 CALCIO

Se encuentra sobre todo en las cáscaras y en las partes lignificadas.

Suele haber un problema de exceso más que de defecto, puesto que muchos suelos de la región oriental española contienen grandes cantidades de caliza. Solamente puede haber problemas de calcio en suelos muy ácidos.

2.7 HIERRO

Esencial en la síntesis de clorofila, aunque no forma parte de su molécula.

Su solubilidad depende del pH del suelo. Es mayor cuando el pH es menor. En medios ácidos se encuentra en forma Fe^{++} soluble, mientras que en suelos básicos se encuentra en forma Fe^{+++} , insoluble.

La presencia de caliza activa provoca la indisponibilidad de hierro, lo que conlleva la aparición de clorosis. También otros factores favorecen esta indisponibilidad, como excesos de fósforo, antagonismos magnesio y zinc, suelos asfixiantes...

En caso de aparición de carencias se puede recurrir a tratamientos curativos utilizando quelatos de hierro.

2.8 ZINC

Forma parte de diversas enzimas y auxinas. Su falta provoca menor crecimiento y hojas pequeñas.

Pueden aparecer carencias en suelos abonados con fósforo y en suelos con pH alto, donde el zinc es poco móvil en el suelo. Los síntomas de la falta de zinc se manifiestan temprano, con una apertura de las yemas. Las hojas que emergen de ellas son pequeñas y cloróticas y sus bordes se ondulan.

Su deficiencia también influye en la calidad de la nuez.

2.9 COBRE

Forma parte de varias enzimas de oxidación. Es poco móvil y cuanto mayor es el pH menos absorbible es.

Multitud de fungicidas de aplicación común contienen cantidades importantes de cobre.

Su deficiencia es rara. Aparece en verano, con necrosis y defoliaciones progresivas que terminan en el extremo del brote. Estos presentan lesiones marrones y son más cortos de lo normal.

2.10 BORO

Interviene en la formación de las membranas e interviene en el transporte de azúcares.

Es un elemento poco móvil en el árbol, por lo que la sintomatología de su falta aparece localizada. En suelos muy ácidos o muy básicos aparecen carencias. Además, la sequía prolongada y la humedad excesiva también provocan carencias.

Su falta provoca brotes débiles, con entrenudos cortos y hojas cloróticas. Difícil que los nogales presenten carencias antes de plena producción (Muncharaz, 2001).

Un exceso de boro provoca toxicidad, que se puede apreciar en agosto, cuando se empieza a acumular boro en los tejidos. Las puntas y los bordes se necrosan, continuando por los nervios, y los bordes de las hojas se curvan. El follaje adquiere una apariencia como si se hubiese quemado.

2.11 CLORO

El nogal tiene unas necesidades muy pequeñas de este elemento, y generalmente los suelos están bien dotados de este elemento.

El Cl^- es un elemento muy móvil. Normalmente suelen ser más comunes los excesos que las carencias. Síntomas por exceso parecidos al exceso de boro.

3 ENMIENDAS

3.1 ENMIENDA CALIZA

La enmienda caliza se lleva a cabo en suelos con un suelo excesivamente ácido. En nuestro caso, el análisis de suelos no ha revelado que estemos ante un suelo ácido, sino todo lo contrario. Por lo tanto, no es necesario realizar ninguna enmienda caliza. Aun así, se recomienda vigilar los valores de pH del suelo.

3.2 ENMIENDA ORGÁNICA

La materia orgánica nos aporta muchas ventajas, como pueden ser un aumento de la capacidad calorífica, lo que nos produce un aumento de la temperatura del suelo en primavera, mejora la estabilidad estructural del suelo, resultando en suelos menos encharcados, facilita el drenaje aumentando la porosidad y la retención de la humedad, regula el pH por su poder tampón, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, y además también es fuente de nutrientes.

Nuestra finca tiene un valor de 1,36% de materia orgánica, lo que supone un valor medio-bajo para un suelo en regadío y para el cultivo del nogal, para el que se recomienda como nivel óptimo entre 2-2,5%. Para aumentar este valor de materia orgánica, es preciso realizar aportes de materia orgánica. Debido a la proximidad de granjas de vacuno de carne, se aplicará estiércol compostado de vacuno.

La cantidad de estiércol de la que disponemos nos permite aportar 20 t/ha antes de realizar la plantación. Los años posteriores se realizarán aportes de 10 t/ha cada año hasta el año de entrada en plena producción. En este momento se realizará un análisis del suelo para conocer los valores de materia orgánica y nutrientes, y se decidirá si aportar más cantidades de estiércol o si tan solo aportar una dosis de mantenimiento, dependiendo de si el nivel de materia orgánica se encuentra cerca de los niveles óptimos o no.

Es preciso tener en cuenta los nutrientes aportados por esta aplicación de materia orgánica. Para ello hay que contemplar el porcentaje de mineralización, que para estiércol de vacuno se estima que es de un 35% el primer año, un 15% el segundo, un 10% el tercero y un 5% el cuarto año (según Tabla 1) después de su aplicación.

Estiércol	Año después de su aplicación			
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Vacuno	35%	15,0%	10,0%	5,0%
Gallinaza	90,0%	10,0%	5,0%	-
Porqueriza	65,0%	30,0%	10,0%	-
Equino	30,0%	15,0%	10,0%	5,0%
Caprino	32,0%	18,0%	10,0%	5,0%

Tabla 1. Tasa descomposición del estiércol (Trinidad Santos, 1987)

Las primeras aplicaciones tienen la finalidad de aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, pero también hay que tener en cuenta que estas aportaciones aumentan los nutrientes con el fin de que el cultivo se desarrolle en buenas condiciones. Los nutrientes que aportarían estas aplicaciones cuando el árbol está en plena producción serían los siguientes, resumidos en la Tabla 2:

Nutriente	Año después de la aplicación (kg nutriente disponible)			
	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
Nitrógeno	52,5	14,6	8,3	3,7
Fosforo	21,0	5,9	3,3	1,5
Potasio	87,5	24,4	13,8	5,9
Calcio	112,0	31,2	17,7	7,9
Magnesio	28,0	7,8	4,4	1,9
Sodio	56,0	15,6	8,8	3,9
Micronutrientes	g micronutriente aportados			
Zinc	457	126	72	32
Manganeso	924	257	146	66
Hierro	1225	341	193	87

Tabla 2. Aportes de nutrientes por enmienda orgánica de 10 t/ha (Trinidad Santos, 1987)

3.3 ENMIENDA MAGNÉSICA

Como vimos en el anejo correspondiente al suelo, tenemos un contenido pobre en magnesio. Contamos con una cantidad de magnesio de 94 mg/kg suelo. Convendría elevar este nivel a un nivel medio, de entorno a 500 mg/kg suelo. Para ello habría que aportar 406 mg de magnesio/kg suelo.

Para trasladar esa cantidad a aportar de 406 mg/kg suelo, hay que calcular el peso del suelo a una profundidad de 0,3 metros:

- $10^4 \text{ m}^2/\text{ha} \times 0,3 \text{ m} \times 1,4 \text{ t}/\text{m}^3 = 4.200 \text{ t suelo}/\text{ha}$

Con esto ya podemos calcular la cantidad de magnesio a aportar por hectárea:

- $406 \text{ mg}/\text{kg suelo} \times 10^{-6} \text{ kg}/\text{mg} \times 10^3 \text{ kg suelo}/\text{t suelo} = 0,406 \text{ kg de magnesio}/\text{t suelo}$
- $4.200 \text{ t suelo}/\text{ha} \times 0,406 \text{ kg}/\text{t suelo} = \mathbf{1.705,2 \text{ kg de magnesio}/\text{ha}}$

A esta cantidad hay que quitarle el magnesio aportado por la enmienda orgánica, según la Tabla 2 del apartado anterior, que asciende a una cantidad de 42,1 kg/ha por cada 10 t/ha de estiércol. Entre todas las aplicaciones de estiércol, suma una cantidad de 252,6 kg de magnesio/ha. Por tanto, la cantidad de magnesio que tenemos que aportar es de 1.450 kg/ha.

Esta enmienda magnésica se realizará aplicando **magnesita** (MgCO_3), que posee una riqueza del 60% de Mg. Por ello se calcula la cantidad necesaria de magnesita a aportar:

$$\frac{1450 \text{ kg de magnesio}/\text{ha}}{0,6 \text{ kg de magnesio}/\text{kg magnesita}} = \mathbf{2.400 \text{ kg de magnesita}/\text{ha}}$$

4 FERTILIZACIÓN MINERAL

Además de la aplicación orgánica, será necesario cubrir las necesidades con aportes de minerales (nitrógeno, fósforo y potasio, y también otros si fuese el caso).

A la hora del cálculo de estos aportes habrá que tener en cuenta las cantidades ya aportadas con la enmienda orgánica, así como la cantidad de nitrógeno fijada por la cubierta vegetal.

En la medida de lo posible, estas aportaciones se llevarán a cabo mediante fertirrigación, a través del sistema de riego por goteo, mediante su inyección en el sistema. De esta manera, los nutrientes están disueltos en el agua de riego y se aplican directamente en la zona radicular donde están instalados los goteros.

Existen diversas formas de fertirrigación según el tiempo de aplicación o de la forma de aplicarlo:

- Según el tiempo de aplicación:
 - Fertirrigación continua: cuando el periodo de aplicación de los fertilizantes es el mismo que el riego
 - Fertirrigación escalonada: cuando la aplicación de fertilizantes se realiza durante determinados ciclos de riego de forma discontinua
- Según la forma aplicación:
 - Aplicación proporcional: cuando se suministra una cantidad homogénea de fertilizante por volumen de agua durante toda la duración del riego
 - Aplicación en tres fases: se mantiene la proporcionalidad de agua y abono, pero existen periodos del riego en los cuales no se aplica abono, generalmente al principio y al final del riego. De este modo se pueden distinguir las fases Agua–Agua y Abono–Agua. Esta modalidad suele ser la más usada en riego por goteo y micro aspersión.

En este proyecto se realizará aplicación de fertirrigación en tres fases, así de esta manera no habrá, o habrá lo menos posible, abono dentro de las tuberías que a posteriori nos dé problemas de obstrucción, o cause desequilibrios en la distribución de los nutrientes.

4.1 CARACTERÍSTICAS FERTILIZANTES PARA FERTIRRIGACIÓN

Cuando se utilizan este tipo de fertilizantes hay que tener en cuenta una serie de características que nos pueden influir en el suelo, cultivo o en la instalación (red de riego). Por ello debemos considerar:

- Solubilidad: estos fertilizantes deben tener un grado de solubilidad suficiente para evitar obturaciones con las partículas no disueltas. Por ello, antes de la inyección en el sistema se debe preparar una solución madre a mayor concentración, que será la que a continuación sea inyectada en la red de riego. Al conocer la solubilidad, podremos saber la cantidad máxima de fertilizante que se puede disolver en una determinada cantidad de agua.
- Salinidad: la cantidad de sales solubles es un factor importante en calidad de agua de riego. Esta característica afecta al esfuerzo de succión de la planta para absorber el agua. Cuando el agua de riego posee una alta salinidad, las concentraciones de fertilizantes que se podrán aportar serán menores. Por el contrario, cuando esta es de buena calidad, podremos utilizar sin peligro altas concentraciones. Lo ideal sería la aplicación del abono con mayor frecuencia.

- Acidez: una solución acida nos ayuda a facilitar la solubilidad de algunos compuestos, como el calcio, y evita precipitaciones calcáreas en las tuberías que conduzcan a obstrucciones.
- Grado de pureza: los fertilizantes utilizados deben tener un alto grado de pureza para evitar sedimentos y precipitados dentro de la red de riego y evitar así las obstrucciones.
- Compatibilidad de mezclas: se deben evitar reacciones químicas entre las diferentes sustancias que nos lleven a productos insolubles, provocando precipitados que conllevan obstrucciones. Conviene evitar mezclas de sulfatos o fosfatos con los que contienen nitrato cálcico, cloruro potásico, etc.

4.2 PRINCIPALES ABONOS

4.2.1 Abonos sólidos

Los abonos para fertirrigación no son los mismos que para el abonado en seco, por lo que lo deben indicar en la etiqueta. Estos suelen ser más caros que los tradicionales y no tienen los mismos componentes.

En cuanto a su solubilidad, estos deben ser completamente solubles y no llevar materias extrañas que puedan obturar los goteros.

Estos abonos tienen el inconveniente de que deben ser preparados con anterioridad en una solución madre a mayor concentración, lo que obliga a tener un tanque mezclador con un agitador.

4.2.1.1 Nitrato potásico (KNO_3)

Fuente de potasio en fertirrigación, usado generalmente en la mayor parte de los cultivos. No deja residuos al aplicarlo. Completamente soluble en agua. Sube sensiblemente el pH del agua. Reparto homogéneo en el interior del bulbo húmedo. Dosis puede variar, de acuerdo con las necesidades y producción esperada. Su concentración en el agua de riego puede oscilar entre 0,1-0,8 g/L. Riqueza: 46% K_2O , 13% N.

4.2.1.2 Nitrato amónico (NH_4NO_3)

Fuente de nitrógeno más utilizada en fertirrigación, consumo muy generalizado. No deja residuos en la aplicación, aportando elementos útiles. Soluble en su totalidad. Cuando se aporta en el agua de riego baja ligeramente el pH. Reparto en el bulbo es homogéneo. La dosis puede variar entre márgenes amplios que oscilan entre 0,1-0,8 g/L, pudiendo llegar a 1 g/L siempre que el agua de riego lo permita por su calidad. Riqueza: 35% N.

4.2.1.3 Fosfato monoamónico $H_2NH_4PO_4$

Fuente de fósforo en fertirrigación. Hay que tener presente que su solubilidad varía notablemente con las temperaturas (227 g/L a 0 °C y 434 g/L a 27 °C). Tiene un pH muy ácido, por lo que baja el pH del agua, evitando precipitaciones. No se debe mezclar con productos calcícos o magnésicos, ya que provoca precipitados. La dosis puede variar entre márgenes que oscilan entre 0,1-0,4 g/L, pudiendo llegar a 1 g/L en casos puntuales. Riqueza: 61% P_2O_5 , 12% N.

4.2.2 Abonos líquidos

Resultan considerablemente más caros que los sólidos. Tienen el inconveniente de que deben transportarse y guardarse en depósitos especiales, que no sean atacados por ácidos. La principal ventaja que tiene estos fertilizantes es que reducen la posibilidad de que se formen precipitados dentro de la red

de riego que conlleve obstrucciones. Podemos encontrar diferentes soluciones y preparados dependiendo de nuestras necesidades.

4.3 CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE NUTRIENTES

A la hora de calcular las cantidades de los distintos nutrientes que se tienen que aportar, se tendrán en cuenta las extracciones del nogal, las cantidades de nutrientes aportados por la materia orgánica y el nitrógeno fijado por la cubierta vegetal. Esto nos lleva a plantear un balance de nutrientes.

$$\text{Balance} = \text{aportes} - \text{extracciones}$$

4.3.1 Necesidades nutricionales nogal

Debido a que diferentes fuentes indican cantidades de extracciones diferentes, se opta por calcular la media de estas cantidades propuestas por diferentes autores (Tabla 3).

Nutriente	Charlot y Germain	INIA	IFA	Media
N	53,30	25,30	14,70	31,10
P	33,30	2,60	1,90	12,60
K	53,30	7,48	10,40	23,73

Tabla 3. Necesidades anuales del nogal para una producción estimada de 1.000 kg/ha

Para nuestra plantación estimamos una producción de unos 20 kg por árbol. En base a los marcos de plantación (7x5 y 7x7), podemos obtener el número de árboles totales que, al multiplicarlos por la producción esperada de uno de ellos, y al dividir entre el número de hectáreas totales, nos devuelve un valor de 4.600 kg/ha de media de producción esperada. Para esta producción, podemos obtener los valores de extracciones de nutrientes reflejados en la Tabla 4:

Producción (kg/ha)	Extracciones		
	N	P	K
1.000	31,10	12,60	23,73
1.500	46,65	18,90	35,59
2.000	62,20	25,20	47,45
2.500	77,75	31,50	59,32
3.000	93,30	37,80	71,18
3.500	108,85	44,10	83,04
4.000	124,40	50,40	94,91
4.500	139,95	56,70	106,77
4.600	143,06	57,96	109,14
5.000	155,50	63,00	118,63

Tabla 4. Extracción nogal en función producción esperada

4.3.2 Aportes nutrientes

Los aportes de nutrientes debido a la enmienda orgánica son los siguientes (Tabla 5):

Año	Estiércol (t/ha)	Nutrientes aportados		
		Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)
0	20	105	42	175
1	10	81,7	32,8	136,3
2	10	83,7	33,5	139,5
3	10	82,8	33,2	137,5
4	10	79,1	31,7	131,6
5	10	79,1	31,7	131,6
6	10	79,1	31,7	131,6
7	-	26,6	10,7	44,1
8	-	12	4,8	19,7
9	-	3,7	1,5	5,9
10	10	52,5	21	87,5
11	-	14,6	5,9	24,4
12	-	8,3	3,3	13,8
13	-	3,7	1,5	5,9
14	10	52,5	21	87,5
15	-	14,6	5,9	24,4
16	-	8,3	3,3	13,8
17	-	3,7	1,5	5,9
18	10	52,5	21	87,5
19	-	14,6	5,9	24,4
20	-	8,3	3,3	13,8
21	-	3,7	1,5	5,9
22	10	52,5	21	87,5
23	-	14,6	5,9	24,4
24	-	8,3	3,3	13,8
25	-	3,7	1,5	5,9
26	10	52,5	21	87,5
27	-	14,6	5,9	24,4
28	-	8,3	3,3	13,8
29	-	3,7	1,5	5,9

Tabla 5. Aportes de nutrientes por enmienda orgánica

Por último, hay que considerar los aportes generados por la cubierta vegetal. En nuestro caso, se ha escogido la leguminosa conocida como esparceta, *Onobrychis viciifolia*, la cual es capaz de establecer relaciones simbióticas con *Rizobium* intercambiando azúcares procedentes de la fotosíntesis por nitrógeno. El nivel de fijación de nitrógeno para la esparceta se ha situado en la mayoría de experimentos entre 130 y 160 kg/ha, pudiendo alcanzar un límite de 270 kg/ha (Samir Demdoum, 2012).

A nivel de proyecto estimamos que la cantidad de nitrógeno fijada por la esparceta será de 130 kg/ha (hipótesis más desfavorable).

4.3.3 Balance mineral

Debido a los resultados del análisis del suelo, que indicaba valores de potasio y fósforo bajos, estos no se tendrán en cuenta a la hora de hacer este balance (Tabla 6). Por otro lado, tampoco se tienen en cuenta los niveles de nitrógeno en el suelo, ya que este es un elemento muy móvil dentro del suelo y se pierde por lixiviación, por lo que tampoco tiene sentido contarle como reserva en el suelo.

Año	Nitrógeno			Fósforo				Potasio			
	Extracciones	Aportes	Balance	Extracciones2	Aportes2	Reserva	Balance2	Extracciones3	Aportes	Reserva2	Balance3
0			0		42		42		175		175
1			0		32,8	42	74,8		136,3	175	311,3
2			0		33,5	74,8	108,3		139,5	311,3	450,8
3	31,1	82,8	51,7	12,6	33,2	108,3	128,9	23,73	137,5	450,8	564,57
4	46,65	209,1	162,45	25,2	31,7	128,9	135,4	47,45	131,6	564,57	648,72
5	93,3	209,1	115,8	37,8	31,7	135,4	129,3	71,18	131,6	648,72	709,14
6	124,4	209,1	84,7	50,4	31,7	129,3	110,6	94,91	131,6	709,14	745,83
7	143,06	156,6	13,54	57,96	10,7	110,6	63,34	109,14	44,1	745,83	680,79
8	143,06	142	-1,06	57,96	4,8	63,34	10,18	109,14	19,7	680,79	591,35
9	143,06	133,7	-9,36	57,96	1,5	10,18	-46,28	109,14	5,9	591,35	488,11
10	143,06	182,5	39,44	57,96	21	0	-36,96	109,14	87,5	488,11	466,47
11	143,06	144,6	1,54	57,96	5,9	0	-52,06	109,14	24,4	466,47	381,73
12	143,06	138,3	-4,76	57,96	3,3	0	-54,66	109,14	13,8	381,73	286,39
13	143,06	133,7	-9,36	57,96	1,5	0	-56,46	109,14	5,9	286,39	183,15
14	143,06	182,5	39,44	57,96	21	0	-36,96	109,14	87,5	183,15	161,51
15	143,06	144,6	1,54	57,96	5,9	0	-52,06	109,14	24,4	161,51	76,77
16	143,06	138,3	-4,76	57,96	3,3	0	-54,66	109,14	13,8	76,77	-18,57
17	143,06	133,7	-9,36	57,96	1,5	0	-56,46	109,14	5,9	0	-103,24
18	143,06	182,5	39,44	57,96	21	0	-36,96	109,14	87,5	0	-21,64
19	143,06	144,6	1,54	57,96	5,9	0	-52,06	109,14	24,4	0	-84,74
20	143,06	138,3	-4,76	57,96	3,3	0	-54,66	109,14	13,8	0	-95,34
21	143,06	133,7	-9,36	57,96	1,5	0	-56,46	109,14	5,9	0	-103,24
22	143,06	182,5	39,44	57,96	21	0	-36,96	109,14	87,5	0	-21,64
23	143,06	144,6	1,54	57,96	5,9	0	-52,06	109,14	24,4	0	-84,74
24	143,06	138,3	-4,76	57,96	3,3	0	-54,66	109,14	13,8	0	-95,34
25	143,06	133,7	-9,36	57,96	1,5	0	-56,46	109,14	5,9	0	-103,24
26	143,06	182,5	39,44	57,96	21	0	-36,96	109,14	87,5	0	-21,64
27	143,06	144,6	1,54	57,96	5,9	0	-52,06	109,14	24,4	0	-84,74
28	143,06	138,3	-4,76	57,96	3,3	0	-54,66	109,14	13,8	0	-95,34
29	143,06	133,7	-9,36	57,96	1,5	0	-56,46	109,14	5,9	0	-103,24

Tabla 6. Balance de nutrientes por año. En rojo: cantidad de nutrientes a aportar. E: extracciones. A: aportes. R: reserva en el suelo. B: balance.

4.3.4 Cálculo de necesidades fertilizantes

Primero, para calcular las dosis de fertilizantes que se utilizarán, empezaremos a ajustar las cantidades por el potasio. Para ello se utilizará nitrato potásico (KNO₃):

Riqueza:

- 46% K₂O
- 13% N

Necesidades máximas de potasio: 56,46 kg/ha

$$\frac{56,46}{0,46} = 122,74 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de KNO}_3$$

Al mismo tiempo también se aportan:

$$122,74 \cdot 0,13 = 15,95 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de N}$$

Seguidamente, para el fósforo se utiliza el fosfato monoamónico ($\text{H}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$), con unas necesidades máximas de 103,24 kg/ha.

Riqueza $\text{H}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$:

- 61% P_2O_5
- 12% N

$$\frac{103,24}{0,61} = 169,24 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de } \text{H}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$$

Al mismo tiempo también se aportan:

$$169,24 \cdot 0,12 = 20,31 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ de N}$$

Con estos fertilizantes ya cubrimos todas necesidades de nutrientes mayoritarios. Para el caso de micronutrientes, habrá que detectar deficiencias y actuar en consecuencia con sus respectivos aportes necesarios.

4.4 CÁLCULO INSTALACIONES PARA FERTIRRIGACIÓN

4.5 TANQUES DE FERTILIZANTE

Teniendo en cuenta que el nitrato potásico y el fosfato monoamónico son sales completamente compatibles, se utilizará el mismo tanque para realizar la mezcla de ambos compuestos. Debido a que contamos con dos partes diferenciadas por las variedades, con distinto marco de plantación y necesidades diferentes (distinto intervalo de riego), se colocará un tanque para la variedad Howard y otro para las variedades Chandler y Franquette.

Los tanques se calculan para que el sistema de fertilización tenga autonomía suficiente en función de las necesidades de riego y fertilización.

Cantidad fertilizante a aportar en una campaña:

- KNO_3 : 122,74 kg/ha
- $\text{H}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$: 169,24 kg/ha
- En total: 291,98 kg/ha

En toda la campaña de riego, desde abril hasta octubre, se realizarán 13 riegos en la variedad Howard y 9 riegos en las otras dos variedades. Con ello, en la variedad Howard tenemos 13 riegos de los 9 sectores con los que contamos, en total 117 fertilizaciones. Igualmente, para el caso de Chandler-Franquette, con 9 riegos de los 14 sectores, habrá un total de 126 fertilizaciones.

- Tanque Howard:

$$\frac{291,98 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \cdot 11 \text{ ha}}{117} = 27,45 \text{ kg}$$

Autonomía del tanque para 10 riegos:

$$27,45 \cdot 10 = 274,5 \text{ kg preparación}$$

Solubilidad más baja corresponde al KNO_3 (257 g/L), luego:

$$\frac{274,5}{0,257} = 1.068,01 \text{ L}$$

Como se recomienda no superar el 75% del límite de solubilidad de los productos:

$$\frac{1.068,01}{0,75} = 1.425,12 \text{ L} \rightarrow \text{tanque medida comercial de 1.500 L}$$

- Tanque Chandler-Franquette:

$$\frac{291,98 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \cdot 14 \text{ ha}}{126 \text{ riegos}} = 32,44 \text{ kg}$$

Autonomía del tanque para 15 riegos:

$$32,44 \cdot 15 = 324,40 \text{ kg preparación}$$

Solubilidad más baja, correspondiente al KNO_3 , es de 257 g/L:

$$\frac{324,40}{0,257} = 1.262,25 \text{ L}$$

Como se recomienda no superar el 75% del límite de solubilidad de los productos:

$$\frac{1.262,25}{0,75} = 1.683 \text{ L} \rightarrow \text{tanque medida comercial de 1.500 L}$$

Concentración fertilizante en ambos tanques:

- Tanque Howard:

$$\frac{274,5}{1500} = 0,183 \text{ kg/L}$$

- Tanque Chandler-Franquette:

$$\frac{324,40}{1500} = 0,216 \text{ kg/L}$$

4.6 INYECTORES

Para esta explotación se ha decidido instalar un inyector de fertilizante para cada tanque. Este inyector no deja de ser una bomba que introduce el fertilizante en la red de riego, sin provocar pérdidas de carga en la misma.

Para la elección de estos inyectores se procede a realizar unos cálculos de caudales. Estos vendrán dados en función del tamaño del sector: en nuestro caso son todos de 1 ha excepto los de la variedad Howard, que son de 1,2 ha. También hay que tener en cuenta el tiempo de riego y el método seguido para fertirrigar, es decir, el tiempo inicial para formación bulbo húmedo + tiempo fertirrigación + tiempo de lavado (cuya suma es el tiempo total de riego). Por lo tanto, el tiempo de dura la fertirrigación será 1/3 tiempo de riego.

Tiempo de riego = 19,35 h → $19,35/3 = 6,45$ h tiempo de fertirrigación

Tenemos que aportar 27,45 kg fertilizante en cada riego en la variedad Howard;

$$\frac{27,45 \text{ kg}}{0,183 \text{ kg/L}} = 150 \text{ L del tanque Howard}$$

$$\frac{150 \text{ L}}{6,45 \text{ h}} = 23,25 \frac{\text{L}}{\text{h}} \rightarrow \text{caudal de la bomba}$$

En el caso del resto de la plantación, variedades Chandler y Franquette, tenemos que aportar 32,44 kg fertilizante en cada riego, por lo que:

$$\frac{32,44 \text{ kg}}{0,216 \text{ kg/L}} = 150,19 \text{ L del tanque Chandler – Franquette}$$

$$\frac{150,19 \text{ L}}{6,45 \text{ h}} = 23,28 \frac{\text{L}}{\text{h}} \rightarrow \text{caudal de la bomba}$$

Por lo tanto, se colocarán dos inyectores iguales, uno en cada tanque, que aporten un caudal de 23,28 L/h.

ANEJO 9. PLAGAS Y ENFERMEDADES

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Plagas.....	1
2.1	Carpocapsa, <i>Cydia pomonella</i>	1
2.1.1	Descripción y desarrollo.....	1
2.1.2	Daños.....	2
2.1.3	Control.....	2
2.2	Taladro de madera, <i>Zeuzera pyrina</i>	4
2.2.1	Descripción y desarrollo.....	4
2.2.2	Daños.....	5
2.2.3	Control.....	5
2.3	Pulgonos, <i>Callaphis juglandis</i> y <i>Chomaphis juglandicola</i>	5
2.3.1	Control.....	6
2.3.2	Control biológico.....	6
2.4	Nematodos.....	7
2.4.1	Control.....	7
3	Enfermedades.....	8
3.1	Bacteriosis, necrosis bacteriana o mal seco (<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>juglandis</i>).....	8
3.1.1	Desarrollo anual.....	8
3.1.2	Daños.....	8
3.1.3	Control.....	8
3.2	Chancro profundo de la corteza (<i>Erwinia rubrifaciens</i>).....	9
3.3	Agallas del cuello (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>).....	10
3.4	Antracnosis (<i>Gnomonia leptostyla</i>).....	10
3.4.1	Desarrollo anual.....	10
3.4.2	Daños.....	10
3.4.3	Control.....	11
3.5	Tinta – Podredumbre del cuello de la raíz (<i>Phytophthora</i> spp.).....	11
3.6	Línea negra del nogal (Cherry Leaf Roll Virus, CLRV).....	11
3.6.1	Desarrollo.....	11
3.6.2	Síntomas.....	11
3.6.3	Control.....	11

1 INTRODUCCIÓN

La aparición de plagas y enfermedades es un aspecto muy importante, ya que conllevan una reducción en la producción y en algunos casos puede llevar a la pérdida total de la plantación.

Conocer las diferentes plagas y enfermedades, como actúan y sus ciclos biológicos son aspectos fundamentales para tomar las medidas de control apropiadas. El manejo, como ya se ha comentado con anterioridad, será el propio de una explotación en producción integrada.

2 PLAGAS

2.1 CARPOCAPSA, *Cydia pomonella*

La carpocapsa (Figura 1) es la plaga más importante en todas las áreas de cultivo del nogal, donde puede causar grandes estragos si no se establece un control adecuado.

La sensibilidad a la plaga es mayor en variedades más tempranas, que permiten el desarrollo de los primeros estadios larvarios en los frutos en formación.



Figura 1. Adulto de *Cydia pomonella* (Fuente: todo sobre manzanas)

2.1.1 Descripción y desarrollo

La carpocapsa inverna dentro de un fino capullo de seda en las rugosidades de la corteza del tronco o en los restos de poda.

Las mariposas aparecen en primavera, coincidiendo con la brotación de las variedades más tempranas (marzo, abril) e incluso más tarde.

La actividad de las hembras es crepuscular: por el día descansan en la madera siendo muy difícil detectarlas, dado que se confunden por el color gris pardo con la madera del árbol.

Después del acoplamiento, las hembras depositan sus huevos en los frutos o en las hojas cercanas a ellos. Los huevos eclosionaran en 18 días a 15 °C y en 6 a 25 °C.

Emergen las pequeñas larvas de los huevos, y al llegar a los frutos penetran en estos, generalmente por el punto de unión de dos nueces que todavía están en crecimiento. La larva completa su desarrollo, unas 4 semanas, en el interior de la nuez. Generalmente el fruto cae del árbol en estas condiciones.

Las larvas salen del fruto, pudiendo formar un capullo que iniciará su actividad en la primavera siguiente o que se transformará en crisálida, que a su vez dará lugar a una segunda generación de adultos. Si las temperaturas son favorables, incluso se puede dar una tercera generación.

La segunda generación tiene un desarrollo más rápido, debido a las mejores condiciones ambientales. Esta generación se desarrolla sobre el fruto ya formado. Al finalizar esta segunda generación, se inicia un periodo de inactividad hasta la primavera siguiente.

2.1.2 Daños

Los daños producidos son diferentes según la generación que ataque a los frutos. La primera generación provoca la caída de los frutos atacados durante su desarrollo, mientras que la segunda generación ataca a los frutos ya formados, que se mantienen en el árbol. Estos frutos se distinguen por la presencia de excrementos en el punto de entrada. El interior del fruto queda destruido y por lo tanto se vuelve incomercializable, como se muestra en la Figura 2.



Figura 1. Nueces dañadas por carpocapsa (Fuente: Infojardin)

2.1.3 Control

Una herramienta fundamental para lograr una máxima eficiencia en el control es la monitorización de adultos mediante el uso de trampas de feromonas.

El trampeo consiste en la colocación de una serie de atractivos sexuales, las feromonas, que atraen a los machos a un lugar, donde son capturados por medio de adhesivos.

Consideraciones para el trampeo:



Figura 2. Imagen de una trampa con feromona (Fuente: Agrorganics)

- La calidad de la feromona es fundamental para un buen trampeo. No todas las feromonas de las casas comerciales son iguales. Además, las feromonas tienen una vida limitada y su degradación depende de las condiciones ambientales. Pueden llegar a durar de 2 a 3 semanas.
 - Considerar el número de trampas a colocar. Cada casa comercial tiene sus propias indicaciones. Como mínimo se colocarán 2 trampas por parcela, y cada una puede llegar a cubrir 4 ha. A mayor número de trampas, es decir, mayor densidad, más fiabilidad de los resultados, pero también hay que considerar el incremento en costes (no solo del material, sino también la necesidad de realizar mayores conteos).
 - Se realizarán conteos periódicos, recomendándose realizarlos cada dos días, o como máximo cada tres.
 - Si no hay capturas, o son muy escasas, es señal de que apenas hay población de carpocapsa. Los tratamientos deben comenzar cuando las capturas superan un determinado umbral, llamado umbral de tratamiento y determinado por las casas comerciales para sus productos.
 - Superado el umbral se deben iniciar los tratamientos
 - Podemos hacerlo con dos tipos de productos químicos:
 - Ovicidas: destrucción de huevos y mudas larvianas.
 - Larvicidas: destruyen al insecto cuando están en forma de larva
- Algunos ejemplos de productos químicos que se pueden utilizar son: dodecadien, daltametrin, tebufenocida.
- Confusión sexual
- La técnica de confusión sexual consiste en la colocación de generadores de feromona en la parcela para evitar que los insectos puedan encontrarse para copular.
- Lucha biológica

Los últimos años se ha desarrollado el virus de la granulosis (Granulovirus) que provoca la muerte de las larvas de carpocapsa, sin actuación toxica contra la fauna auxiliar.

El momento de la aplicación para una mayor eficacia es el momento de la eclosión de los primeros huevos, cuando comienza la aparición de las pequeñas larvas. Para conocer este momento se ha de combinar con el trampeo.

Como el virus es sensible a la radiación ultravioleta, es preciso protegerlo del sol con productos como pinolene (coadyuvante). Además, se aplica con azúcar que actúa como estimulante alimenticio.

La duración del virus puede ser de unas dos semanas, pero si hay gran insolación se puede reducir a 10 días. Se puede repetir el tratamiento para mayor eficacia cada 10-12 días.

2.2 TALADRO DE MADERA, *Zeuzera pyrina*

Es una plaga polífaga que puede causar daños en multitud de especies y géneros (frutales hueso y pepita, olivo, vid, avellano, etc.). Se puede producir infecciones en nuevas plantaciones que preceden del arranque de otra ya existente sensible a la plaga.



Figura 3. Larva de *Zeuzera pyrina* (Fuente: Nikonistas.com)

2.2.1 Descripción y desarrollo

Son insectos con una sola generación anual o bianual. Las orugas tienen un tamaño de unos 6 cm y son de color amarillo con puntos negros en los anillos. Las mariposas hembra tienen el mismo tamaño y los machos algo menor. Sus alas son vistosas, blanquecinas con puntos azules (Figura 5).

Los adultos tienen vida nocturna y aparecen en verano. Poseen un oviscapto retráctil con el que pueden hacer las puestas bajo la corteza. Los huevos se incuban en una semana. Las larvas se desarrollan primero en el cambium, y luego pasan a la madera, donde realizan galerías conectadas con el exterior.

Posteriormente, la oruga se transforma en crisálida y en esta forma inverna en el interior del árbol. A finales de la primavera siguiente, emergen al exterior.



Figura 4. *Zeuzera pyrina* mariposa (Fuente: Biodiversidad virtual)

2.2.2 Daños

Los daños pueden ser importantes en nogales jóvenes, ya que pueden sucumbir algunos ejemplares. En casos menos severos, se pueden originar serias lesiones en las ramas y el tronco.

2.2.3 Control

Tradicionalmente se ha combatido esta plaga introduciendo alambres en las galerías para extraer o destruir las larvas.

Si la plaga es importante, se puede recurrir al control químico, teniendo en cuenta que el momento óptimo de tratamiento tiene que ser antes de la penetración en el interior del tronco.

2.2.3.1 Medios de control no químicos:

El hecho de que esta plaga pase casi toda su vida en el interior de los brotes dificulta su control y, por lo tanto, se necesitan métodos alternativos. La feromona de esta especie se conoce y está disponible por varios proveedores, por lo que la confusión sexual y el trapeo masivo son buenas estrategias.

2.2.3.1.1 Trampeo masivo

Como ya se ha indicado, consiste en colocación de trampas en las parcelas con una feromona. Los machos son atraídos a estas trampas donde son capturados o destruidos. Al dificultar su apareamiento, se logra reducir las poblaciones de estos insectos.

2.2.3.1.2 Confusión sexual

La técnica de confusión sexual consiste en la colocación de generadores de feromona distribuidos por toda la parcela para evitar que los insectos puedan encontrarse para copular.

2.3 PULGONES, *Callaphis juglandis* y *Chomaphis juglandicola*

Son insectos pequeños de unos cuantos milímetros, de aspecto redondeado y de cuerpo blando (Figura 6). Esta plaga causa daños sobre las hojas de los nogales, y la intensidad de los daños depende de la susceptibilidad de las variedades.

El ciclo de vida de un pulgón es bastante complejo, pues cada especie puede reproducirse de diferentes formas. Los pulgones solo se reproducen sexualmente cuando va a llegar el invierno: ponen huevos y estos hibernan hasta la próxima primavera. De estos huevos nacen hembras, que son capaces de

reproducirse por partenogénesis. Aquí está la clave de que se nos propaguen con tanta facilidad y rapidez por toda la planta.



Figura 5. *Callaphis juglandis* (Fuente: Age Fotostock)

2.3.1 Control

La estrategia habitual de control del pulgón en agricultura ecológica se basa en aplicaciones de azadiractina, sustancia extraída del árbol de neem. Es un inapetente, inhibidor de la alimentación. En algunos casos, una sola aplicación de azadiractina es suficiente para el control de la plaga, pero se recomienda realizar un segundo tratamiento 10 días después.

2.3.2 Control biológico

El díptero *Aphidoletes aphidimyza* (Figura 7) es un agente de control biológico de esta plaga. Los adultos son de hábitos nocturnos y localizan la presencia de los pulgones tras detectar la melaza que estos secretan. Una vez detectados, la hembra fecundada hace la puesta de los huevos en los pulgones. Este depredador se comercializa por varias casas comerciales en forma de botes que contiene unas 1000 pupas.



Figura 6. *Aphidoletes aphidimyza* parasitando a pulgón (Fuente: ServoVendi)

Las crisopas (Figura 8) son consideradas depredadores generalistas, con un amplio rango de presas. Las larvas poseen una elevada capacidad de consumo de presas, pudiendo ingerir hasta 600 pulgones por larva durante las 1-2 semanas en que transcurre su desarrollo.

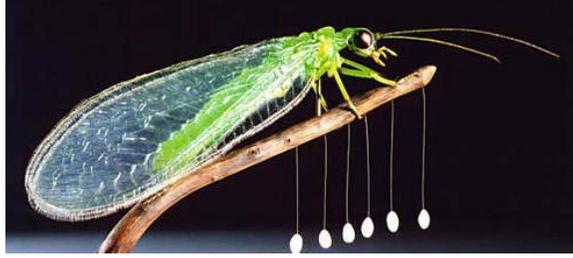


Figura 7. *Crisopa* tras la puesta de huevos (Fuente: *Olivar ecológico*)

Los coccinélidos son una familia de escarabajos. Entre las especies depredadoras se ha comprobado la existencia de especializaciones en el consumo de determinadas presas, más o menos acentuadas. Entre el gremio de los depredadores de pulgones, los más diversos y abundantes, destacan especies de los géneros *Adalia*, *Adonia*, *Coccinella* (Figura 9) y *Oenopia*.



Figura 8. *Coccinella* alimentándose de pulgón (Fuente: *ecoterrazas*)

2.4 NEMATODOS

Pueden causar lesiones en las raíces del nogal y, si la población es muy alta, incluso la muerte del árbol.

Los nematodos son unos pequeños animales de forma alargada con un tamaño de medio milímetro. Viven en el suelo, parasitando las raíces del nogal y de otros árboles.

Hay varias especies que parasitan el nogal. Las más comunes son: *Pratylenchus vulnus*, *Macroposthonia xenoplax* y *Meloidogynes* sp.

2.4.1 Control

Medidas preventivas: uso de patrones resistentes, como el paradox (híbridos interespecíficos, *J. regia*, *J. nigra*, *J. hindsii*...)

Medios químicos: Organofosforados nematicidas.

3 ENFERMEDADES

3.1 BACTERIOSIS, NECROSIS BACTERIANA O MAL SECO (*Xanthomonas campestris* pv *juglandis*)

Es la enfermedad más importante del nogal, afectando a hojas y frutos. Si se desarrolla intensamente, puede provocar importantes pérdidas en la cosecha.

3.1.1 Desarrollo anual

La bacteria inverna en las partes afectadas: chancros y yemas. En la primavera se activa, penetrando en las partes en crecimiento, por donde se va extendiendo. Se puede difundir por el polen y por acción del viento. Las temperaturas para su desarrollo son variables; sin embargo, es preciso que haya una gran humedad (en ambientes secos no se desarrolla). Estas condiciones se pueden producir en primaveras lluviosas, por lo que las variedades tempranas son más sensibles.

3.1.2 Daños

Los daños se pueden extender a todos los órganos aéreos de la planta. Los amentos se ennegrecen y pueden quedar inservibles. Por otro lado, las flores femeninas se arrugan, se ennegrece el estigma y finalmente caen.

En las hojas, los primeros síntomas son manchas translúcidas, que luego se vuelven negras por la muerte de los tejidos, como podemos observar la Figura 10.

En cuanto a los frutos, quedan afectados a principios de primavera, van desarrollando unas manchas que se van ennegreciendo y formando una depresión en el centro. Generalmente estos frutos caen, salvo que la infección sea tardía, en cuyo caso el fruto no cae, pero desarrolla las mismas manchas. Si la infección es temprana, puede afectar al grano, haciéndolo inercial; si es tardía, después del endurecimiento de la cáscara solo afecta al pericarpio. Estas lesiones se pueden confundir con estrés hídrico y quemaduras solares.

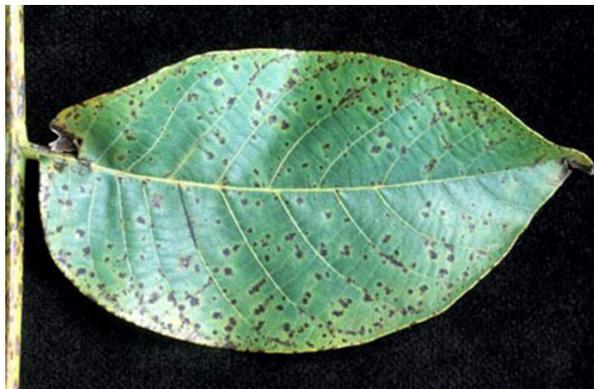


Figura 9. Bacteriosis en hoja (Fuente: Fruitex)

3.1.3 Control

Los productos que se muestran más eficaces son los cúpricos, en especial el hidróxido de cobre. Sin embargo, la repetición de los tratamientos cúpricos está provocando la aparición de resistencias en algunas cepas (Ninot, 1999).

La lucha contra la bacteriosis es preventiva y es importante la época de realización de los tratamientos. El primero se hará en los estados fenológicos de desborre, repitiéndose en primeras hojas y comienzo de floración femenina. Otras investigaciones recomiendan realizar los tratamientos en los estados de desborre, floración femenina y cuajado (Ninot, 1999).

Junto con los tratamientos químicos se deben seguir escrupulosamente una serie de pautas agronómicas:

- Elección de plantas: si la zona es húmeda, en primavera se evitarán variedades de floración temprana.
- Plantas en vivero libres de bacterias.
- Riego: se evitarán sistemas de riego que mojen las hojas, puesto que la bacteria se desplaza por el agua. Por ello el sistema de riego por goteo es ideal.
- Poda: adecuada para favorecer el movimiento del aire.
- Fertilización: especial atención a los excesos de nitrógeno que favorezcan el vigor de los árboles, facilitando el ataque bacteriano.

3.2 CHANCRO PROFUNDO DE LA CORTEZA (*Erwinia rubrifaciens*)

Es una enfermedad poco estudiada y en todo caso secundaria, que solo aparece cuando otras causas primarias debilitan al árbol: suelos asfixiantes, excesos o defectos del riego, otras enfermedades...

El síntoma característico de esta enfermedad (Figura 11) es la presencia de grietas en el tronco del árbol que segregan un líquido marrón rojizo. Estas grietas se van haciendo más grandes a medida que la bacteria avanza transportada por la savia.

La mejor opción para evitar el chancro es evitar las causas primarias que debilitan al árbol, puesto que si estas causas no están presentes, el chancro no aparece.



Figura 10. Nogal afectado por chancro profundo (Teviotdale, 1982)

3.3 AGALLAS DEL CUELLO (*Agrobacterium tumefaciens*)

Es una enfermedad que puede tener más incidencia en plantaciones jóvenes que en las adultas.

Las agallas se suelen producir en heridas realizadas en el cuello de la raíz, bien sea por los aperos de labranza o por el arranque de chupones.

Las agallas se desarrollan por infección bacteriana, primero como pequeñas protuberancias que más tarde se extienden alrededor del cuello de la raíz, debilitando al árbol.

La forma de controlar esta enfermedad pasa por un correcto saneamiento del arbolado, evitando prácticas que dañen a la raíz en la parte basal del tronco.

3.4 ANTRACNOSIS (*Gnomonia leptostyla*)

Esta micosis puede afectar a todas las partes verdes del nogal y se desarrolla en ambientes frescos y húmedos.

3.4.1 Desarrollo anual

El hongo inverna en las hojas muertas. Las ascosporas liberadas en primavera causan la infección primaria y las conidias (forma imperfecta) formadas sobre las lesiones producidas, extienden la infección durante el verano, provocando la infección secundaria.

Favorecen la infección temperaturas de en torno a 21 °C y una humedad relativa elevada, del 96-100% (Smith *et al*, 1992).

3.4.2 Daños

Las hojas son el órgano más frecuentemente dañado, lo que disminuye la capacidad fotosintética de la planta. En ellas se producen unas manchas redondeadas de color pardo oscuro. Si el ataque es muy fuerte, se produce el total amarilleamiento de la hoja, provocando su caída prematura en verano.

Los frutos también pueden ser atacados, presentando el mismo tipo de manchas, afectando al pericarpio y pudiendo atacar al fruto, en cuyo caso este no madura en su totalidad. Estos síntomas los podemos apreciar en la Figura 12.



Figura 11. Nueces afectadas por antracnosis (Fuente: Infojardin)

3.4.3 Control

Los tratamientos contra bacteriosis pueden ayudar a evitar el desarrollo del hongo, pero no son muy eficaces. Si las condiciones son favorables para el desarrollo de este hongo y hay fuertes ataques, se pueden realizar tratamientos con fungicidas como mancozeb, miclobutanil y ziram.

3.5 TINTA – PODREDUMBRE DEL CUELLO DE LA RAIZ (*Phytophthora* spp.)

Son varias las especies que pueden atacar al nogal. Algunas atacan al cuello de la raíz, otras a las raíces, y otras a ambas.

Puede sobrevivir largo tiempo en el suelo sin provocar daños. Cuando las condiciones son favorables, con un ambiente húmedo y cálido, infecta al arbolado. También las condiciones de asfixia provocadas por sistemas de riego por inundación favorecen su desarrollo.

Los síntomas que manifiestan los arboles afectados son un debilitamiento general, que se traduce en un escaso desarrollo del sistema foliar, seguido de amarilleamientos y caída de hojas. En la zona atacada se produce un chancro. En el cuello se produce una exudación de savia oxidada, de color negro verdoso.

Para evitar la aparición de esta micosis se deben evitar suelos pesados, mal drenados y los sistemas de riego por inundación.

3.6 LÍNEA NEGRA DEL NOGAL (CHERRY LEAF ROLL VIRUS, CLRV)

Esta enfermedad, causada por el virus CLRV, solo se manifiesta en nogal común injertado sobre otra especie de *Juglans* que no sea regia. Al principio se pensaba que era un problema de incompatibilidad patrón-variedad, pero luego se descubrió que era provocado por un virus. Esta enfermedad es un factor limitante a la hora del uso de ciertos patrones de *Juglans regia*.

3.6.1 Desarrollo

El medio de transmisión de este virus es mediante el polen de los arboles infectados, aunque también se puede transmitir por medio de injertos con material infectado. Una vez infectado el nogal, el virus se transmite lentamente a través del árbol y cuando llega a la zona del injerto con el patrón, si este no es *Juglans regia*, causa la muerte de las células del patrón. Estas células muertas son las que forman una línea negra en el punto de unión patrón-variedad, dando el nombre a la enfermedad. Cuando estas células muertas rodean por completo la superficie de unión patrón-variedad, causan la muerte del árbol.

3.6.2 Síntomas

El síntoma más evidente es la línea negra formada en la corteza en la zona de unión entre el patrón y la variedad, que se puede apreciar levantando la corteza del árbol.

También se puede apreciar reducción en el crecimiento, seguido de amarilleamientos y caídas de hojas. Además, los brotes terminales pueden morir, lo que acompaña a un gran desarrollo de chupones procedentes del patrón. Se puede realizar un ELISA para el diagnóstico de la enfermedad en árboles que no presenten síntomas.

3.6.3 Control

El control debe ser preventivo. Lo más fácil es utilizar *Juglans regia* como patrón como se observa en el anexo de material vegetal.

ANEJO 10. MANTENIMIENTO DEL SUELO

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Elección del sistema de mantenimiento del suelo	2
2.1	Mantenimiento de las calles	2
2.2	Mantenimiento en las líneas.....	3
3	Resumen de operaciones.....	4

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del mantenimiento del suelo es controlar o suprimir la presencia de plantas arvenses en la parcela cultivada. Con esto conseguiremos poner a disposición del nogal la mayor cantidad posible de nutrientes y agua. El laboreo del suelo ayuda a la incorporación de nutrientes y a la movilidad de éstos dentro del perfil del suelo. También tiene influencia en el desarrollo del sistema radicular.

El mantenimiento del suelo también ayuda a mantener la estructura del suelo, disminuyendo los factores erosivos. Además, con las labores del suelo podemos plantearnos otros objetivos, como puede ser que en la recolección la superficie del suelo esté en condiciones óptimas para realizarla con máxima eficiencia.

Hay cuatro sistemas principales de mantenimiento del suelo:

- **Laboreo o suelo desnudo**

Consiste en el pase de cultivador o grada en toda la superficie y durante distintos periodos del año. Se suelen realizar 4-5 pases al año.

Ventajas: es el cultivo tradicional que el agricultor conoce. Dota a la parcela de un aspecto de buen mantenimiento. Método sencillo para controlar adventicias, facilita incorporación de nutrientes. Se puede utilizar con cualquier sistema de riego.

Inconvenientes: destruye raíces superficiales, con lo que disminuye la capacidad de absorción nutrientes. Pueden aparecer lesiones en el tronco que faciliten la entrada de parásitos. Facilita pérdidas del humus y la degradación de la estructura del suelo. El suelo desnudo es vulnerable a procesos erosivos. Dificulta el paso de vehículos y paso de personas si el suelo está muy mullido e imposibilita el tránsito en épocas lluviosas. Por otro lado, es un sistema considerado de alto consumo energético.

- **No laboreo o no cultivo con suelo desnudo**

Suelo desnudo sin la utilización de aperos de labranza. La eliminación de adventicias se realiza a través de la aplicación de herbicidas en distintas épocas del año. Hay que considerar que un único herbicida no puede controlar toda la vegetación adventicia. Cada herbicida controla un tipo preferente de vegetación. Hay que elegir el producto en función de la vegetación predominante. No se deben emplear siempre los mismos herbicidas, ya que ello supondría la aparición de resistencias e inversión de la flora.

Ventajas: al no haber laboreo no se eliminan las raíces superficiales. Al no estar mullido, se favorece la circulación de vehículos. Adecuado para sistemas de recolección mecanizada. Adecuado en plantaciones densas y adultas con riego localizado.

Inconvenientes: es un sistema con riesgos ambientales. Pueden generarse problemas de residuos, degradación y desequilibrio de la flora.

- **Cubiertas permanentes**

El suelo se mantiene cubierto con una pradera artificial o cultivo, generalmente gramíneas. Las malas hierbas se controlan por sofocación y siega. Mantenimiento de la pradera con periódicas siegas.

Ventajas: mejora las características del suelo, tanto su estructura como la actividad biológica y el nivel materia orgánica del suelo. Procesos erosivos prácticamente inexistentes. Facilidad para el tránsito de maquinaria dentro de la parcela.

Inconvenientes: competencia por los recursos, agua y nutrientes. Sistema viable en zonas húmedas.

- **Acolchado o mulching**

Este sistema se basa en la sofocación de la vegetación por extensión de una cubierta orgánica (paja, cortezas, etc.) o inorgánica (láminas de plástico) cubriendo zonas alrededor del árbol.

Ventajas: buen control de la vegetación en zonas próximas al árbol. En general las condiciones del suelo mejoran. Si la cubierta es orgánica, aumenta el nivel de materia orgánica.

Inconvenientes: en suelos pesados puede provocar asfixia radicular. Sistema relativamente caro.

- **Técnicas mixtas**

En algunas ocasiones, las ventajas y los inconvenientes de los distintos métodos pueden complementarse combinándolas entre sí, bien de forma simultánea o alternativamente. De esta forma, se pueden resolver algunos inconvenientes de los métodos simples.

2 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DEL SUELO

Teniendo en cuenta las ventajas y los inconvenientes de cada sistema, se opta por un sistema mixto, que consta de una cubierta permanente en las calles y laboreo en las líneas.

2.1 MANTENIMIENTO DE LAS CALLES

En los dos o tres primeros años de la plantación no es aconsejable la colocación de una cubierta viva por la competencia por los nutrientes. Debido a esto, los dos primeros años de realizará laboreo en las calles, obligando al sistema radicular a profundizar, y así se evitarán problemas de competencia mientras las plantas sean jóvenes.

Al año siguiente, se procederá a establecer una cubierta vegetal formada por *Onobrychis viciifolia*, de la familia de las Fabáceas, comúnmente denominada en la zona esparceta. Esta leguminosa es una planta regeneradora de la fertilidad del suelo por su eficiencia fijadora de nitrógeno atmosférico y por poseer una raíz pivotante, que favorece la incorporación de materia orgánica en los niveles inferiores del mismo.

La cantidad de nitrógeno que puede fijar esta leguminosa está entre 130-160 kg/ha, pudiendo alcanzar como límite máximo los 270 kg/ha, dependiendo de los requerimientos de fotosíntesis y del índice de área foliar (Farouk Demdoum, 2012). Este valor se tendrá en cuenta en el anejo de fertilización a la hora del

cálculo de los aportes de nitrógeno, es decir, se restarán de las necesidades del nogal los aportes de la esparceta, y la cantidad que falte será necesario aportarla con la fertilización.

Esta leguminosa se mantendrá de 3 a 4 años, a partir del cual será necesario resembrarla para continuar con la cubierta vegetal.

Otra característica de importancia es que, debido al amplio periodo que dura su inflorescencia, la esparceta actúa sustento de la fauna de insectos, favoreciendo el desarrollo de fauna auxiliar que nos ayude a combatir a ciertas plagas, descritas en el anejo correspondiente de plagas y enfermedades.

Para evitar problemas de competencia de nutrientes y agua durante los meses de verano, se procederá a segar la cubierta con una segadora equipada al tractor. De esta manera, durante estos meses la esparceta no se llega a desarrollar, evitando así problemas de competencia, y rebrotará al llegar el otoño.

2.2 MANTENIMIENTO EN LAS LÍNEAS

En cuanto al mantenimiento de las líneas, se procederá al laboreo. Este laboreo se puede realizar mediante un apero llamado intercepas, similar a un cultivador, pero que mediante un brazo retráctil evita dañar los troncos de los árboles. Existen diferentes tipos de intercepas en el mercado según el tipo de brazo retráctil que lleve acoplado.

Con este sistema evitamos problemas de competencia por nutrientes y agua en las líneas donde están ubicados los goteros., facilitamos la incorporación de los nutrientes y materia orgánica en el suelo (ya sea compost o estiércol), y además evitamos la compactación y la infiltración del agua.

Este sistema es conocido y de fácil aplicación para el agricultor.

Se deberán colocar las mangueras porta goteros colgando de los árboles para evitar dañarlas con el pase de estos intercepas.



Figura 1. Ejemplos de intercepas. Arriba a la izquierda: intercepa mecánico comercializado por Aguilar Maquinaria agrícola. A la derecha: intercepa rotativo comercializado por MIRA Orizzonti. Abajo: intercepa distribuido por AG group.

3 RESUMEN DE OPERACIONES

A continuación, se aporta una tabla resumen con las operaciones a realizar:

Año	Época	Operación	Maquinaria
1º-3º	1 pase en invierno 2 pases primavera 1 pase verano	Laboreo: pase de cultivador	Tractor + cultivador + intercepa
3º y cada 4 años	Otoño	Siembra cubierta	Tractor + sembradora
4º y siguientes	Principios de Junio	Siega cubierta vegetal	Tractor + segadora
4º y siguientes	1 pase en invierno 2 pases primavera 1 pase verano	Laboreo entre líneas	Tractor + intercepa

Tabla 1. Resumen operaciones de mantenimiento del suelo

ANEJO 11. PODA

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Poda de formación.....	2
2.1	Formación en vaso.....	2
2.2	Formación en eje estructurado.....	4
2.3	Formación en eje libre.....	5
2.4	Elección sistema de formación.....	6
3	Poda de producción.....	6
4	Poda de rejuvenecimiento.....	7
5	Herramientas de poda.....	7

1 INTRODUCCIÓN

Definimos poda como aquella operación realizada de forma manual o mecanizada por la que se suprime mediante corte cualquier parte del árbol.

La poda es una operación que se ha realizado frecuentemente de forma manual. En la fruticultura europea hacia que los costes fueran elevados, con técnicas meticulosas y depuradas. Mientras que teorías americanas se basaban en que ninguna operación es necesaria si los costes de llevarla a cabo superan a los beneficios que aporta.

Con ello, el criterio americano se ha ido imponiendo, de forma que en la actualidad se realizan podas más ligeras sin dar ninguna importancia a la estética.

Existen distintos tipos de poda aplicables en fruticultura en general, pero nos centraremos en aquellas específicas del nogal. Estas son:

- **Poda de formación:** operaciones de poda durante el periodo juvenil, para formar la estructura del árbol. Con ello formamos el esqueleto del árbol: tronco y ramas primarias.
- **Poda de producción, fructificación o mantenimiento:** poda que se da durante el periodo de fructificación del árbol, dirigida a proporcionar la máxima productividad al nogal, renovando brotes fructíferos y eliminando madera muerta o molesta.
- **Poda de renovación o rejuvenecimiento:** poda realizada en los periodos de envejecimiento del árbol, con el fin de eliminar las partes debilitadas y renovarlas por nuevos brotes. Por lo general esto se desecha en fruticultura moderna y se aconseja realizar el arranque cuando la rentabilidad cae, es decir, cuando los gastos del cultivo superan a los ingresos de ventas de la cosecha.

Aparte de lo anterior, hay diferentes técnicas en cuanto a la aplicación de la poda se refiere. La poda en verde se realiza en verano, coincidiendo con la parada de verano, pero generalmente se realiza la poda en seco, en la parada invernal. Además, se pueden aplicar otras técnicas como la técnica de aclareo, que consiste en la eliminación completa o parcial (despunte) de ramos.

Una poda bien realizada permite un desarrollo y entrada en producción más rápida, además de unos frutos de calibre adecuado. La poda también puede influir en el desarrollo de enfermedades, al estar relacionadas con los flujos de luz que recibe el árbol. Mientras el árbol este iluminado, su capacidad para productiva será mayor y su estado sanitario será mejor. Esta es importante en variedades de fructificación terminal, cuya capacidad productiva de los brotes se mantiene durante muchos años, mientras que para variedades de fructificación lateral es de 3-4 años, aunque en condiciones favorables pueden llegar a 8-10 años (Aleta, 1999).

Las variedades de nogal tienen un comportamiento distinto según los hábitos de fructificación (lateral o terminal), ligados a su vez con el vigor y la productividad. Esto hace que para distintas variedades tengamos que adoptar un tipo de poda distinto.

2 PODA DE FORMACIÓN

Durante el periodo juvenil, para formar la estructura del árbol de forma correcta debemos proporcionar la estructura adecuada con la variedad. Esta estructura debe permitir la entrada de luz a los distintos elementos productivos. Se debe desarrollar la madera productiva lo antes posible: tronco y ramas principales deben tener suficiente consistencia para que en el futuro puedan soportar el peso de la cosecha.

A la hora de la correcta elección del tipo de formación, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de fructificación de la variedad elegida (lateral o apical)
 - Fructificación apical: producen yemas terminales en madera de un año
 - Fructificación lateral: producen yemas terminales y laterales en madera de un año
- Las variedades con fructificación lateral entran antes en producción que las de fructificación apical. Esta rápida entrada provoca una disminución del crecimiento vegetativo, que se corregirá con la poda, favoreciendo la estructura del árbol.
- Las variedades con fructificación apical generalmente requieren de aclareo, mientras que las de fructificación lateral además requieren despuntes.
- Se debe formar el eje principal de acuerdo a que las ramas primarias se inserten debidamente alrededor del mismo, interceptando la mayor cantidad de luz posible.

De acuerdo con esto, podemos considerar que los tipos de formación más frecuentes pueden ser: vaso, eje estructurado y eje libre (Figura 1).



Figura 1. Tipos más frecuentes de poda de formación. De izquierda a derecha: formación en vaso, eje estructurado y eje libre (Muncharaz Pou, 2001)

Para las variedades de fructificación apical se escogerá preferentemente el sistema de formación en vaso. Para el caso de variedades con fructificación lateral, se escogerá preferentemente un sistema de formación en eje libre, eje estructurado o seto. Por último, para variedades intermedias se puede escoger cualquier sistema indistintamente.

2.1 FORMACIÓN EN VASO

Este sistema es el que se utiliza para cultivo tradicional del nogal. Como se ha indicado, las variedades más adecuadas para este sistema de formación son las que tienen una fructificación apical.

Para este sistema se aconsejan densidades de plantación entre 80 y 180 árboles/ha (Muncharaz Pou, 2001).

Este sistema se caracteriza por la formación de un tronco a 1,2-1,6 metros de altura con tres ramas principales que se insertan a unos 50 cm de distancia, formando un ángulo de 120°. Sobre estas ramas principales se forman sucesivas bifurcaciones.

Durante el primer año de la plantación, se realizará un corte para fijar la altura definitiva del árbol, que estará en torno a 1,2-1,5 metros si el plantón es de dos años y la plantación es en regadío y las condiciones lo permiten. Si no, se realizará un corte 40 cm por encima del injerto para secano o plantones de 1 año, para el año siguiente dejarlo a la altura definitiva.

Posteriormente se suprimen yemas 50 cm por debajo del corte, para fomentar que se desarrollen yemas secundarias, ya que las yemas primarias producen brotes muy erguidos con una unión débil que puede fallar con acciones del viento, carga de la cosecha, etc. Las secundarias son más abiertas y están mejor insertadas en el tronco.

Para el siguiente año se seleccionan las tres ramas principales, siendo aquellas que mejor cumplan los criterios de formación. Se pueden hacer pinzamientos en verde para evitar que estas ramas se desarrollen demasiado.

En la siguiente parada vegetativa se realiza el corte de estas ramas principales a unos 60-80 cm. En los siguientes años se realiza la misma operación, realizando los cortes a las ramas principales a 80 cm, formando así el armazón principal hasta llegar a alcanzar 4-5 pisos.

A partir del 4º año se dejan más ramificaciones laterales que formen las ramas fructíferas. Para el caso de variedades con fructificación lateral en que se escoja este sistema de formación, esta operación se puede adelantar un año, ya que la entrada en producción es más rápida.

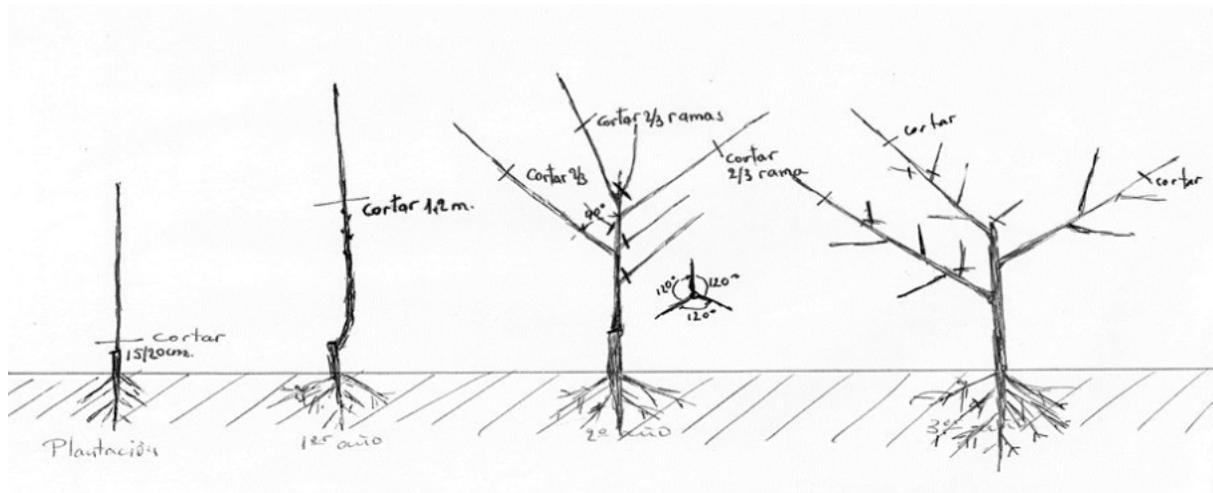


Figura 2. Esquema de poda para formación en vaso (Fuente: PortalFrutícola)



Figura 3. Ejemplo de poda de formación en vaso (Fuente: Muncharaz Pou, 2001)

2.2 FORMACIÓN EN EJE ESTRUCTURADO

Las variedades que mejor se adaptan a este sistema son variedades de fructificación intermedias y con portes abiertos.

En este sistema se manejan densidades de plantación entre 124 y 208 árboles/ha.

Este sistema pretende aprovechar todo el potencial productivo de las variedades que lo utilizan. La formación en eje estructurado facilita la poda y la renovación de las ramas fructíferas, disminuyendo así los costes de la poda.

Este sistema consta de un eje central que crece lo más alto y recto posible, donde se insertan de 6 a 7 ramas primarias que salen del tronco espaciadas 40-50 cm y formando un ángulo de 120° entre ellas. Así, se forma una espiral alrededor del tronco. Durante el proceso se eliminan ramas fructíferas para que no interfieran en el proceso de formación de la estructura principal.

Para adoptar este sistema, el primer año se lleva a cabo un descabezado de la planta a unos 40-60 cm del suelo, procurando dejar unas 6 yemas por encima del injerto. Si se deja más madera, las ramas que puedan emerger podrían ser débiles, comprometiendo la integridad de la estructura final. Durante el verano se seleccionará el brote con mejores características para que conforme el eje, un segundo brote bien situado que se despuntará y se eliminan los demás. Para el buen crecimiento y guiado del brote principal se colocaran tutores.

En el invierno siguiente habrá alcanzado 1,5-2 metros de altura. Lo despuntaremos entre 1/3-1/2 de su longitud, para incrementar su vigor, y se eliminan todas las yemas principales excepto las dos o tres primeras, para que den lugar a brotes erguidos que continúen con el eje.

En verano se favorece el vigor del eje central pinzando las ramas laterales y las más vigorosas.

Para el tercer invierno se despunta nuevamente el eje y se realizan las mismas operaciones que en el verano anterior. Se eliminan brotes fructíferos para favorecer el desarrollo de la estructura principal.

En años sucesivos se seleccionan ramas primarias laterales que conformen la estructura, llegando a conseguir 6 ramas perfectamente formadas.

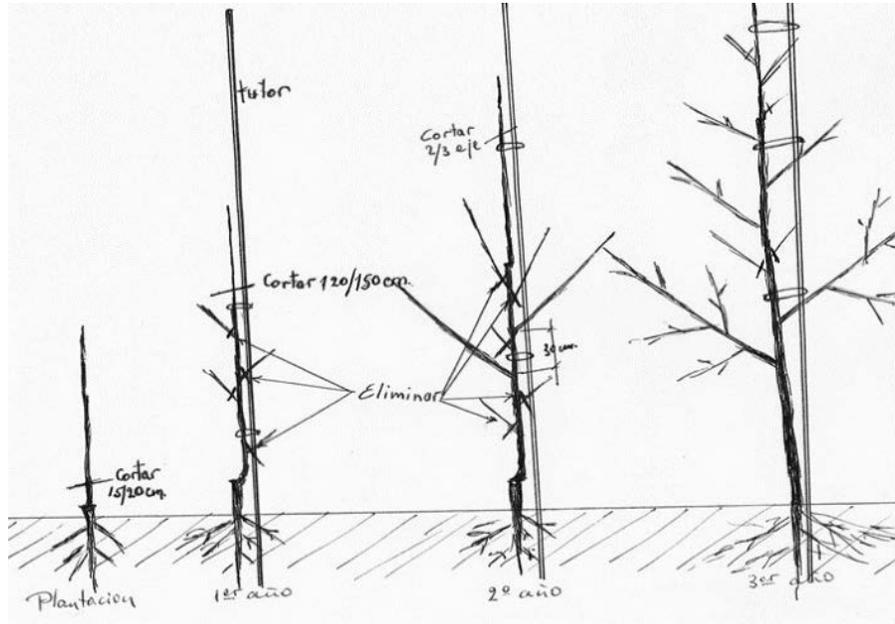


Figura 4. Esquema poda para sistema de formación en eje estructurado (Fuente: PortalFrutícola)

2.3 FORMACIÓN EN EJE LIBRE

Para este sistema de formación las variedades que mejor se adaptan son las de fructificación lateral con muy rápida entrada en producción.

Este sistema maneja densidades de plantación similares al eje estructurado, entre 124 y 208 árboles/ha.

Con este sistema se pretende acortar el periodo improductivo anterior a la plena producción. Es un sistema muy tecnificado e intensivo que se aplica cuando no hay restricciones de agua, nutrientes (fertilización), etc.

El eje libre consta de un eje de gran altura al que se insertan unas 20 ramas primarias que progresivamente se van eliminando hasta que quedan unas 8-10 dispuestas alrededor del eje en forma piramidal. Durante el periodo de formación no se eliminan ramas fructíferas.

Durante el primer año se rebaja la talla del árbol hasta unos 40 cm por encima del suelo, para favorecer el desarrollo del eje principal, de igual forma que en el eje estructurado.

En los años sucesivos el eje ya no se acorta. Se eliminan los brotes más altos, próximos al terminal, y además también se eliminan los brotes laterales más vigorosos, los que estén en zonas muy densas (aclareo). El resto se deja sin ninguna intervención.

Con este sistema el árbol habrá alcanzado al final del primer año unos 2 metros. Al no haber supresión de ramas fructíferas, la entrada en producción es muy rápida.

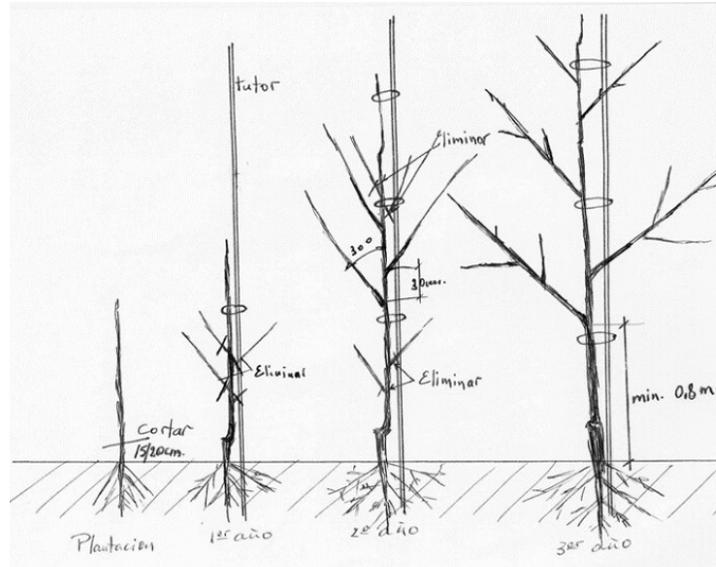


Figura 5. Esquema poda para sistema de formación en eje libre (Fuente: PortalFrutícola)

2.4 ELECCIÓN SISTEMA DE FORMACIÓN

Para esta plantación se han seleccionado 3 variedades: Howard, Chandler y Franquette. Dos de ellas, **Howard y Chandler**, son variedades de fructificación lateral, por lo que teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto queda descartado el sistema de formación en vaso. Por otra parte, de los sistemas de eje libre y eje estructurado que nos quedan, el eje libre acorta el periodo improductivo antes de la plena producción y a la hora de implantarlo es más sencillo, reduciendo los cortes de poda, por lo que el sistema elegido para estas dos variedades será de **eje libre**.

En cuanto a la variedad **Franquette**, ésta es de fructificación apical, por lo que el sistema idóneo es el de **vaso**. Además, la densidad de plantación encaja con la recomendada.

3 PODA DE PRODUCCIÓN

Esta poda se lleva a cabo cuando una vez la formación del árbol ya ha terminado (o un poco antes). La poda de producción se lleva a cabo para cumplir con alguno de los siguientes objetivos:

- Controlar el tamaño del árbol. Si dejamos al árbol crecer sin control las partes bajas del mismo se secarán por falta de luz y se poblarán las más altas en exceso. Con un aclareo corregiremos este defecto. Además, al limitar la altura del árbol favoreceremos el manejo de la plantación por parte de los operarios.
- Mantener equilibrio entre vigor y productividad. De esta forma evitamos un exceso de vigor que disminuya la productividad por competencia por los nutrientes entre diferentes órganos del árbol.
- Mantener calibre y sanidad de los frutos. Un exceso de desarrollo vegetativo va en detrimento de la calidad de los frutos y favorece el desarrollo de patógenos.

- Estimular crecimiento de madera productiva por medio del despunte, que favorece el desarrollo de las yemas secundarias que dan lugar a brotes productivos.
- Eliminar ramas secas, muertas, en mal estado o molestas. De esta forma eliminamos ramas improductivas o que están mal situadas dentro de la estructura principal del árbol.

4 PODA DE REJUVENECIMIENTO

Este tipo de poda se lleva a cabo o es más frecuente a medida que la plantación va envejeciendo, hacia el final de la vida útil, con el fin de eliminar partes debilitadas y renovarlas con brotes nuevos. Cuando los gastos derivados del cultivo de esta plantación sean superiores a los ingresos obtenidos por la venta de la cosecha obtenida, será el momento en el que se proceda con el arranque de la plantación.

5 HERRAMIENTAS DE PODA

Existen una gran variedad de herramientas de poda en el mercado, que las podemos clasificar según sean manuales, mecánicas o material complementario. De entre ellas podemos destacar:

Manuales:

- *Tijeras de mano:* formada por un cuerpo de tijera. Consta de una boca formada por una cuchilla, una uña, un muelle y elementos de seguridad. Se utilizan para cortes de 2 cm de diámetro para realizar operaciones de despunte, supresión de ramas jóvenes y aclareo.
- *Tijeras de dos manos:* similares a las tijeras de mano, pero de mayor tamaño. Se pueden hacer cortes de mayor diámetro. Pueden llevar extensores en los agarres para alcanzar partes a mayor altura.
- *Serruchos:* utilizados para cortes de ramas más gruesas.

Mecánicas:

- *Motosierras:* pueden ser eléctricas o con motor de gasolina. Hay de diversos tamaños dependiendo de las operaciones a realizar
- *Tijeras neumáticas:* accionadas por la toma de fuerza de un tractor. El mecanismo de corte está accionado por aire comprimido. Se utilizan en grandes plantaciones para reducir tiempos de poda debido a su rapidez.
- *Tijeras eléctricas:* pueden llevar baterías recargable o no. Tijeras manuales con corte asistido por mecanismo eléctrico. Son muy rápidas pero pesadas (al llevar baterías).

En esta explotación se hará acopio de tijeras manuales, ya que su versatilidad permite realizar cualquier operación en cualquier momento. También se incorporarán motosierras que permiten realizar cortes más gruesos en poco tiempo. A la hora de realizar operaciones anuales de poda, se realizarán mediante el uso de tijeras eléctricas, ya que su rapidez ayudará a bajar los tiempos destinados a esta operación.

ANEJO 12. RECOLECCIÓN

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Preparación para la recolección	1
3	Maduración del fruto.....	1
4	Recolección mecanizada.....	2

1 INTRODUCCIÓN

La recolección de la nuez se realiza mediante la caída de los frutos del árbol, a diferencia de otras especies frutales que se recogen en el árbol. Esta caída puede ser:

- *Espontánea*: se espera a que los frutos caigan del árbol de forma natural por abscisión. No se utiliza en las plantaciones.
- *Vareo o derribo manual*: los operarios realizan el vareo, de forma parecida al olivo o almendra, golpeando con varas de madera o distintos materiales. También pueden apoyarse en plataformas móviles para ayudarse a alcanzar las partes más altas del árbol. Es el método más utilizado en pequeñas explotaciones.
- *Derribo mecánico*: la caída de los frutos se provoca mediante vibraciones. Los vibradores pueden ser de agarre al tronco (de inercia) o de agarre a las ramas (de sirga). También se utilizan vibradores telescópicos, que son muy versátiles dado que permiten acceso al tronco y a las ramas. Este es el sistema más utilizado en las plantaciones intensivas modernas

Una vez los frutos caen, pueden ser recogidos por mallas o toldos, al estilo del olivar y del almendro.

En la actualidad hay máquinas que combinan el sistema de caída de la nuez por vibración junto con los toldos, los llamados paraguas. También existen otras máquinas que son varios paraguas unidos formando una plataforma de recolección, lo que resulta muy útil para plantaciones intensivas.

2 PREPARACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN

Independientemente del sistema de recolección, se deben seguir una serie de indicaciones a la hora de la recolección de la nuez.

Para facilitar el movimiento de la maquinaria en el momento de la recolección, el suelo debe estar libre de vegetación, ya su presencia haría más lento el movimiento de la maquinaria. Para ello se debe proceder a segar la cubierta vegetal, en el caso de que fuera preciso.

Habrà que tener en cuenta la edad del árbol. A partir del 4º año, los nogales ya pueden proporcionar fruto comercial. Los vibradores mecánicos pueden causar daños a los árboles jóvenes, por lo que es más conveniente posponer la entrada de vibradores a campañas posteriores.

También hay que considerar a la hora de la poda que la presencia de ramas muy colgantes, demasiado abiertas, pueden dificultar el vibrado de los árboles y su eficiencia.

3 MADURACIÓN DEL FRUTO

La madurez fisiológica de la nuez llega justo cuando el tabique central que separa las dos mitades cambia a una tonalidad marrón (Olson *et al*, 1998). Además, se puede apreciar que, en la parte externa, el pericarpio adquiere la dehiscencia (de forma parecida al almendro), y de esta forma se puede extraer sin dificultad. Sin embargo, la maduración de estas dos partes no se produce de forma simultánea: si el grano madura antes que la cascara, habrá una pérdida en la calidad del grano por sobremaduración.

Otro problema asociado es que la maduración de la nuez no se produce de forma simultánea, sino escalonada. Esto hace que pueda ser necesario un segundo pase de recolección. Para considerar esta opción de un segundo pase, hay que tomar en cuenta el aspecto económico: el momento óptimo es aquel en el que el 80% de los frutos pueden caer por vibración y en el que el 95% de ellos pueden despellejarse (Muncharaz, 2001). Si se recolecta un porcentaje menor, será necesario un segundo pase; si el porcentaje es mayor, la calidad puede verse mermada.

En condiciones mediterráneas podemos distinguir tres tipos de maduración, en función de la época de maduración fisiológica por variedad elegida:

- *Maduración temprana*: maduración a finales de septiembre
- *Maduración media*: maduración a principios de octubre. En este grupo tenemos las variedades elegidas Howard y Chandler.
- *Maduración tardía*: maduración a finales de octubre. A este grupo pertenece la variedad elegida Franquette.

4 RECOLECCIÓN MECANIZADA

Para esta plantación lo más aconsejable es realizar la recolección de los frutos de forma mecanizada, ya que en plantaciones donde la recolección se lleva a cabo de forma manual puede llegar a suponer cerca del 50% de los gastos directos del cultivo. A medida que se más va introduciendo mecanización, estos gastos se van reduciendo considerablemente, hasta un 5% (Ninot, 1999).

Se debe considerar la recolección manual en los árboles jóvenes, para evitar los daños producidos por los vibradores mecánicos. Estos daños pueden ser directos, por el contacto y presión del vibrador con el árbol, que producen daños en la corteza, o indirectos, al penetrar patógenos por las heridas provocadas por la vibración. Además, son de especial importancia el tiempo y la intensidad de vibrado, ya que un exceso puede provocar daños tanto en los árboles como en la maquinaria.

La recolección mecanizada integral consta de los siguientes pasos:

- Derribo de la nuez mediante vibradores
- Barrido de los frutos caídos mediante soploadores o barredoras autopropulsadas o unidas al tractor, apilándolos en hileras.
- Recolección de los frutos apilados con elevadores mediante corrientes de aire o cintas mecánicas.
- Transporte de las nueces mediante remolques.

Hoy en día existen otras máquinas que combinan varios de estos pasos, y de esta forma se puede reducir la inversión en maquinaria. Estas máquinas son vibradores que llevan incorporado un paraguas que recoge los frutos caídos y los almacena hasta depositarlos en un remolque con mayor capacidad. Con estas máquinas, según fabricantes, se pueden llegar a recolectar 60-80 árboles/hora.

En resumen, la recolección se llevará a cabo mediante estos vibradores. Suponiendo que los operarios no sean muy hábiles al principio con estas máquinas, se puede suponer que el ritmo de recolección será menor, unos 50 árboles/hora, para los cálculos del tiempo de recolección total:

Total arboles	Nº arboles/hora	Horas recolección	Horas/día jornada laboral	Nº días recolección
6.195	50	123,9	8	15,5

Tabla 1



Figura 1. Ejemplo de vibrador con paraguas para recolección de nuez (Fuente: MaquiNAC)

ANEJO 13. DISEÑO AGRONÓMICO

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Necesidades de agua	1
2.1	Cálculo de la evotranspiración de referencia.....	1
2.2	Cálculo de la evotranspiración del cultivo	2
2.3	Corrección de la ETC.....	3
2.4	Necesidades netas de riego	5
3	Necesidades totales.....	6
3.1	Pérdidas por percolación profunda	6
3.2	Pérdidas por lavado de sales.....	7
3.3	Aplicación del coeficiente de uniformidad	9
4	Superficie regada por un emisor.....	10
5	Porcentaje de suelo mojado	10
6	Número de emisores por planta.....	11
7	Separación entre emisores	12
8	Dosis máxima	12
9	Dosis práctica	13
10	Espaciamiento entre riegos o turno de riego	13
10.1	Superficie regada al día (Sd).....	13
10.2	Caudal (Q).....	14
11	Duración del riego.....	14
12	Número de sectores de riego	14

1 INTRODUCCIÓN

Un buen diseño agronómico del sistema de regadío es muy importante porque tiene en cuenta todas consideraciones y características del manejo de la plantación, así como un correcto manejo del agua para evitar sobrecostes que influyan en la rentabilidad de la explotación.

Así, en este anejo se analizarán las necesidades del cultivo, momento y duración de los riegos, características de los goteros y separación entre estos para lograr una correcta uniformidad del riego.

2 NECESIDADES DE AGUA

2.1 CÁLCULO DE LA EVOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA

En primer lugar, es necesario conocer las necesidades del cultivo, para conocer en cada momento los requerimientos y así poder optar por la mejor solución.

Para conocer estas necesidades, primero se calcula la evotranspiración de referencia, ETo, a partir de los datos climáticos, presentados en el anejo de estudio climático.

Debido a que el cálculo de la ETo por el método de Blaney-Criddle-FAO sobreestima las necesidades en verano, es preciso comparar estos resultados con los obtenidos por otro método para poder ver si estas variaciones son muy importantes. Para ello se ha utilizado el método de Penman-Monteith, implementado en el programa informático CropWat de la FAO.

Mes	Prom Temp	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo	ETo
	°C	%	m/s	fracción	MJ/m ² /día	mm/día	mm/mes
Enero	4,7	77	2,4	0,43	6,5	0,8	24
Febrero	5,8	67	2,6	0,51	9,7	1,36	40,8
Marzo	10,4	64	2,7	0,56	14	2,24	67,2
Abril	14	63	2,7	0,55	17,9	3,17	95,1
Mayo	17,7	60	2,7	0,56	21	4,17	125,1
Junio	22,2	56	2,6	0,65	24	5,32	159,6
Julio	25,5	51	2,7	0,73	24,9	6,22	186,6
Agosto	25,1	54	2,6	0,73	22,1	5,59	167,7
Septiembre	20,3	63	2,4	0,64	16,5	3,7	111
Octubre	15,3	71	2,3	0,57	11,4	2,18	65,4
Noviembre	9,9	77	2,4	0,51	7,6	1,21	36,3
Diciembre	4,7	80	2,4	0,51	6,3	0,71	21,3
Total							1100,1

Tabla 1. Cálculo de la ETo por el método de Penman-Monteith

Como se puede observar en la Tabla 1, las diferencias entre los dos métodos son sustanciales. Siendo el método de Penman-Monteith considerado como más fiable, se tomarán los valores de ETo obtenidos por este procedimiento para la realización del resto de cálculos necesarios.

2.2 CÁLCULO DE LA EVOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

El siguiente paso para estimar necesidades de agua del cultivo es, a partir de la ETo, calcular la evotranspiración del cultivo, ETc. Para ello se utiliza la siguiente formula:

$$ETc = ETo \cdot Kc$$

donde Kc es un coeficiente propio de cada cultivo que se obtiene de tablas. Este coeficiente expresa diferencia entre varios cultivos y distingue diferentes épocas del cultivo.

Para nuestro caso de estudio, la tabla correspondiente con estos valores de Kc es:

	En suelos con cubierta vegetal								
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov
Vientos débiles a moderados húmedos	0,8	0,9	1	1,1	1,1	1,1	1,05	0,85	0,8
Vientos fuertes húmedos	0,8	0,95	1,1	1,15	1,2	1,2	1,15	0,9	0,8
Vientos débiles a moderados secos	0,85	1	1,15	1,25	1,25	1,25	1,2	0,95	0,85
Vientos fuertes secos	0,85	1,05	1,2	1,35	1,35	1,35	1,25	1	0,85

Tabla 2. Valores de Kc para el nogal (Muncharaz Pou, 2001)

En la anterior tabla podemos observar una fila en color verde, que corresponde a los valores de Kc tomados para los cálculos, dado que para nuestra situación contamos con una cubierta vegetal, y en la zona donde se ubica la plantación contamos con vientos débiles a moderados húmedos.

Con esta información ya podemos obtener un primer resultado de evotranspiración del cultivo:

Mes	ETO	Kc	ETc	ETc mes
	mm/día		mm/día	mm/mes
Enero	0,8	0,00	0,00	0,00
Febrero	1,36	0,00	0,00	0,00
Marzo	2,24	0,80	1,79	55,55
Abril	3,17	0,90	2,85	85,59
Mayo	4,17	1,00	4,17	129,27
Junio	5,32	1,10	5,85	175,56
Julio	6,22	1,10	6,84	212,10
Agosto	5,59	1,10	6,15	190,62
Septiembre	3,7	1,05	3,89	116,55
Octubre	2,18	0,85	1,85	57,44
Noviembre	1,21	0,80	0,97	29,04
Diciembre	0,71	0,00	0,00	0,00
Total anual				1051,73

Tabla 3. Evotranspiración del cultivo ETc.

2.3 CORRECCIÓN DE LA ETc

En riego localizado, al mojar solo una fracción del suelo, las pérdidas son menores, lo que implica un menor gasto por ETo.

El efecto de la localización y la alta frecuencia tiene como consecuencia una disminución de la evotranspiración y un aumento de la transpiración. El balance supone una disminución del conjunto de evotranspiración, especialmente en cultivos jóvenes y grandes marcos de plantación. Este efecto de localización se tiene en cuenta aplicando un factor de corrección de la ETc, de manera que: $ETc' = ETc \times Ka$

Este coeficiente Ka depende del área sombreada, del marco de plantación y la relación entre ambos, lo que se conoce como FAS. Se obtiene con la siguiente expresión:

$$FAS = \frac{\text{área sombreada por árbol}}{\text{marco de plantación}}$$

FAS

Howard

$$\begin{aligned} & r = 2,5 \\ \text{Área sombreada} & \pi * r^2 = 19,63 \\ \text{Marco plantación} & 7 * 5 = 35 \\ \mathbf{FAS = 0,56} \end{aligned}$$

FAS

Franquette
y Chandler

$$\begin{aligned} & r = 2,5 \\ \text{Área sombreada} & \pi * r^2 = 19,63 \\ \text{Marco plantación} & 7 * 7 = 49 \\ \mathbf{FAS = 0,40} \end{aligned}$$

Una vez conocido el FAS, el cálculo del coeficiente Ka se lleva a cabo mediante 4 formulas propuestas por diferentes autores:

Autor	Formula	Howard	Chandler y Franquette
Ka Keller	$0,85 * Fas + 0,15$	0,63	0,49
Ka Decroix	$Fas + 0,1$	0,66	0,50
Ka Hoare	$0,5 * FAS + 0,5$	0,78	0,70
Ka Aljiburi	$1,34 * Fas$	0,75	0,54
Valor Ka tomado		0,71	0,52

Tabla 4. Valores de Ka a través de varios autores

Para la toma del valor Ka, se elimina el valor más grande y el más pequeño, y se toma la media de los restantes.

Como la ETo utilizada en el cálculo procede de un valor promedio de la serie climática en estudio, debe mayorarse multiplicando por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían un valor medio, lo que quiere decir que 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. Este coeficiente se le denomina **Kb** y se ha optado por un valor de **1,20**, situación más desfavorable.

Otro coeficiente necesario para la corrección de ETC es el denominado Kc por proximidad de otros cultivos. Para ello se obtiene este valor por medio de una gráfica en función del tamaño de la parcela y los cultivos próximos.

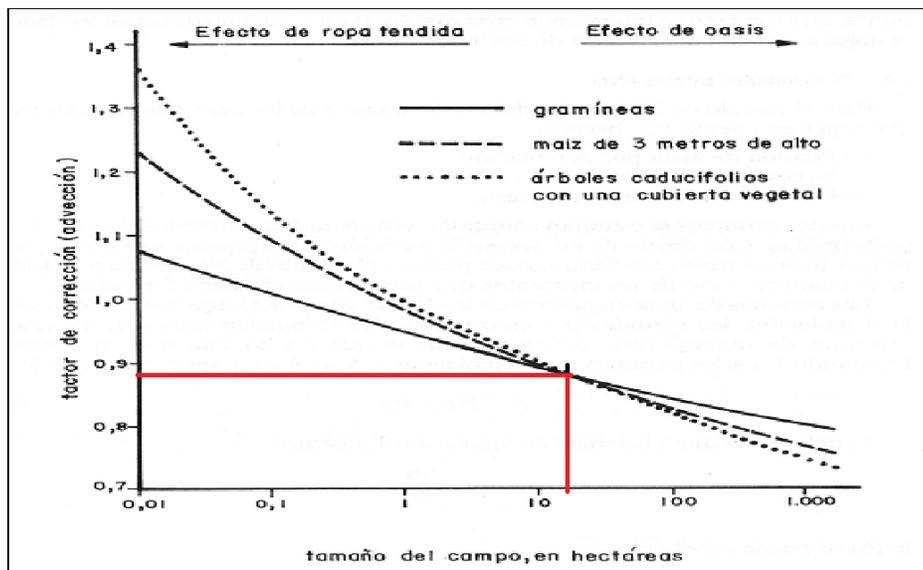


Ilustración 1. Gráfico para obtención del coeficiente Kc

Como podemos apreciar, para nuestra parcela de 26 ha, obtenemos un valor de **Kc de 0,89**.

Una vez tenemos todos estos coeficientes de corrección de ETC, podemos obtener la ETC corregida o ETC real multiplicando estos coeficientes por ETC, es decir:

$$ET_{real} = ETC \times Ka \times Kb \times Kc$$

Variedad	Mes	Ka	Kb	Kc	ETc	ETr
Howard	Marzo	0,71	1,2	0,89	1,79	1,34
	Abril				2,85	2,14
	Mayo				4,17	3,13
	Junio				5,85	4,39
	Julio				6,84	5,13
	Agosto				6,15	4,61
	Septiembre				3,89	2,91
	Octubre				1,85	1,39
	Noviembre				0,97	0,73
	Chandler Franquette				Marzo	0,52
Abril		2,85	1,57			
Mayo		4,17	2,30			
Junio		5,85	3,22			
Julio		6,84	3,77			
Agosto		6,15	3,39			
Septiembre		3,89	2,14			
Octubre		1,85	1,02			
Noviembre		0,97	0,53			

Tabla 5. Cálculo de ETc real por medio de los diferentes coeficientes correctores de ETc

2.4 NECESIDADES NETAS DE RIEGO

Para el cálculo de las necesidades netas de riego, se toma la ETc real anteriormente calculada y se descuenta la precipitación efectiva, Pe, de la zona en que está situada la parcela. Para el cálculo de la precipitación efectiva se ha tenido en cuenta la precipitación media de la serie climática en estudio y se ha empleado el método USDA, que es un método que tiene más en cuenta la precipitación de la zona, dado que la ubicación de la parcela está en una zona donde llueve bastante y no las lluvias suelen ser tan intensas como para producir escorrentías superficiales.

Con lo cual nos quedan unas necesidades netas, NNr:

Variedad	Mes	Precipit.	Prec. efec	Etr	NNr
		mm mes	mm (USDA)	mm/día	mm/día
Howard	Marzo	45,60	42,30	1,34	-0,02
	Abril	64,70	58,00	2,14	0,21
	Mayo	47,50	43,90	3,13	1,71
	Junio	51,60	47,30	4,39	2,81
	Julio	31,50	29,90	5,13	4,17
	Agosto	29,00	27,70	4,61	3,72
	Septiembre	52,30	47,90	2,91	1,32
	Octubre	54,10	49,40	1,39	-0,20
	Noviembre	57,60	52,30	0,73	-0,96
Chandler Franquette	Marzo	45,60	42,30	0,99	-0,38
	Abril	64,70	58,00	1,57	-0,36
	Mayo	47,50	43,90	2,30	0,88
	Junio	51,60	47,30	3,22	1,65
	Julio	31,50	29,90	3,77	2,81
	Agosto	29,00	27,70	3,39	2,49
	Septiembre	52,30	47,90	2,14	0,54
	Octubre	54,10	49,40	1,02	-0,57
	Noviembre	57,60	52,30	0,53	-1,21

Tabla 6. Necesidades netas

3 NECESIDADES TOTALES

Para el cálculo de las necesidades totales a partir de las necesidades netas hay que tener en cuenta tres aspectos:

- Percolación profunda. Eficiencia de aplicación
- Lavado de sales
- Uniformidad de riego

3.1 PÉRDIDAS POR PERCOLACIÓN PROFUNDA

La eficiencia de aplicación (Ef) es la relación entre el agua que el cultivo aprovecha y la cantidad total de agua aplicada al mismo.

A nivel de proyecto podemos fijar Ef por medio de la siguiente tabla:

Profundidad	Gravas	Arenoso	Franco	Arcilloso
<75 cm	0,85	0,90	0,95	0,95
75-100 cm	0,90	0,90	0,95	1,00
>100 cm	0,95	0,95	1,00	1,00

Tabla 7. Valores de eficiencia de aplicación en función tipo de suelo y profundidad

Para nuestro caso con un suelo franco y una profundidad de 75-100 cm, podemos fijar un valor de **Ef=0,95**. Con ello obtenemos unas necesidades totales = necesidades netas/ Ef.

Variedad	Mes	NNr	NN'r
		mm/día	mm/día
Howard	Marzo	-0,02	-0,02
	Abril	0,21	0,22
	Mayo	1,71	1,80
	Junio	2,81	2,96
	Julio	4,17	4,39
	Agosto	3,72	3,91
	Septiembre	1,32	1,39
	Octubre	-0,20	-0,21
	Noviembre	-0,96	-1,01
	Chandler Franquette	Marzo	-0,38
Abril		-0,36	-0,38
Mayo		0,88	0,93
Junio		1,65	1,73
Julio		2,81	2,95
Agosto		2,49	2,63
Septiembre		0,54	0,57
Octubre		-0,57	-0,60
Noviembre		-1,21	-1,27

Tabla 8. Cálculo de las necesidades totales por medio de la eficiencia aplicación

3.2 PÉRDIDAS POR LAVADO DE SALES

Con el fin de producir un lavado del terreno y evitar la acumulación de sales alrededor del bulbo húmedo, se ha de aumentar la dosis de riego. El volumen aplicado para conseguir este efecto será:

$$Vl = \frac{Nn}{(1 - Lr)}$$

donde:

Lr para riego localizado es:

$$Lr = \frac{\text{Conductividad agua riego}}{2 * \text{Conductividad suelo para que se produzca merma de producción}}$$

siendo:

- Conductividad del agua de riego: 0,269 dS/m
- Conductividad del extracto de saturación del suelo que produzcan mermas en la producción de 2 dS/m (dato tabulado)

Obtenemos unos requerimientos de lavado Lr de 0,06725 mm/día. Por tanto, calculamos las necesidades totales, NN'r, por requerimientos de lavado de sales, obteniendo:

Variedad	Mes	NNr	NN'r
		mm/día	mm/día
Howard	Marzo	-0,02	-0,02
	Abril	0,21	0,22
	Mayo	1,71	1,84
	Junio	2,81	3,02
	Julio	4,17	4,47
	Agosto	3,72	3,99
	Septiembre	1,32	1,41
	Octubre	-0,20	-0,22
	Noviembre	-0,96	-1,03
Chandler Franquette	Marzo	-0,38	-0,40
	Abril	-0,36	-0,39
	Mayo	0,88	0,95
	Junio	1,65	1,77
	Julio	2,81	3,01
	Agosto	2,49	2,67
	Septiembre	0,54	0,58
	Octubre	-0,57	-0,61
	Noviembre	-1,21	-1,30

Tabla 9. Necesidades totales por necesidades de lavado de sales

Una vez calculadas las necesidades totales por medio de eficiencia de aplicación y por lavado de sales, el volumen de agua a aplicar será el máximo de ambos métodos, siendo en este caso el asociado al lavado de sales, como se puede apreciar en la siguiente tabla comparativa (el color verde representa el mayor valor):

Variedad	Mes	NN'r sales	NN'r Ef
		mm/día	mm/día
Howard	Marzo	-0,02	-0,02
	Abril	0,22	0,22
	Mayo	1,84	1,80
	Junio	3,02	2,96
	Julio	4,47	4,39
	Agosto	3,99	3,91
	Septiembre	1,41	1,39
	Octubre	-0,22	-0,21
	Noviembre	-1,03	-1,01
Chandler Franquette	Marzo	-0,40	-0,40
	Abril	-0,39	-0,38
	Mayo	0,95	0,93
	Junio	1,77	1,73
	Julio	3,01	2,95
	Agosto	2,67	2,63
	Septiembre	0,58	0,57
	Octubre	-0,61	-0,60
	Noviembre	-1,30	-1,27

3.3 APLICACIÓN DEL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Este coeficiente se aplica para que a las plantas menos regadas les llegue la mínima cantidad de agua necesaria. Esto suele ser debido a que no todos emisores emiten la misma cantidad de agua por las diferencias de presiones en las tuberías, que conllevan diferencias de caudales.

A nivel de proyecto, podemos fijar el valor de este coeficiente. Los valores del coeficiente de uniformidad C_u se obtienen a partir de la siguiente tabla:

Emisores	Pendiente i	C_u	
		Clima árido	Clima Húmedo
Espaciados >4 m en cultivos permanentes	Uniforme $i < 2\%$	0,90-0,95	0,80-0,85
	Uniforme $i > 2\%$ u ondulada	0,85-0,90	0,75-0,80
Espaciados menos de 2,5 m en cultivos permanentes o semipermanentes	Uniforme $i < 2\%$	0,85-0,90	0,75-0,80
	Uniforme $i > 2\%$ u ondulada	0,80-0,90	0,70-0,80
Mangueras o cintas de exudación en cultivos anuales	Uniforme $i < 2\%$	0,80-0,90	0,70-0,80
	Uniforme $i > 2\%$ u ondulada	0,70-0,85	0,65-0,75

Tabla 10. Valores recomendados de C_u . En verde se destacan los valores de C_u tomados.

Una vez obtenido el valor de este coeficiente, para nuestro caso $C_u=0,9$, calculamos las necesidades totales de agua. Para ello:

$$N_t = \frac{NN'r}{C_u}$$

Variedad	Mes	$NN'r$	N_t
		mm/día	mm/día
Howard	Marzo	-0,02	-0,02
	Abril	0,22	0,25
	Mayo	1,84	2,04
	Junio	3,02	3,35
	Julio	4,47	4,97
	Agosto	3,99	4,43
	Septiembre	1,41	1,57
	Octubre	-0,22	-0,24
	Noviembre	-1,03	-1,14
Chandler Franquette	Marzo	-0,40	-0,45
	Abril	-0,39	-0,43
	Mayo	0,95	1,05
	Junio	1,77	1,96
	Julio	3,01	3,34
	Agosto	2,67	2,97
	Septiembre	0,58	0,65
	Octubre	-0,61	-0,68
	Noviembre	-1,30	-1,44

Tabla 11. Necesidades totales obtenidas a partir de las necesidades reales corregidas y aplicando C_u

4 SUPERFICIE REGADA POR UN EMISOR

Definimos la superficie regada por un emisor, S_s , como la proyección horizontal del volumen mojado de suelo. Suponiendo circular esta superficie, se define el diámetro mojado D_m .

La superficie máxima mojada se dará a una profundidad de 15-30 cm. Esta superficie puede obtenerse se tres formas diferentes: mediante el uso de tablas, formulas o pruebas de campo. En nuestro caso, la obtendremos mediante fórmulas.

En función del tipo de suelo, en nuestro caso suelo franco, y del caudal de los emisores seleccionados (q), 8 l/h, pueden usarse las siguientes fórmulas para el cálculo del diámetro mojado D_m , las llamadas fórmulas experimentales de Kormeli (1985):

- $D_m = 0,3 + 0,12q$ suelos de textura arenosa
- $D_m = 0,7 + 0,11q$ suelos de textura franca
- $D_m = 1,2 + 0,1q$ suelos de textura arcillosa

En nuestro caso:

$$D_m = 0,7 + 0,11q = 1,58 \text{ metros}$$

Por lo tanto, el área mojada por el emisor es:

$$S_s = \frac{\pi \cdot D_m^2}{4} = 1,96 \text{ m}^2$$

5 PORCENTAJE DE SUELO MOJADO

El volumen de agua calculado anteriormente habría que aplicarlo sólo en la zona ocupada por las plantas, no en todo el suelo, por ello se define el porcentaje de suelo mojado P .

Los valores de P recomendados son:

- Cultivos herbáceos: 50%
- Cultivos leñosos: 33%

En nuestro caso adoptamos el valor para cultivos leñosos de 33%. Con ello, las necesidades totales referidas a toda la superficie del suelo serán:

$$N't = Nt \cdot P$$

Variedad	Mes	Nt	N't
		mm/día	mm/día
Howard	Marzo	-0,02	-0,01
	Abril	0,25	0,08
	Mayo	2,04	0,67
	Junio	3,35	1,11
	Julio	4,97	1,64
	Agosto	4,43	1,46
	Septiembre	1,57	0,52
	Octubre	-0,24	-0,08
	Noviembre	-1,14	-0,38
	Chandler Franquette	Marzo	-0,45
Abril		-0,43	-0,14
Mayo		1,05	0,35
Junio		1,96	0,65
Julio		3,34	1,10
Agosto		2,97	0,98
Septiembre		0,65	0,21
Octubre		-0,68	-0,23
Noviembre		-1,44	-0,48

Tabla 12. Necesidades totales aplicando porcentaje de suelo mojado

6 NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA

Este parámetro se utiliza fundamentalmente en cultivos leñosos, donde los marcos de plantación son amplios, siendo necesarios más de un emisor por planta.

Se calcula mediante la expresión:

$$Ne = \frac{\text{Marco plantacion} \cdot P}{100 \cdot Ss}$$

Se adopta el entero inmediatamente superior.

En nuestro caso tenemos:

- Marco plantación Howard = 7x5 = 35 m²
- Marco plantación Chandler y Franquette= 7x7 = 49 m²
- P = 33%
- Ss = 1,96

Variedad	ne	ne real
Howard	5,89	6
Chandler y Franquette	8,25	9

Tabla 13. Número de emisores por planta obtenidos

7 SEPARACIÓN ENTRE EMISORES

Para establecer la separación de los emisores en el lateral es necesario tener en cuenta el solape mínimo entre los bulbos húmedos, ya que, si no puede ocurrir que los emisores colocados entre dos plantas no sean aprovechados por las raíces, desperdiciando así agua aplicada.

Se recomienda que exista un solape mínimo entre bulbos comprendido entre un 10-20 %. Se define solape como:

$$a(\%) = \frac{S}{r} \cdot 100$$

donde:

- S: superficie que se solapa

$$S = \frac{a \cdot r}{100} = 0,1185 \text{ m}^2$$

- r: radio mojado, $Dm/2 = 0,79 \text{ m}$

La separación media entre emisores, I, vendrá dada por:

$$I = 2\left(r - \frac{S}{2}\right) = \left(2 \cdot r - \frac{2 \cdot a \cdot r}{2 \cdot 100}\right) = r\left(2 - \frac{a}{100}\right)$$

$$I = 1,46 \text{ m}$$

Adoptando valores normalizados: $I = 1,5 \text{ m}$

8 DOSIS MÁXIMA

Llamamos dosis máxima a:

$$D_{max} = \frac{CC - Pm}{100} \cdot da \cdot Z \cdot P$$

Datos obtenidos en el anejo correspondiente al suelo, donde se estudia la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

- CC = 111,6 mm
- PMP = 41,72 mm
- Da = 1,4 g/cm³
- Prof. rad. Z = 1 m
- P = 0,33

Sustituyendo los valores en la ecuación obtenemos:

$$D_{max} = 524,16 \text{ m}^3/\text{ha riego} = 52,416 \text{ mm riego}$$

9 DOSIS PRÁCTICA

A la hora de aplicar el riego, si dejamos que la humedad del suelo baje a niveles de punto de marchitez, la planta sufre estrés hídrico, lo que conlleva disminución del crecimiento, floración, rendimiento... Para que esto no ocurra, aplicamos un déficit de humedad admisible, a , del 30 %.

$$Dp = a \cdot Dm = 15,72 \text{ mm}$$

10 ESPACIAMIENTO ENTRE RIEGOS O TURNO DE RIEGO

Se parte de la dosis práctica de riego y se van descontando las necesidades totales de los árboles. De esta forma, se define el espaciamiento entre riegos como:

$$Tmax = \frac{Dp}{Nt}$$

Variedad	Mes	N't	Tmax	T real entre riegos	Dosis real
		mm/día	días	días	mm
Howard	Abril	0,08	193,35	30	2,44
	Mayo	0,67	23,36	23	15,48
	Junio	1,11	14,22	14	15,48
	Julio	1,64	9,60	9	14,75
	Agosto	1,46	10,76	10	14,62
	Septiembre	0,52	30,36	30	15,54
Chandler Franquette	Mayo	0,35	45,38	31	10,74
	Junio	0,65	24,28	24	15,55
	Julio	1,10	14,26	14	15,44
	Agosto	0,98	16,04	16	15,69
	Septiembre	0,21	73,54	30	6,42

Tabla 14. Espaciamiento entre riegos. También puede verse como un primer calendario de riegos y dosis de agua a aplicar

10.1 SUPERFICIE REGADA AL DÍA (Sd)

Viene dada por la división del número de hectáreas entre el espaciamiento entre riegos:

$$Sd = \frac{n^{\circ} \text{ ha}}{Tmax}$$

De esta forma obtenemos:

- Sd Howard= 1,22 ha/día
- Sd Chandler= 0,57 ha/ día
- Sd Franquette= 0,5 ha/día

10.2 CAUDAL (Q)

Se define como:

$$Q = (Sd * Dr) / Tj$$

donde Tj = jornada de riego, fijada en 20 h

Obteniendo así:

- $Q_{How} = 0,90 \text{ mm} = 9,01 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{Chan} = 0,44 \text{ mm} = 4,44 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Q_{Fran} = 0,39 \text{ mm} = 3,89 \text{ m}^3/\text{h}$

En total = 17,34 m³/h

11 DURACIÓN DEL RIEGO

Primero es necesario calcular la pluviometría media de cada emisor, para ello:

$$J = q / (l \cdot Sr) = 0,76 \text{ mm/h}$$

Donde:

- q = caudal
- l = separación entre emisores
- Sr = separación entre líneas

Con ello se define la duración del riego como:

$$Tr_{max} = \frac{Dr}{J} = 19,35 \text{ h}; \text{ un resultado inferior a la jornada de riego propuesta anteriormente.}$$

12 NÚMERO DE SECTORES DE RIEGO

En determinados casos, como el nuestro, el número de sectores vendrá dado por los diferentes cultivos o variedades a regar dentro de la plantación, ya que probablemente tendrán necesidades diferentes, tanto de agua como de fertilizantes.

Para nuestro caso, al tener una separación entre riegos de 9 días en la variedad Howard en la época de mayor demanda, se ha optado por escoger 9 sectores de riego de 1,2 ha cada uno (la superficie regada al día Sd), para así regar un sector cada día.

Para el caso de las otras dos variedades, bajo el mismo criterio, al tener una separación entre riegos de 14 días, dividimos la superficie ocupada por estas variedades en 14 sectores de riego, asignando 8 sectores y a la variedad Chandler y 7 sectores a Franquette, respectivamente, y quedando así cada sector de alrededor de 1 ha y cada variedad con su respectiva superficie.

A la hora de poner en marcha el sistema de regadío, se regará la variedad Howard por un lado, con un ciclo de 9 días, y por otro Chandler y Franquette, con su ciclo de 14 días, regando así dos sectores a la vez (2 ha), uno de Howard y otro de Chandler o Franquette, según toque.

ANEJO 14. DISEÑO HIDRÁULICO

ÍNDICE

1	Resultados de la Simulación sector 1 Howard	1
2	Resultados de la Simulación sector 2 Howard	4
3	Resultados de la Simulación sector 3 Howard	7
4	Resultados de la Simulación sector 4 Howard	10
5	Resultados de la Simulación sector 5 Howard	13
6	Resultados de la Simulación sector 6 Howard	16
7	Resultados de la Simulación sector 7 Howard	19
8	Resultados de la Simulación sector 8 Howard	22
9	Resultados de la Simulación sector 9 Howard	25
10	Resultados de la Simulación sector 1 Chandler-Franquette	28
11	Resultados de la Simulación sector 2 Chandler-Franquette	30
12	Resultados de la Simulación sector 3 Chandler-Franquette	32
13	Resultados de la Simulación sector 4 Chandler-Franquette	34
14	Resultados de la Simulación sector 5 Chandler-Franquette	37
15	Resultados de la Simulación sector 6 Chandler-Franquette	40
16	Resultados de la Simulación sector 7 Chandler-Franquette	43
17	Resultados de la Simulación sector 8 Chandler-Franquette	46
18	Resultados de la Simulación sector 9 Chandler-Franquette	49
19	Resultados de la Simulación sector 10 Chandler-Franquette	52
20	Resultados de la Simulación sector 11 Chandler-Franquette	55
21	Resultados de la Simulación sector 12 Chandler-Franquette	58
22	Resultados de la Simulación sector 13 Chandler-Franquette	61
23	Resultados de la Simulación sector 14 Chandler-Franquette	64

1 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 1 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 19.192 [m³/h]
Flujo del sector 19.19 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 4.035 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 57.83 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: PVC 63 PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 63.5 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 18

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 94.88 [m]
Inclinación media alas = -0.63 [%]
Número Laterales = 38

Emisores

Nº Emisores = 2399
Nº máximo de emisores para lateral = 81
Nº mínimo de emisores para lateral = 27
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coeff. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 20.474 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 2.49 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.239 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.53 [m/s]

Presión máxima = 30.43 [m] (2.981 [bar])
Presión mínima = 12.052 [m] (1.181 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 1.35 [ha] (13493.08 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.422 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 20.906 [m]

Vista detallada del sector:

2 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 2 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 15.328 [m³/h]
Flujo del sector 15.33 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.241 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 32.38 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: PVC 63 PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 49.5 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 14

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 97.41 [m]
Inclinación media alas = 0.31 [%]
Número Laterales = 30

Emisores

Nº Emisores = 1916
Nº máximo de emisores para lateral = 81
Nº mínimo de emisores para lateral = 5
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coeff. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 14.71 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.99 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.239 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.537 [m/s]

Presión máxima = 29.117 [m] (2.853 [bar])
Presión mínima = 12.334 [m] (1.208 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 1.05 [ha] (10458.93 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.466 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 15.662 [m]

Vista detallada del sector:

3 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 3 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 11.576 [m³/h]
Flujo del sector 8.06 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 1.205 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 131.93 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 69.93 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 63.5 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 18

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 39.24 [m]
Inclinación media alas = -1.82 [%]
Número Laterales = 38

Emisores

Nº Emisores = 1007
Nº máximo de emisores para lateral = 41
Nº mínimo de emisores para lateral = 3
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coeff. variación tecnológico) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 19.519 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]

Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.05 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.627 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.25 [m/s]

Presión máxima = 10.704 [m] (1.049 [bar])
Presión mínima = 5.104 [m] (0.5 [bar])
Presión media = 7.49 [m] (0.734 [bar])

=====
Superficie sector = 0.64 [ha] (6416.89 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.255 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 6.566 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
Color de línea	Medidor
Mano de obra	Medidor
DN > 750mm (24")	Cabecera línea salida
DN 400mm (12")	Medio de control
DN 300mm (10")	Conector en T
DN 200mm (8")	Compuerta
DN 150mm (6")	Cabecera línea salida
DN 100mm (4")	Regulador
DN 75mm (3")	Control de canal
DN 50mm (2")	Aductor
DN 40mm (1.5")	Conector en L
DN 30mm (1")	Manómetro
DN 20mm (0.75")	Regulador de presión
DN 15mm (0.5")	Bomba
DN 10mm (0.375")	Filtro
DN 8mm (0.315")	Estación de elevación
DN 6mm (0.235")	Buque flotante
DN 5mm (0.196")	Asesor
DN 4mm (0.157")	Conector en Y
DN 3mm (0.118")	Medio generador
DN 2mm (0.078")	Válvula
DN 1.5mm (0.059")	Válvula
DN 1mm (0.039")	Conector

4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 4 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Clásica
Caudal en cabecera = 15.808 [m³/h]
Flujo del sector 15.81 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.368 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 63.58 [m]
Diámetro conducción secundaria = 51[mm]
Modelo: PVC 63 PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 126.04 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 26

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 114.25 [m]
Inclinación media alas = -4.19 [%]
Número Laterales = 26

Emisores

Nº Emisores = 1976
Nº máximo de emisores para lateral = 97
Nº mínimo de emisores para lateral = 14
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coeff. variación tecnológico) = 0.004
C.V. (Coficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 19.255 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 2.06 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.484 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.618 [m/s]

Presión máxima = 30.384 [m] (2.977 [bar])
Presión mínima = 12.525 [m] (1.227 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 1.17 [ha] (11686.19 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.353 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 20.493 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
Color de suelo	Valerula
WATERCOURT/TO	Aljibe
DN = 7.50mm (3P)	Cóctem una tubería
DN = 6.30mm (2P)	Red de control
DN = 5.00mm (1P)	Comodín en T
DN = 3.80mm (1P)	Embrague
DN = 3.00mm (1P)	Cóctem doble tubería
DN = 2.50mm (1P)	Cierre de canal
DN = 2.00mm (1P)	Adaptador
DN = 1.50mm (1P)	Comodín en L
DN = 1.00mm (1P)	Flanqueo
DN = 750mm (1P)	Regulador de presión
DN = 600mm (1P)	Bomba
DN = 500mm (1P)	Alto
DN = 450mm (1P)	Estación de filtrado
DN = 400mm (1P)	Red de Fianza
DN = 350mm (1P)	Aljibe
DN = 300mm (1P)	Comodín en T
DN = 250mm (1P)	Red de ganchillo
DN = 200mm (1P)	Valerula
DN = 150mm (1P)	Valerula
DN = 100mm (1P)	Caudalmetro
DN = 75mm (1P)	
DN = 50mm (1P)	
DN = 25mm (1P)	
DN = 15mm (1P)	

5 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 5 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Clásica
Caudal en cabecera = 13.336 [m³/h]
Flujo del sector 13.34 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.395 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 20.99 [m]
Diámetro conducción secundaria = 45.8[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 171.18 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 26

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 92.86 [m]
Inclinación media alas = -7.52 [%]
Número Laterales = 27

Emisores

Nº Emisores = 1667
Nº máximo de emisores para lateral = 72
Nº mínimo de emisores para lateral = 6
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coeff. variación tecnológico) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 16.986 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.73 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.101 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.527 [m/s]

Presión máxima = 33.932 [m] (3.324 [bar])
Presión mínima = 18.777 [m] (1.84 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 1 [ha] (9982.77 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.336 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 21.569 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
	Cultivo de nopal
	Irradiación por aspersión
	DN = 750mm (30")
	DN = 600mm (24")
	DN = 450mm (18")
	DN = 300mm (12")
	DN = 150mm (6")
	DN = 75mm (3")
	DN = 30mm (1.2")
	DN = 15mm (0.6")
	DN = 7.5mm (0.3")
	DN = 3.75mm (0.15")
	DN = 1.875mm (0.075")
	DN = 0.9375mm (0.0375")
	DN = 0.46875mm (0.01875")
	DN = 0.234375mm (0.009375")
	DN = 0.1171875mm (0.0046875")
	DN = 0.05859375mm (0.00234375")
	DN = 0.029296875mm (0.001171875")
	DN = 0.0146484375mm (0.0005859375")
	DN = 0.00732421875mm (0.00029296875")
	DN = 0.003662109375mm (0.000146484375")
	DN = 0.0018310546875mm (0.0000732421875")
	DN = 0.00091552734375mm (0.00003662109375")
	DN = 0.000457763671875mm (0.000018310546875")
	DN = 0.0002288818359375mm (0.0000091552734375")
	DN = 0.00011444091796875mm (0.00000457763671875")
	DN = 0.000057220458984375mm (0.000002288818359375")
	DN = 0.0000286102294921875mm (0.0000011444091796875")
	DN = 0.00001430511474609375mm (0.00000057220458984375")
	DN = 0.000007152557373046875mm (0.000000286102294921875")
	DN = 0.0000035762786865234375mm (0.0000001430511474609375")
	DN = 0.00000178813934326171875mm (0.00000007152557373046875")
	DN = 0.000000894069671630859375mm (0.000000035762786865234375")
	DN = 0.0000004470348358154296875mm (0.0000000178813934326171875")
	DN = 0.00000022351741790771484375mm (0.00000000894069671630859375")
	DN = 0.000000111758708953857421875mm (0.000000004470348358154296875")
	DN = 0.0000000558793544769287109375mm (0.0000000022351741790771484375")
	DN = 0.00000002793967723846435546875mm (0.00000000111758708953857421875")
	DN = 0.000000013969838619232177734375mm (0.000000000558793544769287109375")
	DN = 0.0000000069849193096160888671875mm (0.0000000002793967723846435546875")
	DN = 0.000000003492459654808044434375mm (0.00000000013969838619232177734375")
	DN = 0.0000000017462298274040222171875mm (0.000000000069849193096160888671875")
	DN = 0.00000000087311491370201110859375mm (0.00000000003492459654808044434375")
	DN = 0.000000000436557456851005554296875mm (0.000000000017462298274040222171875")
	DN = 0.0000000002182787284255027771484375mm (0.0000000000087311491370201110859375")
	DN = 0.00000000010913936421275138859375mm (0.00000000000436557456851005554296875")
	DN = 0.000000000054569682106375694296875mm (0.000000000002182787284255027771484375")
	DN = 0.0000000000272848410531878471484375mm (0.0000000000010913936421275138859375")
	DN = 0.000000000013642420526593923571484375mm (0.00000000000054569682106375694296875")
	DN = 0.00000000000682121026329696178571484375mm (0.000000000000272848410531878471484375")
	DN = 0.0000000000034106051316484808928571484375mm (0.00000000000013642420526593923571484375")
	DN = 0.0000000000017053025658242404464296875mm (0.0000000000000682121026329696178571484375")
	DN = 0.00000000000085265128291222022321484375mm (0.000000000000034106051316484808928571484375")
	DN = 0.00000000000042632564145611111164296875mm (0.000000000000017053025658242404464296875")
	DN = 0.000000000000213162820728055555821484375mm (0.0000000000000085265128291222022321484375")
	DN = 0.00000000000010658141036402777791071484375mm (0.0000000000000042632564145611111164296875")
	DN = 0.0000000000000532907051820138889553571484375mm (0.00000000000000213162820728055555821484375")
	DN = 0.0000000000000266453525910069444771484375mm (0.0000000000000010658141036402777791071484375")
	DN = 0.000000000000013322676295503472238571484375mm (0.000000000000000532907051820138889553571484375")
	DN = 0.00000000000000666133814775173611928571484375mm (0.000000000000000266453525910069444771484375")
	DN = 0.00000000000000333066907387586805964296875mm (0.00000000000000013322676295503472238571484375")
	DN = 0.000000000000001665334536937934029821484375mm (0.0000000000000000666133814775173611928571484375")
	DN = 0.00000000000000083266726846896701491071484375mm (0.0000000000000000333066907387586805964296875")
	DN = 0.0000000000000004163336342344835074553571484375mm (0.00000000000000001665334536937934029821484375")
	DN = 0.0000000000000002081668171172417537276821484375mm (0.0000000000000000083266726846896701491071484375")
	DN = 0.000000000000000104083408558620876883841071484375mm (0.000000000000000004163336342344835074553571484375")
	DN = 0.00000000000000005204170427931043844192053571484375mm (0.000000000000000002081668171172417537276821484375")
	DN = 0.000000000000000026020852139655219220960271484375mm (0.00000000000000000104083408558620876883841071484375")
	DN = 0.00000000000000001301042606982760961048013571484375mm (0.0000000000000000005204170427931043844192053571484375")
	DN = 0.0000000000000000065052130349138048052400671484375mm (0.00000000000000000026020852139655219220960271484375")
	DN = 0.000000000000000003252606517456902402620033571484375mm (0.0000000000000000001301042606982760961048013571484375")
	DN = 0.00000000000000000162630325872845120131001671484375mm (0.000000000000000000065052130349138048052400671484375")
	DN = 0.0000000000000000008131516293642256006550083571484375mm (0.00000000000000000003252606517456902402620033571484375")
	DN = 0.000000000000000000406575814682128003275004171484375mm (0.0000000000000000000162630325872845120131001671484375")
	DN = 0.0000000000000000002032879073410640016375002071484375mm (0.000000000000000000008131516293642256006550083571484375")
	DN = 0.0000000000000000001016439536705320008187500103571484375mm (0.00000000000000000000406575814682128003275002071484375")
	DN = 0.0000000000000000000508219768352640004093750005171484375mm (0.000000000000000000002032879073410640008187500103571484375")
	DN = 0.00000000000000000002541098841763200020468750002571484375mm (0.000000000000000000001016439536705320

6 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 6 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 12.376 [m³/h]
Flujo del sector 12.38 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = -2.308 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 23.81 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 45.37 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 151.01 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 26

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 56.34 [m]
Inclinación media alas = -2.53 [%]
Número Laterales = 41

Emisores

Nº Emisores = 1547
Nº máximo de emisores para lateral = 58
Nº mínimo de emisores para lateral = 3
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológico) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 6.385 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.61 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.887 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.352 [m/s]

Presión máxima = 26.205 [m] (2.567 [bar])
Presión mínima = 19.794 [m] (1.939 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.94 [ha] (9416.56 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.314 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 10.784 [m]

Vista detallada del sector:

7 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 7 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Clásica
Caudal en cabecera = 12.4 [m³/h]
Flujo del sector 12.4 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.326 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 2.67 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 8.83 [m]
Diámetro conducción secundaria = 61[mm]
Modelo: PVC 63 PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 191.6 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 36

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 64.83 [m]
Inclinación media alas = -5.58 [%]
Número Laterales = 36

Emisores

Nº Emisores = 1550
Nº máximo de emisores para lateral = 93
Nº mínimo de emisores para lateral = 3
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológico) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 17.023 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.61 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.423 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.49 [m/s]

Presión máxima = 31.857 [m] (3.121 [bar])
Presión mínima = 17.28 [m] (1.693 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.93 [ha] (9331.63 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.329 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 14.347 [m]

Vista detallada del sector:

8 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 8 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Clásica
Caudal en cabecera = 23.392 [m³/h]
Flujo del sector 23.39 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 4.279 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 50.07 [m]
Diámetro conducción secundaria = 61[mm]
Modelo: SIGMAPRES DN75 PN10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 184.12 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 30

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 141.73 [m]
Inclinación media alas = -7.11 [%]
Número Laterales = 31

Emisores

Nº Emisores = 2924
Nº máximo de emisores para lateral = 107
Nº mínimo de emisores para lateral = 21
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológico) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 22.057 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 3.04 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.637 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.759 [m/s]

Presión máxima = 37.46 [m] (3.67 [bar])
Presión mínima = 15.365 [m] (1.505 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 1.68 [ha] (16783.03 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.394 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 24.875 [m]

Vista detallada del sector:



LEYENDA	
	Área de estudio
	DN > 75mm (DN 75)
	DN 60mm (DN 60)
	DN 50mm (DN 50)
	DN 40mm (DN 40)
	DN 35mm (DN 35)
	DN 30mm (DN 30)
	DN 25mm (DN 25)
	DN 20mm (DN 20)
	DN 15mm (DN 15)
	DN 10mm (DN 10)
	DN 75mm (DN 75)
	DN 63mm (DN 63)
	DN 50mm (DN 50)
	DN 40mm (DN 40)
	DN 30mm (DN 30)
	DN 25mm (DN 25)
	DN 20mm (DN 20)
	Válvula
	Compuerta
	Válvula de mariposa
	Compuerta
	Válvula de mariposa
	Regulador de presión
	Bomba
	Filtro
	Medidor de presión
	Medidor de agua
	Alcantarilla
	Compuerta en T
	Medidor de agua
	Válvula
	Caudalímetro

9 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 9 HOWARD

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 18.976 [m³/h]
Flujo del sector 18.98 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 4.493 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 126.07 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 81 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 23

Lateral

Diámetro Lateral = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
longitud lateral medio = 73.76 [m]
Inclinación media alas = -0.42 [%]
Número Laterales = 48

Emisores

Nº Emisores = 2376
Nº máximo de emisores para lateral = 67
Nº mínimo de emisores para lateral = 1
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológico) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 2.26 [%]
C.V.H. = 18.057 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 99.67 [%]
Eficiencia= 60.42 [%]
Volumen perdido en una hora= 7.51 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 69.09 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 5.55 [l/h]
Caudal medio = 7.99 [l/h]

Velocidad máxima = 1.025 [m/s]
Velocidad mínima = 0.011 [m/s]
Velocidad media = 0.426 [m/s]

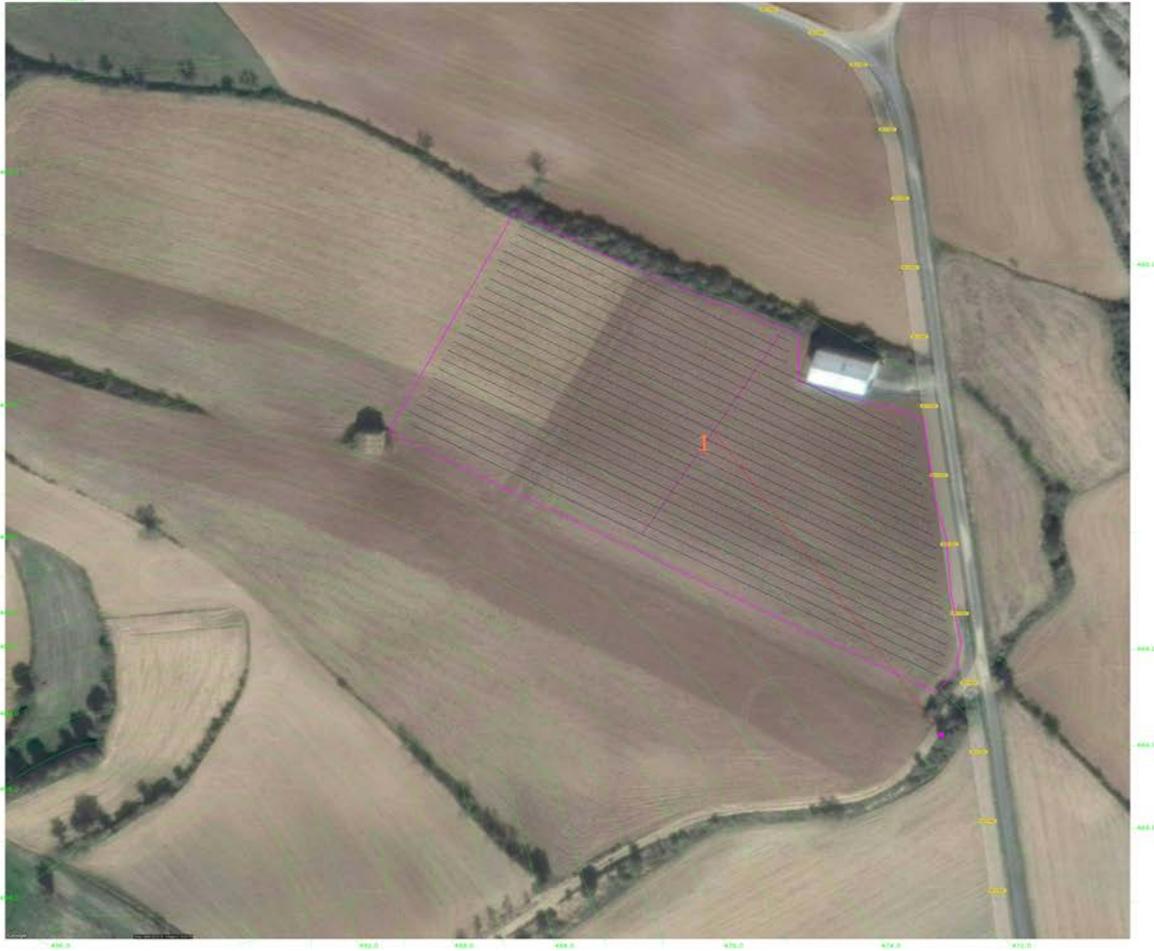
Presión máxima = 31.517 [m] (3.088 [bar])
Presión mínima = 15.483 [m] (1.517 [bar])
Presión media = 22.956 [m] (2.249 [bar])

=====

Superficie sector = 1.4 [ha] (14048.84 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.351 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 28.462 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
	Canal de riego
	Transmisión de riego
	DN = 750mm (24")
	DN = 600mm (20")
	DN = 500mm (16")
	DN = 400mm (12")
	DN = 300mm (10")
	DN = 250mm (8")
	DN = 200mm (6")
	DN = 150mm (6")
	DN = 125mm (5")
	DN = 100mm (4")
	DN = 75mm (3")
	DN = 50mm (2")
	DN = 25mm (1")
	DN = 15mm (1/2")
	DN = 10mm (3/8")
	DN = 8mm (5/16")
	DN = 6mm (1/4")
	DN = 4mm (1/8")
	DN = 2mm (1/16")
	Ventosa
	Bypass
	Cofre de salida
	Mulo de control
	Controlador en línea
	Cierre de línea
	Cofre de salida variable
	Regulador
	Cofre de control
	Adaptador
	Embrague en L
	Regulador de presión
	Bypass
	Válvula
	Estación de bombeo
	Mulo Pando
	Aljibe
	Controlador en T
	Mulo geométrico
	Válvula
	Cofre de salida

10 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 1 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 48.008 [m³/h]
Flujo del sector 12.36 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.2 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 241.29 [m]
Diámetro conducción principal = 48[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 50.8 [m]
Diámetro conducción secundaria = 45.8[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 81 [m]
Diámetro conducción subprincipal = 36.4[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10
Número nodos subprincipal = 23

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 47.77 [m]
Inclinación media alas = -0.9 [%]
Número Laterales = 48

Emisores

Nº Emisores = 1545
Nº máximo de emisores para lateral = 44
Nº mínimo de emisores para lateral = 1
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coeff. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 17.091 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.61 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.673 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.289 [m/s]

Presión máxima = 14.292 [m] (1.4 [bar])
Presión mínima = 5.964 [m] (0.584 [bar])
Presión media = 10.752 [m] (1.053 [bar])

=====

Superficie sector = 0.97 [ha] (9732.38 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.27 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 36.641 [m]

11 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 2 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 48.008 [m³/h]
Flujo del sector 12.09 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.2 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 241.29 [m]
Diámetro conducción principal = 48[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 56.79 [m]
Diámetro conducción secundaria = 45.8[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 95 [m]
Diámetro conducción subprincipal = 36.4[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10
Número nodos subprincipal = 27

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 39.97 [m]
Inclinación media alas = -3.15 [%]
Número Laterales = 56

Emisores

Nº Emisores = 1511
Nº máximo de emisores para lateral = 35
Nº mínimo de emisores para lateral = 2
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coeff. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 22.496 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.57 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.535 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.227 [m/s]

Presión máxima = 15.447 [m] (1.513 [bar])
Presión mínima = 5.104 [m] (0.5 [bar])
Presión media = 11.405 [m] (1.117 [bar])

=====

Superficie sector = 0.93 [ha] (9289.64 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.301 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 36.641 [m]

12 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 3 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 48.008 [m³/h]
Flujo del sector 11.9 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.2 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 241.29 [m]
Diámetro conducción principal = 48[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 44.73 [m]
Diámetro conducción secundaria = 45.8[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 84.5 [m]
Diámetro conducción subprincipal = 36.4[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10
Número nodos subprincipal = 24

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 44.1 [m]
Inclinación media alas = -4.78 [%]
Número Laterales = 50

Emisores

Nº Emisores = 1487
Nº máximo de emisores para lateral = 45
Nº mínimo de emisores para lateral = 7
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 15.564 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.55 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.688 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.258 [m/s]

Presión máxima = 17.522 [m] (1.717 [bar])
Presión mínima = 9.263 [m] (0.907 [bar])
Presión media = 14.199 [m] (1.391 [bar])

=====

Superficie sector = 0.9 [ha] (9031.36 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.317 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 36.641 [m]

13 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 4 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 48.008 [m³/h]
Flujo del sector 11.66 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.2 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 241.29 [m]
Diámetro conducción principal = 48[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 67.24 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 77.5 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 22

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 47.04 [m]
Inclinación media alas = -0.04 [%]
Número Laterales = 46

Emisores

Nº Emisores = 1458
Nº máximo de emisores para lateral = 50
Nº mínimo de emisores para lateral = 2
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 13.732 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.52 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.765 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.267 [m/s]

Presión máxima = 20.296 [m] (1.988 [bar])
Presión mínima = 10.561 [m] (1.035 [bar])
Presión media = 16.141 [m] (1.581 [bar])

=====

Superficie sector = 0.9 [ha] (9045.72 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.289 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 36.641 [m]

Vista detallada sectores 1 a 4 Chandler-Franquette:



LEYENDA	
	Cuenta de obras
	Intersección
	04+ 750mm (20P)
	04+ 600mm (24P)
	04+ 500mm (22P)
	04+ 300mm (22P)
	04+ 400mm (18P)
	04+ 300mm (14P)
	04+ 250mm (12P)
	04+ 200mm (10P)
	04+ 150mm (8P)
	04+ 110mm (6P)
	04+ 90mm (5P)
	04+ 75mm (2' 3/4)
	04+ 60mm (2P)
	04+ 50mm (1' 3/4)
	04+ 40mm (1' 1/4)
	04+ 30mm (1' 1/8)
	04+ 20mm (3/4)
	04+ 15mm (3/8)
	04+ 10mm (3/8)
	04+ 5mm (3/8)
	04+ 25mm (3/8)
	04+ 20mm (3/8)
	04+ 15mm (3/8)
	04+ 10mm (3/8)
	04+ 5mm (3/8)
	Válvula
	Obra
	Colección en T
	Obra en T
	Obra en Y
	Obra en X
	Obra en Z
	Obra en W
	Obra en V
	Obra en U
	Obra en S
	Obra en R
	Obra en Q
	Obra en P
	Obra en O
	Obra en N
	Obra en M
	Obra en L
	Obra en K
	Obra en J
	Obra en I
	Obra en H
	Obra en G
	Obra en F
	Obra en E
	Obra en D
	Obra en C
	Obra en B
	Obra en A

14 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 5 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 13.256 [m³/h]
Flujo del sector 13.26 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.435 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 96.64 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 74 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 21

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 55.98 [m]
Inclinación media alas = 1 [%]
Número Laterales = 44

Emisores

Nº Emisores = 1657
Nº máximo de emisores para lateral = 70
Nº mínimo de emisores para lateral = 4
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 14.001 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.72 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.071 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.419 [m/s]

Presión máxima = 29.927 [m] (2.932 [bar])
Presión mínima = 16.633 [m] (1.63 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 1.01 [ha] (10059.95 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.318 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 18.468 [m]

Vista detallada del sector:

15 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 6 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 11.504 [m³/h]
Flujo del sector 11.5 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 2.993 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 6.33 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 104.25 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 39 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 11

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 89.37 [m]
Inclinación media alas = -1.24 [%]
Número Laterales = 24

Emisores

Nº Emisores = 1438
Nº máximo de emisores para lateral = 68
Nº mínimo de emisores para lateral = 5
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 17.418 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7[m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.5 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.04 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.491 [m/s]

Presión máxima = 28.408 [m] (2.783 [bar])
Presión mínima = 14.68 [m] (1.438 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.9 [ha] (9001.6 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.278 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 13.675 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
	CONDUCCIÓN PRINCIPAL
	CONDUCCIÓN SECUNDARIA
	CONDUCCIÓN TERCIARIA
	CONDUCCIÓN CUARTA
	CONDUCCIÓN QUINTA
	CONDUCCIÓN SEXTA
	CONDUCCIÓN SEPTIMA
	CONDUCCIÓN OCTAVA
	CONDUCCIÓN NOVENA
	CONDUCCIÓN DECIMA
	CONDUCCIÓN UNDICESIMA
	CONDUCCIÓN DOCESIMA
	CONDUCCIÓN TRECESIMA
	CONDUCCIÓN CATORCESIMA
	CONDUCCIÓN QUINCESIMA
	CONDUCCIÓN SESENTA Y SEIS
	CONDUCCIÓN SESENTA Y SIETE
	CONDUCCIÓN SESENTA Y OCHO
	CONDUCCIÓN SESENTA Y NUEVE
	CONDUCCIÓN SESENTA Y DIEZ
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once
	CONDUCCIÓN SESENTA Y DOCE
	CONDUCCIÓN SESENTA Y TRECE
	CONDUCCIÓN SESENTA Y catorce
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quince
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dieciséis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diecisiete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dieciocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diecinueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veinte
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veintiuno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veintidós
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veintitrés
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veinticuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veinticinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veintiseis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veintisiete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veintiocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y veinintinueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y treinta y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuarenta y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cincuenta y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y sesenta y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setenta y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochenta y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y noventa y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cien y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ciento y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doscientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y trescientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatrocientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y quinientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seiscientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y setecientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ochocientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y novecientos y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y dos mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y tres mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cuatro mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y cinco mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y seis mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y siete mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y ocho mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y nueve mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y diez mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y siete
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y ocho
	CONDUCCIÓN SESENTA Y once mil y nueve
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil y uno
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil y dos
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil y tres
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil y cuatro
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil y cinco
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil y seis
	CONDUCCIÓN SESENTA Y doce mil y siete

16 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 7 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 16.664 [m³/h]
Flujo del sector 16.66 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 4.376 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 109.44 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 35.5 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 10

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 103.84 [m]
Inclinación media alas = -0.54 [%]
Número Laterales = 22

Emisores

Nº Emisores = 2083
Nº máximo de emisores para lateral = 104
Nº mínimo de emisores para lateral = 43
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 17.877 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.1 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 2.17 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.591 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.743 [m/s]

Presión máxima = 31.606 [m] (3.096 [bar])
Presión mínima = 13.837 [m] (1.356 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.97 [ha] (9680.65 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.721 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 28.005 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
	Cuadro de campo
	Parcela de explotación
	DN 10 (1.00 m 1.00")
	DN 12.5 (1.25 m 1.25")
	DN 15 (1.50 m 1.50")
	DN 17.5 (1.75 m 1.75")
	DN 20 (2.00 m 2.00")
	DN 22.5 (2.25 m 2.25")
	DN 25 (2.50 m 2.50")
	DN 27.5 (2.75 m 2.75")
	DN 30 (3.00 m 3.00")
	DN 32.5 (3.25 m 3.25")
	DN 35 (3.50 m 3.50")
	DN 37.5 (3.75 m 3.75")
	DN 40 (4.00 m 4.00")
	DN 42.5 (4.25 m 4.25")
	DN 45 (4.50 m 4.50")
	DN 47.5 (4.75 m 4.75")
	DN 50 (5.00 m 5.00")
	DN 52.5 (5.25 m 5.25")
	DN 55 (5.50 m 5.50")
	DN 57.5 (5.75 m 5.75")
	DN 60 (6.00 m 6.00")
	DN 62.5 (6.25 m 6.25")
	DN 65 (6.50 m 6.50")
	DN 67.5 (6.75 m 6.75")
	DN 70 (7.00 m 7.00")
	DN 72.5 (7.25 m 7.25")
	DN 75 (7.50 m 7.50")
	DN 77.5 (7.75 m 7.75")
	DN 80 (8.00 m 8.00")
	DN 82.5 (8.25 m 8.25")
	DN 85 (8.50 m 8.50")
	DN 87.5 (8.75 m 8.75")
	DN 90 (9.00 m 9.00")
	DN 92.5 (9.25 m 9.25")
	DN 95 (9.50 m 9.50")
	DN 97.5 (9.75 m 9.75")
	DN 100 (10.00 m 10.00")
	Valvula
	DN 100 (10.00 m 10.00")
	DN 125 (12.50 m 12.50")
	DN 150 (15.00 m 15.00")
	DN 175 (17.50 m 17.50")
	DN 200 (20.00 m 20.00")
	DN 225 (22.50 m 22.50")
	DN 250 (25.00 m 25.00")
	DN 275 (27.50 m 27.50")
	DN 300 (30.00 m 30.00")
	DN 325 (32.50 m 32.50")
	DN 350 (35.00 m 35.00")
	DN 375 (37.50 m 37.50")
	DN 400 (40.00 m 40.00")
	DN 425 (42.50 m 42.50")
	DN 450 (45.00 m 45.00")
	DN 475 (47.50 m 47.50")
	DN 500 (50.00 m 50.00")
	DN 525 (52.50 m 52.50")
	DN 550 (55.00 m 55.00")
	DN 575 (57.50 m 57.50")
	DN 600 (60.00 m 60.00")
	DN 625 (62.50 m 62.50")
	DN 650 (65.00 m 65.00")
	DN 675 (67.50 m 67.50")
	DN 700 (70.00 m 70.00")
	DN 725 (72.50 m 72.50")
	DN 750 (75.00 m 75.00")
	DN 775 (77.50 m 77.50")
	DN 800 (80.00 m 80.00")
	DN 825 (82.50 m 82.50")
	DN 850 (85.00 m 85.00")
	DN 875 (87.50 m 87.50")
	DN 900 (90.00 m 90.00")
	DN 925 (92.50 m 92.50")
	DN 950 (95.00 m 95.00")
	DN 975 (97.50 m 97.50")
	DN 1000 (100.00 m 100.00")

17 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 8 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Clásica
Caudal en cabecera = 11.216 [m³/h]
Flujo del sector 11.22 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 2.451 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 4.97 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 11.4 [m]
Diámetro conducción secundaria = 200[mm]
Modelo: Genérico

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 93.86 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 25

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 81.17 [m]
Inclinación media alas = -5.2 [%]
Número Laterales = 26

Emisores

Nº Emisores = 1402
Nº máximo de emisores para lateral = 115
Nº mínimo de emisores para lateral = 1
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 35.738 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.46 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 1.759 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.619 [m/s]

Presión máxima = 39.391 [m] (3.859 [bar])
Presión mínima = 7.777 [m] (0.762 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.87 [ha] (8738.25 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.284 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 21.62 [m]

Vista detallada del sector:

18 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 9 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 12.68 [m³/h]
Flujo del sector 12.68 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 1.75 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 2.82 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 72.08 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 130 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 37

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 30.78 [m]
Inclinación media alas = 0.27 [%]
Número Laterales = 76

Emisores

Nº Emisores = 1585
Nº máximo de emisores para lateral = 34
Nº mínimo de emisores para lateral = 2
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 24.949 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.65 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.52 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.192 [m/s]

Presión máxima = 32.773 [m] (3.211 [bar])
Presión mínima = 10.312 [m] (1.01 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.95 [ha] (9535.65 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.33 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 8.176 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
	Canal de riego
	Canal de distribución
	DN = 120mm (120)
	DN 63mm (63)
	DN 90mm (90)
	DN 300mm (300)
	DN 450mm (450)
	DN 600mm (600)
	DN 750mm (750)
	DN 900mm (900)
	DN 1050mm (1050)
	DN 1200mm (1200)
	DN 1350mm (1350)
	DN 1500mm (1500)
	DN 1650mm (1650)
	DN 1800mm (1800)
	DN 2100mm (2100)
	DN 2400mm (2400)
	DN 2700mm (2700)
	DN 3000mm (3000)
	DN 3300mm (3300)
	DN 3600mm (3600)
	DN 3900mm (3900)
	DN 4200mm (4200)
	DN 4500mm (4500)
	DN 4800mm (4800)
	DN 5100mm (5100)
	DN 5400mm (5400)
	DN 5700mm (5700)
	DN 6000mm (6000)
	DN 6300mm (6300)
	DN 6600mm (6600)
	DN 6900mm (6900)
	DN 7200mm (7200)
	DN 7500mm (7500)
	DN 7800mm (7800)
	DN 8100mm (8100)
	DN 8400mm (8400)
	DN 8700mm (8700)
	DN 9000mm (9000)
	DN 9300mm (9300)
	DN 9600mm (9600)
	DN 9900mm (9900)
	DN 10200mm (10200)
	DN 10500mm (10500)
	DN 10800mm (10800)
	DN 11100mm (11100)
	DN 11400mm (11400)
	DN 11700mm (11700)
	DN 12000mm (12000)
	DN 12300mm (12300)
	DN 12600mm (12600)
	DN 12900mm (12900)
	DN 13200mm (13200)
	DN 13500mm (13500)
	DN 13800mm (13800)
	DN 14100mm (14100)
	DN 14400mm (14400)
	DN 14700mm (14700)
	DN 15000mm (15000)
	DN 15300mm (15300)
	DN 15600mm (15600)
	DN 15900mm (15900)
	DN 16200mm (16200)
	DN 16500mm (16500)
	DN 16800mm (16800)
	DN 17100mm (17100)
	DN 17400mm (17400)
	DN 17700mm (17700)
	DN 18000mm (18000)
	DN 18300mm (18300)
	DN 18600mm (18600)
	DN 18900mm (18900)
	DN 19200mm (19200)
	DN 19500mm (19500)
	DN 19800mm (19800)
	DN 20100mm (20100)
	DN 20400mm (20400)
	DN 20700mm (20700)
	DN 21000mm (21000)
	DN 21300mm (21300)
	DN 21600mm (21600)
	DN 21900mm (21900)
	DN 22200mm (22200)
	DN 22500mm (22500)
	DN 22800mm (22800)
	DN 23100mm (23100)
	DN 23400mm (23400)
	DN 23700mm (23700)
	DN 24000mm (24000)
	DN 24300mm (24300)
	DN 24600mm (24600)
	DN 24900mm (24900)
	DN 25200mm (25200)
	DN 25500mm (25500)
	DN 25800mm (25800)
	DN 26100mm (26100)
	DN 26400mm (26400)
	DN 26700mm (26700)
	DN 27000mm (27000)
	DN 27300mm (27300)
	DN 27600mm (27600)
	DN 27900mm (27900)
	DN 28200mm (28200)
	DN 28500mm (28500)
	DN 28800mm (28800)
	DN 29100mm (29100)
	DN 29400mm (29400)
	DN 29700mm (29700)
	DN 30000mm (30000)
	DN 30300mm (30300)
	DN 30600mm (30600)
	DN 30900mm (30900)
	DN 31200mm (31200)
	DN 31500mm (31500)
	DN 31800mm (31800)
	DN 32100mm (32100)
	DN 32400mm (32400)
	DN 32700mm (32700)
	DN 33000mm (33000)
	DN 33300mm (33300)
	DN 33600mm (33600)
	DN 33900mm (33900)
	DN 34200mm (34200)
	DN 34500mm (34500)
	DN 34800mm (34800)
	DN 35100mm (35100)
	DN 35400mm (35400)
	DN 35700mm (35700)
	DN 36000mm (36000)
	DN 36300mm (36300)
	DN 36600mm (36600)
	DN 36900mm (36900)
	DN 37200mm (37200)
	DN 37500mm (37500)
	DN 37800mm (37800)
	DN 38100mm (38100)
	DN 38400mm (38400)
	DN 38700mm (38700)
	DN 39000mm (39000)
	DN 39300mm (39300)
	DN 39600mm (39600)
	DN 39900mm (39900)
	DN 40200mm (40200)
	DN 40500mm (40500)
	DN 40800mm (40800)
	DN 41100mm (41100)
	DN 41400mm (41400)
	DN 41700mm (41700)
	DN 42000mm (42000)
	DN 42300mm (42300)
	DN 42600mm (42600)
	DN 42900mm (42900)
	DN 43200mm (43200)
	DN 43500mm (43500)
	DN 43800mm (43800)
	DN 44100mm (44100)
	DN 44400mm (44400)
	DN 44700mm (44700)
	DN 45000mm (45000)
	DN 45300mm (45300)
	DN 45600mm (45600)
	DN 45900mm (45900)
	DN 46200mm (46200)
	DN 46500mm (46500)
	DN 46800mm (46800)
	DN 47100mm (47100)
	DN 47400mm (47400)
	DN 47700mm (47700)
	DN 48000mm (48000)
	DN 48300mm (48300)
	DN 48600mm (48600)
	DN 48900mm (48900)
	DN 49200mm (49200)
	Vertice
	Bloque
	Clavija de anclaje
	Medidor de caudal
	Medidor de flujo
	Clavija de anclaje
	Regulador
	Clavija de anclaje

19 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 10 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 9.32 [m³/h]
Flujo del sector 9.32 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = -44.127 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 4.82 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 5.44 [m]
Diámetro conducción secundaria = 200[mm]
Modelo: Genérico

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 119.5 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 34

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 24.46 [m]
Inclinación media alas = 0.52 [%]
Número Laterales = 70

Emisores

Nº Emisores = 1165
Nº máximo de emisores para lateral = 30
Nº mínimo de emisores para lateral = 2
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 5.669 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.21 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.459 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.164 [m/s]

Presión máxima = 27.358 [m] (2.68 [bar])
Presión mínima = 20.646 [m] (2.023 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.72 [ha] (7161.66 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.301 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 12.962 [m]

Vista detallada del sector:

20 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 11 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 11.568 [m³/h]
Flujo del sector 11.57 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 2.795 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 6.08 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 4.82 [m]
Diámetro conducción secundaria = 45.8[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 116 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 33

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 31.39 [m]
Inclinación media alas = -4.42 [%]
Número Laterales = 68

Emisores

Nº Emisores = 1446
Nº máximo de emisores para lateral = 42
Nº mínimo de emisores para lateral = 2
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 12.91 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.5 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.642 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.217 [m/s]

Presión máxima = 33.004 [m] (3.233 [bar])
Presión mínima = 19.214 [m] (1.882 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.89 [ha] (8893.02 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.301 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 14.259 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
	Cotas de nivel
	Terreno a riego
	0.2 x 0.25 m (0.7')
	0.4 x 0.5 m (1.3')
	0.6 x 0.75 m (2')
	0.8 x 1 m (2.6')
	1 x 1.25 m (3.3')
	1.2 x 1.5 m (4')
	1.4 x 1.75 m (4.6')
	1.6 x 2 m (5.2')
	1.8 x 2.25 m (5.9')
	2 x 2.5 m (6.6')
	2.2 x 2.75 m (7.2')
	2.4 x 3 m (7.9')
	2.6 x 3.25 m (8.5')
	2.8 x 3.5 m (9.2')
	3 x 3.75 m (9.8')
	3.2 x 4 m (10.4')
	3.4 x 4.25 m (11.1')
	3.6 x 4.5 m (11.8')
	3.8 x 4.75 m (12.4')
	4 x 5 m (13.1')
	4.2 x 5.25 m (13.8')
	4.4 x 5.5 m (14.4')
	4.6 x 5.75 m (15.1')
	4.8 x 6 m (15.7')
	5 x 6.25 m (16.4')
	5.2 x 6.5 m (17.1')
	5.4 x 6.75 m (17.7')
	5.6 x 7 m (18.4')
	5.8 x 7.25 m (19.1')
	6 x 7.5 m (19.8')
	6.2 x 7.75 m (20.5')
	6.4 x 8 m (21.2')
	6.6 x 8.25 m (21.8')
	6.8 x 8.5 m (22.5')
	7 x 8.75 m (23.2')
	7.2 x 9 m (23.9')
	7.4 x 9.25 m (24.6')
	7.6 x 9.5 m (25.3')
	7.8 x 9.75 m (25.9')
	8 x 10 m (26.6')
	8.2 x 10.25 m (27.3')
	8.4 x 10.5 m (27.9')
	8.6 x 10.75 m (28.6')
	8.8 x 11 m (29.3')
	9 x 11.25 m (30')
	9.2 x 11.5 m (30.7')
	9.4 x 11.75 m (31.4')
	9.6 x 12 m (32.1')
	9.8 x 12.25 m (32.8')
	10 x 12.5 m (33.5')
	10.2 x 12.75 m (34.2')
	10.4 x 13 m (34.9')
	10.6 x 13.25 m (35.6')
	10.8 x 13.5 m (36.3')
	11 x 13.75 m (37')
	11.2 x 14 m (37.7')
	11.4 x 14.25 m (38.4')
	11.6 x 14.5 m (39.1')
	11.8 x 14.75 m (39.8')
	12 x 15 m (40.5')
	12.2 x 15.25 m (41.2')
	12.4 x 15.5 m (41.9')
	12.6 x 15.75 m (42.6')
	12.8 x 16 m (43.3')
	13 x 16.25 m (44')
	13.2 x 16.5 m (44.7')
	13.4 x 16.75 m (45.4')
	13.6 x 17 m (46.1')
	13.8 x 17.25 m (46.8')
	14 x 17.5 m (47.5')
	14.2 x 17.75 m (48.2')
	14.4 x 18 m (48.9')
	14.6 x 18.25 m (49.6')
	14.8 x 18.5 m (50.3')
	15 x 18.75 m (51')
	15.2 x 19 m (51.7')
	15.4 x 19.25 m (52.4')
	15.6 x 19.5 m (53.1')
	15.8 x 19.75 m (53.8')
	16 x 20 m (54.5')
	16.2 x 20.25 m (55.2')
	16.4 x 20.5 m (55.9')
	16.6 x 20.75 m (56.6')
	16.8 x 21 m (57.3')
	17 x 21.25 m (58')
	17.2 x 21.5 m (58.7')
	17.4 x 21.75 m (59.4')
	17.6 x 22 m (60.1')
	17.8 x 22.25 m (60.8')
	18 x 22.5 m (61.5')
	18.2 x 22.75 m (62.2')
	18.4 x 23 m (62.9')
	18.6 x 23.25 m (63.6')
	18.8 x 23.5 m (64.3')
	19 x 23.75 m (65')
	19.2 x 24 m (65.7')
	19.4 x 24.25 m (66.4')
	19.6 x 24.5 m (67.1')
	19.8 x 24.75 m (67.8')
	20 x 25 m (68.5')
	20.2 x 25.25 m (69.2')
	20.4 x 25.5 m (69.9')
	20.6 x 25.75 m (70.6')
	20.8 x 26 m (71.3')
	21 x 26.25 m (72')
	21.2 x 26.5 m (72.7')
	21.4 x 26.75 m (73.4')
	21.6 x 27 m (74.1')
	21.8 x 27.25 m (74.8')
	22 x 27.5 m (75.5')
	22.2 x 27.75 m (76.2')
	22.4 x 28 m (76.9')
	22.6 x 28.25 m (77.6')
	22.8 x 28.5 m (78.3')
	23 x 28.75 m (79')
	23.2 x 29 m (79.7')
	23.4 x 29.25 m (80.4')
	23.6 x 29.5 m (81.1')
	23.8 x 29.75 m (81.8')
	24 x 30 m (82.5')
	24.2 x 30.25 m (83.2')
	24.4 x 30.5 m (83.9')
	24.6 x 30.75 m (84.6')
	24.8 x 31 m (85.3')
	25 x 31.25 m (86')
	25.2 x 31.5 m (86.7')
	25.4 x 31.75 m (87.4')
	25.6 x 32 m (88.1')
	25.8 x 32.25 m (88.8')
	26 x 32.5 m (89.5')
	26.2 x 32.75 m (90.2')
	26.4 x 33 m (90.9')
	26.6 x 33.25 m (91.6')
	26.8 x 33.5 m (92.3')
	27 x 33.75 m (93')
	27.2 x 34 m (93.7')
	27.4 x 34.25 m (94.4')
	27.6 x 34.5 m (95.1')
	27.8 x 34.75 m (95.8')
	28 x 35 m (96.5')
	28.2 x 35.25 m (97.2')
	28.4 x 35.5 m (97.9')
	28.6 x 35.75 m (98.6')
	28.8 x 36 m (99.3')
	29 x 36.25 m (100')
	29.2 x 36.5 m (100.7')
	29.4 x 36.75 m (101.4')
	29.6 x 37 m (102.1')
	29.8 x 37.25 m (102.8')
	30 x 37.5 m (103.5')
	30.2 x 37.75 m (104.2')
	30.4 x 38 m (104.9')
	30.6 x 38.25 m (105.6')
	30.8 x 38.5 m (106.3')
	31 x 38.75 m (107')
	31.2 x 39 m (107.7')
	31.4 x 39.25 m (108.4')
	31.6 x 39.5 m (109.1')
	31.8 x 39.75 m (109.8')
	32 x 40 m (110.5')
	32.2 x 40.25 m (111.2')
	32.4 x 40.5 m (111.9')
	32.6 x 40.75 m (112.6')
	32.8 x 41 m (113.3')
	33 x 41.25 m (114')
	33.2 x 41.5 m (114.7')
	33.4 x 41.75 m (115.4')
	33.6 x 42 m (116.1')
	33.8 x 42.25 m (116.8')
	34 x 42.5 m (117.5')
	34.2 x 42.75 m (118.2')
	34.4 x 43 m (118.9')
	34.6 x 43.25 m (119.6')
	34.8 x 43.5 m (120.3')
	35 x 43.75 m (121')
	35.2 x 44 m (121.7')
	35.4 x 44.25 m (122.4')
	35.6 x 44.5 m (123.1')
	35.8 x 44.75 m (123.8')
	36 x 45 m (124.5')
	36.2 x 45.25 m (125.2')
	36.4 x 45.5 m (125.9')
	36.6 x 45.75 m (126.6')
	36.8 x 46 m (127.3')
	37 x 46.25 m (128')
	37.2 x 46.5 m (128.7')
	37.4 x 46.75 m (129.4')
	37.6 x 47 m (130.1')
	37.8 x 47.25 m (130.8')
	38 x 47.5 m (131.5')
	38.2 x 47.75 m (132.2')
	38.4 x 48 m (132.9')
	38.6 x 48.25 m (133.6')
	38.8 x 48.5 m (134.3')
	39 x 48.75 m (135')
	39.2 x 49 m (135.7')
	39.4 x 49.25 m (136.4')
	39.6 x 49.5 m (137.1')
	39.8 x 49.75 m (137.8')
	40 x 50 m (138.5')
	40.2 x 50.25 m (139.2')
	40.4 x 50.5 m (139.9')
	40.6 x 50.75 m (140.6')
	40.8 x 51 m (141.3')
	41 x 51.25 m (142')
	41.2 x 51.5 m (142.7')
	41.4 x 51.75 m (143.4')
	41.6 x 52 m (144.1')
	41.8 x 52.25 m (144.8')
	42 x 52.5 m (145.5')
	42.2 x 52.75 m (146.2')
	42.4 x 53 m (146.9')
	42.6 x 53.25 m (147.6')
	42.8 x 53.5 m (148.3')
	43 x 53.75 m (149')
	43.2 x 54 m (149.7')
	43.4 x 54.25 m (150.4')
	43.6 x 54.5 m (151.1')
	43.8 x 54.75 m (151.8')
	44 x 55 m (152.5')
	44.2 x 55.25 m (153.2')
	44.4 x 55.5 m (153.9')
	44.6 x 55.75 m (154.6')
	44.8 x 56 m (155.3')
	45 x 56.25 m (156')
	45.2 x 56.5 m (156.7')
	45.4 x 56.75 m (157.4')
	45.6 x 57 m (158.1')
	45.8 x 57.25 m (158.8')
	46 x 57.5 m (159.5')
	46.2 x 57.75 m (160.2')
	46.4 x 58 m (160.9')
	46.6 x 58.25 m (161.6')
	46.8 x 58.5 m (162.3')
	47 x 58.75 m (163')
	47.2 x 59 m (163.7')
	47.4 x 59.25 m (164.4')
	47.6 x 59.5 m (165.1')
	47.8 x 59.75 m (165.8')
	48 x 60 m (166.5')
	48.2 x 60.25 m (167.2')
	48.4 x 60.5 m (167.9')
	48.6 x 60.75 m (168.6')
	48.8 x 61 m (169.3')
	49 x 61.25 m (170')
	49.2 x 61.5 m (170.7')
	49.4 x 61.75 m (171.4')
	49.6 x 62 m (172.1')
	49.8 x 62.25 m (172.8')
	50 x 62.5 m (173.5')
	50.2 x 62.75 m (174.2')
	50.4 x 63 m (174.9')
	50.6 x 63.25 m (175.6')
	50.8 x 63.5 m (176.3')
	51 x 63.75 m (177')
	51.2 x 64 m (177.7')
	51.4 x 64.25 m (178.4')
	51.6 x 64.5 m (179.1')
	51.8 x 64.75 m (179.8')
	52 x 65 m (180.5')
	52.2 x 65.25 m (181.2')
	52.4 x 65.5 m (181.9')
	52.6 x 65.75 m (182.6')
	52.8 x 66 m (183.3')
	53 x 66.25 m (184')
	53.2 x 66.5 m (184.7')
	53.4 x 66.75 m (185.4')
	53.6 x 67 m (186.1')
	53.8 x 67.25 m (186.8')
	54 x 67.5 m (187.5')
	54.2 x 67.75 m (188.2')
	54.4 x 68 m (188.9')
	54.6 x 68.25 m (189.6')
	54.8 x 68.5 m (190.3')
	55 x 68.75 m (191')
	55.2 x 69 m (191.7')
	55.4 x 69.25 m (192.4')
	55.6 x 69.5 m (193.1')
	55.8 x 69.75 m (193.8')
	56 x 70 m (194.5')
	56.2 x 70.25 m (195.2')
	56.4 x 70.5 m (195.9')
	56.6 x 70.75 m (196.6')
	56.8 x 71 m (197.3')
	57 x 71.25 m (198')
	57.2 x 71.5 m (198.7')
	57.4 x 71.75 m (1

21 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 12 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 10.718 [m³/h]
Flujo del sector 10.72 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 2.899 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 3.44 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 58.39 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 90.35 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 19

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 54.82 [m]
Inclinación media alas = -5.27 [%]
Número Laterales = 37

Emisores

Nº Emisores = 1374
Nº máximo de emisores para lateral = 42
Nº mínimo de emisores para lateral = 15
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 9.323 [%]
C.V.H. = 13.084 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 95.25 [%]
Eficiencia= 56.65 [%]
Volumen perdido en una hora= 4.65 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 64.79 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 5.08 [l/h]
Caudal medio = 7.8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.627 [m/s]
Velocidad mínima = 0.01 [m/s]
Velocidad media = 0.291 [m/s]

Presión máxima = 28.8 [m] (2.821 [bar])
Presión mínima = 15.294 [m] (1.498 [bar])
Presión media = 22.868 [m] (2.24 [bar])

=====

Superficie sector = 0.81 [ha] (8083.49 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.326 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 7.115 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA			
	CURVA DE NIVEL		Vertice
	Canchales/Barridos		Bloque
	DN 10 200mm (20%)		Colector empujable
	DN 63mm (20%)		Medidor de caudal
	DN 300mm (22%)		Empuje
	DN 300mm (20%)		Colector de empuje
	DN 300mm (18%)		Regador
	DN 400mm (18%)		Obra de canal
	DN 333mm (18%)		Medidor
	DN 333mm (16%)		Colector de canal
	DN 333mm (12%)		Medidor de caudal
	DN 200mm (12%)		Regador de empuje
	DN 200mm (10%)		Bomba
	DN 200mm (8%)		Filtro
	DN 125mm (12%)		Medidor de flujo
	DN 125mm (10%)		Medidor
	DN 125mm (8%)		Colector T
	DN 75mm (12%)		Medidor de flujo
	DN 63mm (12%)		Medidor
	DN 50mm (12%)		Medidor
	DN 40mm (12%)		Medidor
	DN 38mm (12%)		Medidor
	DN 38mm (11%)		Medidor
	DN 38mm (10%)		Medidor
	DN 38mm (8%)		Medidor
	DN 38mm (6%)		Medidor
	DN 38mm (4%)		Medidor

22 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 13 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 13.304 [m³/h]
Flujo del sector 13.3 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 2.71 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 68.22 [m]
Diámetro conducción secundaria = 48[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 67 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 19

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 61.86 [m]
Inclinación media alas = -0.74 [%]
Número Laterales = 40

Emisores

Nº Emisores = 1663
Nº máximo de emisores para lateral = 53
Nº mínimo de emisores para lateral = 4
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 11.015 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.73 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.811 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.349 [m/s]

Presión máxima = 28.133 [m] (2.756 [bar])
Presión mínima = 16.501 [m] (1.617 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 1 [ha] (10041.34 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.325 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 10.926 [m]

Vista detallada del sector:

23 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN SECTOR 14 CHANDLER-FRANQUETTE

Tipología del emisor: Online
Tipología red: Simétrica
Caudal en cabecera = 12.736 [m³/h]
Flujo del sector 12.74 [m³/h]
Presión de trabajo en cabecera = 3.62 [bar]
Presión del usuario en cabecera = 1 [bar]
Temperatura agua = 20 [C]

tubería principal

Longitud conducción principal = 2.1 [m]
Diámetro conducción principal = 300[mm]
Modelo: Genérico

tubería secundaria

Longitud conducción secundaria = 10.11 [m]
Diámetro conducción secundaria = 45.8[mm]
Modelo: idrolene PEBD PN 10

tubería subprincipal

Longitud conducción subprincipal = 109 [m]
Diámetro conducción subprincipal = Ver lista de materiales
Modelo: Ver lista de materiales
Número nodos subprincipal = 31

Lateral

Diámetro Lateral = 13.6[mm]
Modelo: Tubo P.E.B.D.16 PN 4
longitud lateral medio = 36.8 [m]
Inclinación media alas = -2.4 [%]
Número Laterales = 64

Emisores

Nº Emisores = 1592
Nº máximo de emisores para lateral = 34
Nº mínimo de emisores para lateral = 3
Número de emisores por planta 1
Modelo: SELF-COMPENSATED
Presión mínima: 0.5 [bar]
Presión máxima: 4 [bar]
K: 8
x: 0.0
Caudal nominal = 8 [l/h]
C.V.T (Coef. variación tecnológica) = 0.004
C.V. (Coeficiente de variación debido a las cargas) = 0 [%]
C.V.H. = 15.001 [%]

Disposición emisores/puntos de entrega y filas de plantas

Espaciamiento emisores = 1.5 [m]
Distancia entre filas = 7 [m]

Resultados

=====
Coeficiente de uniformidad (WU)= 100 [%]
Eficiencia= 87 [%]
Volumen perdido en una hora= 1.66 [m³]
Coeficiente de uniformidad (Keller y Karmeli) = 99.49 [%]

Emisores

=====
Caudal máximo = 8 [l/h]
Caudal mínimo = 8 [l/h]
Caudal medio = 8 [l/h]

Velocidad máxima = 0.52 [m/s]
Velocidad mínima = 0.015 [m/s]
Velocidad media = 0.211 [m/s]

Presión máxima = 35.601 [m] (3.488 [bar])
Presión mínima = 17.566 [m] (1.721 [bar])
Presión media = 22.966 [m] (2.25 [bar])

=====

Superficie sector = 0.94 [ha] (9402.89 [m²])
Intensidad media de la distribución del agua= 1.354 [mm/h]
Pérdida de carga máxima en relación a la fuente = 26.265 [m]

Vista detallada del sector:

Instalación de una explotación de 26.5 ha de nogales con riego localizado en el municipio de Graus (Huesca)
Anejo 14. Diseño hidráulico



LEYENDA	
	Canal de riego
	Línea de riego
	DN 120 mm (1.25)
	DN 150 mm (1.5)
	DN 180 mm (1.8)
	DN 210 mm (2.1)
	DN 240 mm (2.4)
	DN 270 mm (2.7)
	DN 300 mm (3)
	DN 330 mm (3.3)
	DN 360 mm (3.6)
	DN 390 mm (3.9)
	DN 420 mm (4.2)
	DN 450 mm (4.5)
	DN 480 mm (4.8)
	DN 510 mm (5.1)
	DN 540 mm (5.4)
	DN 570 mm (5.7)
	DN 600 mm (6)
	DN 630 mm (6.3)
	DN 660 mm (6.6)
	DN 690 mm (6.9)
	DN 720 mm (7.2)
	DN 750 mm (7.5)
	DN 780 mm (7.8)
	DN 810 mm (8.1)
	DN 840 mm (8.4)
	DN 870 mm (8.7)
	DN 900 mm (9)
	DN 930 mm (9.3)
	DN 960 mm (9.6)
	DN 990 mm (9.9)
	DN 1020 mm (10.2)
	DN 1050 mm (10.5)
	DN 1080 mm (10.8)
	DN 1110 mm (11.1)
	DN 1140 mm (11.4)
	DN 1170 mm (11.7)
	DN 1200 mm (12)
	DN 1230 mm (12.3)
	DN 1260 mm (12.6)
	DN 1290 mm (12.9)
	DN 1320 mm (13.2)
	DN 1350 mm (13.5)
	DN 1380 mm (13.8)
	DN 1410 mm (14.1)
	DN 1440 mm (14.4)
	DN 1470 mm (14.7)
	DN 1500 mm (15)
	DN 1530 mm (15.3)
	DN 1560 mm (15.6)
	DN 1590 mm (15.9)
	DN 1620 mm (16.2)
	DN 1650 mm (16.5)
	DN 1680 mm (16.8)
	DN 1710 mm (17.1)
	DN 1740 mm (17.4)
	DN 1770 mm (17.7)
	DN 1800 mm (18)
	DN 1830 mm (18.3)
	DN 1860 mm (18.6)
	DN 1890 mm (18.9)
	DN 1920 mm (19.2)
	DN 1950 mm (19.5)
	DN 1980 mm (19.8)
	DN 2010 mm (20.1)
	DN 2040 mm (20.4)
	DN 2070 mm (20.7)
	DN 2100 mm (21)
	DN 2130 mm (21.3)
	DN 2160 mm (21.6)
	DN 2190 mm (21.9)
	DN 2220 mm (22.2)
	DN 2250 mm (22.5)
	DN 2280 mm (22.8)
	DN 2310 mm (23.1)
	DN 2340 mm (23.4)
	DN 2370 mm (23.7)
	DN 2400 mm (24)
	DN 2430 mm (24.3)
	DN 2460 mm (24.6)
	DN 2490 mm (24.9)
	DN 2520 mm (25.2)
	DN 2550 mm (25.5)
	DN 2580 mm (25.8)
	DN 2610 mm (26.1)
	DN 2640 mm (26.4)
	DN 2670 mm (26.7)
	DN 2700 mm (27)
	DN 2730 mm (27.3)
	DN 2760 mm (27.6)
	DN 2790 mm (27.9)
	DN 2820 mm (28.2)
	DN 2850 mm (28.5)
	DN 2880 mm (28.8)
	DN 2910 mm (29.1)
	DN 2940 mm (29.4)
	DN 2970 mm (29.7)
	DN 3000 mm (30)
	DN 3030 mm (30.3)
	DN 3060 mm (30.6)
	DN 3090 mm (30.9)
	DN 3120 mm (31.2)
	DN 3150 mm (31.5)
	DN 3180 mm (31.8)
	DN 3210 mm (32.1)
	DN 3240 mm (32.4)
	DN 3270 mm (32.7)
	DN 3300 mm (33)
	DN 3330 mm (33.3)
	DN 3360 mm (33.6)
	DN 3390 mm (33.9)
	DN 3420 mm (34.2)
	DN 3450 mm (34.5)
	DN 3480 mm (34.8)
	DN 3510 mm (35.1)
	DN 3540 mm (35.4)
	DN 3570 mm (35.7)
	DN 3600 mm (36)
	DN 3630 mm (36.3)
	DN 3660 mm (36.6)
	DN 3690 mm (36.9)
	DN 3720 mm (37.2)
	DN 3750 mm (37.5)
	DN 3780 mm (37.8)
	DN 3810 mm (38.1)
	DN 3840 mm (38.4)
	DN 3870 mm (38.7)
	DN 3900 mm (39)
	DN 3930 mm (39.3)
	DN 3960 mm (39.6)
	DN 3990 mm (39.9)
	DN 4020 mm (40.2)
	DN 4050 mm (40.5)
	DN 4080 mm (40.8)
	DN 4110 mm (41.1)
	DN 4140 mm (41.4)
	DN 4170 mm (41.7)
	DN 4200 mm (42)
	DN 4230 mm (42.3)
	DN 4260 mm (42.6)
	DN 4290 mm (42.9)
	DN 4320 mm (43.2)
	DN 4350 mm (43.5)
	DN 4380 mm (43.8)
	DN 4410 mm (44.1)
	DN 4440 mm (44.4)
	DN 4470 mm (44.7)
	DN 4500 mm (45)
	DN 4530 mm (45.3)
	DN 4560 mm (45.6)
	DN 4590 mm (45.9)
	DN 4620 mm (46.2)
	DN 4650 mm (46.5)
	DN 4680 mm (46.8)
	DN 4710 mm (47.1)
	DN 4740 mm (47.4)
	DN 4770 mm (47.7)
	DN 4800 mm (48)
	DN 4830 mm (48.3)
	DN 4860 mm (48.6)
	DN 4890 mm (48.9)
	DN 4920 mm (49.2)
	DN 4950 mm (49.5)
	DN 4980 mm (49.8)
	DN 5010 mm (50.1)
	DN 5040 mm (50.4)
	DN 5070 mm (50.7)
	DN 5100 mm (51)
	DN 5130 mm (51.3)
	DN 5160 mm (51.6)
	DN 5190 mm (51.9)
	DN 5220 mm (52.2)
	DN 5250 mm (52.5)
	DN 5280 mm (52.8)
	DN 5310 mm (53.1)
	DN 5340 mm (53.4)
	DN 5370 mm (53.7)
	DN 5400 mm (54)
	DN 5430 mm (54.3)
	DN 5460 mm (54.6)
	DN 5490 mm (54.9)
	DN 5520 mm (55.2)
	DN 5550 mm (55.5)
	DN 5580 mm (55.8)
	DN 5610 mm (56.1)
	DN 5640 mm (56.4)
	DN 5670 mm (56.7)
	DN 5700 mm (57)
	DN 5730 mm (57.3)
	DN 5760 mm (57.6)
	DN 5790 mm (57.9)
	DN 5820 mm (58.2)
	DN 5850 mm (58.5)
	DN 5880 mm (58.8)
	DN 5910 mm (59.1)
	DN 5940 mm (59.4)
	DN 5970 mm (59.7)
	DN 6000 mm (60)
	DN 6030 mm (60.3)
	DN 6060 mm (60.6)
	DN 6090 mm (60.9)
	DN 6120 mm (61.2)
	DN 6150 mm (61.5)
	DN 6180 mm (61.8)
	DN 6210 mm (62.1)
	DN 6240 mm (62.4)
	DN 6270 mm (62.7)
	DN 6300 mm (63)
	DN 6330 mm (63.3)
	DN 6360 mm (63.6)
	DN 6390 mm (63.9)
	DN 6420 mm (64.2)
	DN 6450 mm (64.5)
	DN 6480 mm (64.8)
	DN 6510 mm (65.1)
	DN 6540 mm (65.4)
	DN 6570 mm (65.7)
	DN 6600 mm (66)
	DN 6630 mm (66.3)
	DN 6660 mm (66.6)
	DN 6690 mm (66.9)
	DN 6720 mm (67.2)
	DN 6750 mm (67.5)
	DN 6780 mm (67.8)
	DN 6810 mm (68.1)
	DN 6840 mm (68.4)
	DN 6870 mm (68.7)
	DN 6900 mm (69)
	DN 6930 mm (69.3)
	DN 6960 mm (69.6)
	DN 6990 mm (69.9)
	DN 7020 mm (70.2)
	DN 7050 mm (70.5)
	DN 7080 mm (70.8)
	DN 7110 mm (71.1)
	DN 7140 mm (71.4)
	DN 7170 mm (71.7)
	DN 7200 mm (72)
	DN 7230 mm (72.3)
	DN 7260 mm (72.6)
	DN 7290 mm (72.9)
	DN 7320 mm (73.2)
	DN 7350 mm (73.5)
	DN 7380 mm (73.8)
	DN 7410 mm (74.1)
	DN 7440 mm (74.4)
	DN 7470 mm (74.7)
	DN 7500 mm (75)

ANEJO 15. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Red principal de riego.....	1
2.1	Tuberías.....	1
2.2	Pozo.....	1
2.3	Bombas de agua.....	1
2.4	Depósito regulador.....	2
2.5	Caseta prefabricada.....	3
3	Filtros.....	4
4	Contador.....	4
5	Programador.....	4

1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se detallan los componentes de la instalación y se dimensionan aquellos elementos necesarios. Sobre todo, se detallan los componentes de la red principal de riego que distribuye agua a los distintos sectores, incluyendo el dimensionado del depósito regulador, bombas, selección de caseta prefabricada, etc.

2 RED PRINCIPAL DE RIEGO

2.1 TUBERÍAS

La tubería que compone la red principal de esta instalación puede dividirse en dos tramos: un tramo que une el pozo y las bombas con el depósito regulador, y otro que distribuye el agua del depósito a cada uno de los sectores de riego.

En el primer tramo (del pozo y bombas al depósito) se instalará una tubería de diámetro 75 mm y presión nominal 10 bar. Para el otro tramo (depósito a sectores), se instalará una tubería de diámetro 63 mm, puesto que por cada ramal sólo se distribuirá agua a un sector a la vez.

2.2 POZO

Como ya se ha comentado anteriormente, al agua para regar esta plantación procede un pozo (ver ubicación en planos), el cual tomará agua procedente de un manantial subterráneo.

Lo primero de todo, suponemos que este pozo cuenta con todos los permisos de explotación.

Este manantial es de tipo confinado, por lo que el agua está a presión y en principio no haría falta bombearla, pero dado que últimamente se han realizado varias captaciones de este acuífero, el agua ya no saldría con tanta presión, por lo que será preciso realizar sondeos para conocer con seguridad su estado. A nivel de proyecto se ha optado por suponer que obtenemos el agua de este pozo a cota 0.

Las dimensiones de este pozo son las habituales en la zona: diámetro 25 cm y profundidad de 400 m.

2.3 BOMBAS DE AGUA

Se instalan, en su caseta correspondiente, dos bombas capaces de suministrar al depósito regulador el agua necesaria para un día de funcionamiento. El funcionamiento de estas bombas será durante el periodo de menor coste eléctrico, durante 8 h, con la tarifa nocturna que nos ofrecen las compañías.

Para la selección de las bombas, primero se ha calculado la diferencia de cota entre el lugar donde irán instaladas y el depósito. Esta diferencia de cota es de 42 metros.

Otra característica importante a la hora de seleccionar las bombas es el caudal. Para calcularlo tenemos que conocer el volumen de agua que necesitamos durante un día de funcionamiento. El caudal máximo que necesita un sector, como hemos visto en el anejo de diseño hidráulico, es de 17 m³/h. Como la duración del riego es de 18 horas, esto suma 306 m³. Como regamos a la vez dos sectores, entonces

necesitamos 612 m³ al día. Como esta cantidad la tenemos que aportar en las 8 horas, esto hace que el caudal de la bomba sea de 76,5 m³/h.

Con estos datos pasamos a seleccionar las bombas. Partiendo de los datos anteriormente calculados, elegimos un par de bombas con características comerciales iguales o superiores. Las características a destacar de las bombas seleccionadas son:

- Descripción: Bomba centrífuga de voluta, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733 (10 bar). La bomba estará acoplada directamente a un motor asíncrono refrigerado por ventilador.
- Caudal real calculado: 83.2 m³/h
- Caudal nominal: 118 m³/h
- Altura resultante de la bomba: 54.11 m
- Clase eficiencia IE: IE3
- Potencia: 22 kW
- Frecuencia de red: 50 Hz
- Tensión nominal: 3 x 380-415D/660-690Y V
- Intensidad nominal: 39.5/22.8 A
- Velocidad nominal: 2950 rpm
- Eficiencia: IE3 92,7%

2.4 DEPÓSITO REGULADOR

En el punto con mayor cota de la finca (497 m.s.n.m.) se instalará un depósito de chapa galvanizada. Este depósito garantizará el suministro de agua para dos días de riego.

Para el cálculo de las dimensiones de este depósito, primero hay que conocer las necesidades de agua de un día de funcionamiento. Estas son, conforme a lo indicado anteriormente, de 612 m³. Para garantizar el suministro de agua durante dos días, para –por ejemplo– poder garantizar el suministro de agua durante el fin de semana a la espera de posibles reparaciones si se produce alguna avería en el sistema de bombeo, la capacidad de este depósito será de 1.224 m³.

Consultando catálogos comerciales de depósitos, las dimensiones serán de 19,73 m y una altura de 4 metros. Dicha altura estará formada por 4 cuerpos de aros, cada uno de 1m. Con ello la capacidad final del depósito será de 1.222 m³.



Figura 1. Ejemplo depósito de chapa galvanizada (Fuente: TiendaGanadera)

2.5 CASETA PREFABRICADA

Se instalarán dos casetas prefabricadas, de dimensiones 4x4 metros. En una se instalarán las bombas y equipo necesario para su funcionamiento. En la otra se instalarán los filtros, así como los automatismos necesarios y el equipo de fertirrigación.

Estas casetas serán prefabricadas de hormigón, montadas por piezas, con paneles de cerramiento con espesores de 15 cm, con aligeramiento interior de poliestireno, para albergar instalaciones como:

- Caseta de equipos de bombeo
- Caseta de instalaciones eléctricas
- Caseta de aperos
- Caseta de jardín



Figura 2. Ejemplos de casetas prefabricadas de hormigón comercializadas por distintas empresas (Der: Prefabricados Agustín) (Izq.: Agrotterra)

3 FILTROS

Se instalarán filtros de mallas con el equipo de fertirrigación. También se instalarán a la salida del depósito de regulación.

Además de los filtros de malla, se instalará un filtro de malla autolimpiable ubicado antes de las bombas y después del filtro cazapiedras.



Figura 3. Ejemplo de filtro autolimpiable (Fuente: directindustry)

4 CONTADOR

Se instalará un contador de tipo Woltman para tubería de diámetro nominal 125 mm, a fin de conocer el consumo anual de agua del nogal.

5 PROGRAMADOR

Se instalará un programador de riego capaz de controlar los 23 sectores de riego, y que permitirá todo tipo de combinaciones, así como aplicación de fertilizante, lavados de filtros, etc.

ANEJO 16. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

ÍNDICE

1	Introducción.....	1
2	Consideraciones previas	1
3	Costes producción del nogal.....	2
3.1	Amortización de la plantación	5
4	Ingresos de la plantación	5
5	Estudio de rentabilidad.....	6
5.1	Análisis de inversión.....	1
6	Análisis de sensibilidad del proyecto	1

1 INTRODUCCIÓN

El estudio de viabilidad sirve como referencia para conocer si el proyecto es económicamente viable o no, y, en caso en que lo sea, permite conocer la rentabilidad que se obtendrá a lo largo de los años.

En este anejo se analizarán los gastos de la plantación y los ingresos obtenidos por la venta de las nueces, dando lugar al beneficio obtenido. También se llevará a cabo un análisis de inversión, para conocer cómo de rentable será la plantación.

2 CONSIDERACIONES PREVIAS

Una de las primeras cosas que hay que tener en cuenta es la situación inicial de las parcelas. En nuestro caso, como ya se ha mencionado anteriormente, las parcelas que componen la plantación se han venido destinando a la producción de cereales de invierno en secano.

Al realizar la nueva plantación se destruye el flujo de caja proveniente de la producción de estos cereales, que se deberá tener en cuenta.

Tanto en la situación inicial como en la nueva plantación, no se tendrán en cuenta las subvenciones para el análisis de viabilidad económica, adoptando el peor escenario posible.

Las producciones medias de cebada obtenidas en estas parcelas vienen a ser de 3.500 kg/ha, mientras que los gastos medios de producción ascienden a unos 500 €/ha año. En cuanto al precio de la cebada en lonja, está en torno a los 180 €/t. Con estos datos ya se pueden calcular los flujos de caja, que se muestran en la Tabla 1.

Rendimiento medio (kg/ha)	Costes cultivo (€/año ha)	Ingresos (€/año ha)	Flujo de caja (€/año ha)	nº ha	Flujo de caja total (€/año)
3.500,00	500,00	651,00	151,00	26,00	3.926,00

Tabla 1. Flujo de caja destruido anual.

Como en la mayoría de árboles frutales, se requiere una fuerte inversión el “año 0”. Una vez realizada la plantación e instalado el sistema de riego por goteo, los costes en un primer momento son menores, pero van aumentando hasta que el árbol llega a plena producción, momento en el cual los costes se mantienen constantes año a año.

Como el estudio de viabilidad dura 30 años, hay que tener en cuenta que el sistema de riego no durará los 30 años, debido a obturaciones en los goteros, desgaste de tuberías, etc. Por ello hay que tener en cuenta una renovación del sistema de riego y un mantenimiento del mismo. Este mantenimiento se estima en un 5% del valor del riego.

En cuanto al coste de arranque de la plantación una vez terminado el año 30, no se ha tenido en cuenta debido al valor de la madera de nogal.

3 COSTES PRODUCCIÓN DEL NOGAL

A continuación, se muestran los costes de la plantación desglosados por año. En cuanto a los precios unitarios del coste de las diferentes tareas en las que interviene maquinaria, están incluidos todos los costes asociados a la tenencia de esta maquinaria, como son los costes de amortización, mantenimiento, seguros, mano de obra, etc. Además, no sólo se incluye el coste de esa máquina en sí, sino también el coste del tractor asociado.

En cuanto a los precios de otras materias utilizadas en el proceso, se han tomado precios medios de catálogos comerciales.

Para los costes de fitosanitarios, se han tenido en cuenta el número de trampas para el monitoreo de plagas, número de difusores de feromonas a colocar y número de tratamientos fitosanitarios posibles a lo largo del año.

A la hora de obtener el total, hay que multiplicar el precio unitario por la cantidad y por el número de hectáreas totales de la plantación.

Tabla 2. Gastos de producción del nogal del año 0 hasta el 30:

Año 0			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Subsolado	56,18	1	1.460,68
Cultivador	45,84	4	4.767,36
Tutores	0,70	239	4.340,70
Enmienda orgánica	24,50	20	12.740,00
Enmienda magnésica	246,75	2	15.397,20
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Abonadora	15,87	1	412,62
Total			39.781,04

Año 1			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Cultivador	45,84	4	4.767,36
Enmienda orgánica	24,50	10	6.370,00
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Poda y retirada de restos	13,00	47	15.886,00
Coste electricidad riego	16,41	1	377,43
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			30.379,27

Año 2			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Cultivador	45,84	4	4.767,36
Enmienda orgánica	24,50	10	6.370,00
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Fitosanitarios	42,55	1	1.106,30
Poda y retirada de restos	13,00	52	17.576,00
Coste electricidad riego	16,41	1	377,43
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			33.175,57

Año 3			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Cultivador	45,84	2	2.383,68
Siembra cubierta vegetal	274,60	1	7.139,60
Enmienda orgánica	24,50	10	6.370,00
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Fitosanitarios	42,55	1	1.106,30
Poda y retirada de restos	13,00	55	18.590,00
Coste electricidad riego	16,41	2	754,86
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			39.322,92

Año 4			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Intercepa	33,84	4	3.519,36
Siega cubierta vegetal	49,37	1	1.283,62
Enmienda orgánica	24,50	10	6.370,00
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Poda y retirada de restos	13,00	62	20.956,00
Fitosanitarios	42,55	2	2.212,60
Recolección	220,00	3,4	19.448,00
Coste electricidad riego	16,41	3	1.132,29
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			57.900,35

Año 5			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Intercepa	33,84	4	3.519,36
Siega cubierta vegetal	49,37	1	1.283,62
Enmienda orgánica	24,50	10	6.370,00
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Poda y retirada de restos	13,00	65	21.970,00
Fitosanitarios	42,55	2	2.212,60
Recolección	220,00	3,4	19.448,00
Coste electricidad riego	16,41	4	1.509,72
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			59.291,78

Año 6			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Intercepa	33,84	4	3.519,36
Siega cubierta vegetal	49,37	1	1.283,62
Enmienda orgánica	24,50	10	6.370,00
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Poda y retirada de restos	13,00	70	23.660,00
Fitosanitarios	42,55	2	2.212,60
Recolección	220,00	4,2	24.024,00
Coste electricidad riego	16,41	5	1.887,15
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			65.935,21

Año 7, 11, 15, 19, 23, 27			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Intercepa	33,84	4	3.519,36
Siega cubierta vegetal	49,37	1	1.283,62
Siembra cubierta vegetal	274,60	1	7.139,60
Enmienda orgánica	24,50	10	6.370,00
Fertirrigación KNO3	122,00	3,2	10.150,40
Fertirrigación fosfato	170,00	2,9	12.729,60
Remolque esparcidor	25,48	1	662,48
Poda y retirada de restos	13,00	70	23.660,00
Fitosanitarios	42,55	2	2.212,60
Recolección	220,00	4,8	27.227,20
Coste electricidad riego	16,41	5	1.887,15
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			99.158,01

Año 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30			
Operaciones	Precio unitario (€/ha)	Cantidad	Total (€)
Intercepa	33,84	4	3.519,36
Siega cubierta vegetal	49,37	1	1.283,62
Fertirrigación KNO3	122,00	3,2	10.150,40
Fertirrigación fosfato	170,00	2,9	12.729,60
Poda y retirada de restos	13,00	70	23.660,00
Fitosanitarios	42,55	2	2.212,60
Recolección	220,00	4,8	27.227,20
Coste electricidad riego	16,41	5	1.887,15
Mantenimiento riego	46.320,00	5%	2.316,00
Total			84.985,93

3.1 AMORTIZACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Coste fijo que se obtiene al capitalizar los gastos de los años anteriores al año en entrada en plena producción, y, si se diese el caso, habría que restar el beneficio por venta de la madera, en el caso que el valor de la madera superase al coste de arranque. En nuestro caso esto último no se daría, puesto que hemos supuesto que el coste de arranque es igual al ingreso por venta de la madera.

Resumiendo, este coste se calcularía de la siguiente forma:

$$CA = \frac{\text{coste de formación}}{n^{\circ} \text{ años vida productiva}}$$

Coste formación (€/año)	Ci	Coste capitalizado (€/año)	Duración plantación (años)	Amortización anual (€/año)
39.781,04	5,5%	57.868,65	30	13.179,14
30.379,27		41.888,24		
33.175,57		43.359,14		
39.322,92		48.714,20		
57.900,35		67.988,99		
59.291,78		65.993,23		
65.935,21		69.561,65		

Tabla 3. Cálculo de la amortización de la plantación de nogales

4 INGRESOS DE LA PLANTACIÓN

En cuanto a los ingresos de la plantación, no se han considerado las subvenciones, barajando así el escenario más adverso. La principal fuente de ingresos es por la venta de nuez. La producción al principio será nula, y a partir del año 3 irá aumentando proporcionalmente hasta llegar a los 22 kg/árbol en el año de entrada en plena producción, año 7. En cuanto al precio percibido por el agricultor de la nuez, se estima que estará en torno a los 3,50 €/kg, valor alcanzado en el año 2013 y del que se tienen registros fiables (para los siguientes años no se han encontrado valores seguros, puesto que las fuentes no especificaban

qué precio era el que mostraban, pudiendo ser un precio para el consumidor final o para otro tipo de intermediarios). Además, la tendencia de los precios de la nuez se mantiene más o menos constante a lo largo del tiempo, con una pequeña tendencia al alza. También hay que tener en consideración lo ya mencionado en el anejo de recolección: la maduración de la nuez se produce de forma escalonada, de esta manera se supone realizar un único pase en el que se recolecta el 85% de la producción total.

Año	Nº de nogales	Rendimiento (kg/árbol)	Producción/año(kg)	Precio de venta nueces (€/kg)	Total
1	6.200	0	0	3,50	0
2		0	0		0
3		2	10.540		36.890
4		5	26.350		92.225
5		10	62.000		184.450
6		15	93.000		276.675
7		22	136.400		405.790
>7		22	136.400		405.790

Tabla 4. Ingresos por venta de nueces

5 ESTUDIO DE RENTABILIDAD

Un aspecto a tratar es la inversión inicial de ejecución del proyecto, a la que se le va a hacer frente con un préstamo bancario por un importe del 100% de la inversión inicial (440.000€, ver presupuesto). Este préstamo será de cuotas contantes mensuales, con un interés del 5,5% anual, y a pagar en 15 años.

A continuación se procede al cálculo del cuadro de amortización del préstamo:

Año	Pendiente Amortización	Amortización anual	Intereses anual	Cuota anual (mensualidad)
	440.000,00 €		5,50%	3.595,17 €
1	420.573,13 €	19.426,87 €	23.715,13 €	43.142,01 €
2	400.050,42 €	20.522,70 €	22.619,30 €	43.142,01 €
3	378.370,08 €	21.680,34 €	21.461,66 €	43.142,01 €
4	355.466,79 €	22.903,29 €	20.238,72 €	43.142,01 €
5	331.271,58 €	24.195,21 €	18.946,80 €	43.142,01 €
6	305.711,57 €	25.560,01 €	17.582,00 €	43.142,01 €
7	278.709,78 €	27.001,80 €	16.140,21 €	43.142,01 €
8	250.184,87 €	28.524,91 €	14.617,10 €	43.142,01 €
9	220.050,93 €	30.133,94 €	13.008,07 €	43.142,01 €
10	188.217,20 €	31.833,73 €	11.308,28 €	43.142,01 €
11	154.587,79 €	33.629,40 €	9.512,60 €	43.142,01 €
12	119.061,43 €	35.526,37 €	7.615,64 €	43.142,01 €
13	81.531,10 €	37.530,33 €	5.611,67 €	43.142,01 €
14	41.883,76 €	39.647,34 €	3.494,67 €	43.142,01 €
15	0,00 €	41.883,76 €	1.258,25 €	43.142,01 €

Tabla 5. Tabla amortización del préstamo (en euros)

Anejo 16. Estudio viabilidad económica

Año	Pago inversión	Cobro financiero	Pago financiero	Amortización plantación	Flujo de caja destruido	Renovación sistema riego	Total gastos explotación	Total costes	Total ingresos	Beneficio neto anual
Año-0	440.286,44	440.000,00					79.103,74			-78.817,30
Año-1			43.142,01	13.179,14	3.926,00		30.379,57	90.626,72	0,00	-90.626,72
Año-2			43.142,01	13.179,14	3.926,00		33.175,87	93.423,02	0,00	-93.423,02
Año-3			43.142,01	13.179,14	3.926,00		39.323,22	99.570,37	36.890,00	-62.680,37
Año-4			43.142,01	13.179,14	3.926,00		57.900,65	118.147,80	92.225,00	-25.922,80
Año-5			43.142,01	13.179,14	3.926,00		59.291,48	119.538,63	184.450,00	64.911,37
Año-6			43.142,01	13.179,14	3.926,00		65.934,91	126.182,06	276.675,00	150.492,94
Año-7			43.142,01	13.179,14	3.926,00		99.556,51	159.803,66	405.790,00	245.986,34
Año-8			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405.790,00	260.158,42
Año-9			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405.790,00	260.158,42
Año-10			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405.790,00	260.158,42
Año-11			43.142,01	13.179,14	3.926,00		99.556,51	159.803,66	405.790,00	245.986,34
Año-12			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405.790,00	260.158,42
Año-13			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405.790,00	260.158,42
Año-14			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405.790,00	260.158,42
Año-15			43.142,01	13.179,14	3.926,00	46.326,33	99.556,51	206.129,99	405.790,00	199.660,01
Año-16				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-17				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-18				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-19				13.179,14	3.926,00		99.556,51	116.661,65	405.790,00	289.128,35
Año-20				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-21				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-22				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-23				13.179,14	3.926,00		99.556,51	116.661,65	405.790,00	289.128,35
Año-24				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-25				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-26				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-27				13.179,14	3.926,00		99.556,51	116.661,65	405.790,00	289.128,35
Año-28				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-29				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43
Año-30				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405.790,00	303.300,43

Tabla 6. Flujos de caja (en euros)

5.1 ANÁLISIS DE INVERSIÓN

Para conocer si una inversión es rentable o no, se utilizan unos parámetros indicadores que nos ayudan en esta labor. Estos indicadores son el TIR, el VAN y el *PayBack*.

La tasa interna de retorno (TIR) es una tasa de rendimiento utilizada en el presupuesto de capital para medir y comparar la rentabilidad de las inversiones. También se conoce como la tasa de flujo de efectivo descontado de retorno.

Por otro lado, el valor actual neto (VAN) es un método que se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. Este método consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión y calcular su diferencia.

El *PayBack* es un criterio que se emplea para valorar inversiones y que representa el tiempo cuesta recuperar la inversión inicial mediante los flujos de caja.

A continuación, se muestran los valores obtenidos del TIR y VAN para este proyecto:

VAN	2.092.495,83 €	
TIR	17,64%	
Tasa de actualización	5,50%	
PayBack	7,23	7 años 2 meses y 24 días

Tabla 7. Resultados de los cálculos de VAN, TIR y *PayBack*

Como podemos apreciar en la Tabla 7, el cálculo del VAN arroja un valor de 2.092.495,83 €; este valor, al ser positivo, indica que la inversión es rentable. Por otro lado, el TIR también es superior a cero, por lo que la inversión es rentable y, lo más importante, al ser superior a la tasa de actualización, indica que la inversión es más rentable que si ese mismo capital estuviera a plazo fijo en un banco a un interés del 5,5%. Por último, la inversión inicial se recuperaría en el año 7, año de entrada en plena producción.

6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO

A continuación se van a analizar varios escenarios posibles para determinar si la explotación continuaría siendo rentable en caso de que ocurrieran.

Lo primero es conocer el precio por debajo del cual la explotación ya no sería rentable. Este es el punto en el que los ingresos y los gastos son iguales. En nuestro caso este **precio mínimo es de 1,81 €/kg**. Mientras el precio de la nuez sea superior a 1,81 €/kg, la explotación será rentable.

Otro caso que podemos estudiar sería la producción mínima para que la explotación sea rentable. La forma de calcularlo sería igual que la anterior, pero fijando esta vez el precio (3,50 €/kg). En nuestro caso la **producción mínima** de toda la explotación para que fuera rentable la explotación sería de **64.800 kg**.

Por último, otro caso que podemos estudiar es suponer que cada 5 años sufrimos una helada primaveral que nos quita la producción de las variedades Howard y Chandler, pero recolectamos la variedad Franquette que es de desborre más tardío (puesta y utilizada en este proyecto por esta casuística). En tal caso, tendríamos en este año con helada:

Nº arboles	Rendimiento (kg/árbol)	Total producción (kg)	Precio (€/kg)	Ingresos (€)
1.428	22	26.703,6	3,50	93.462,6

Tabla 8. Ingresos obtenidos en el año de helada

Una vez obtenidos los ingresos, pasamos a calcular los flujos de caja, con los mismos gastos y consideraciones anteriormente descritas:

	PAGO INVERSION	Cobro Financiero	Pago financiero	Amortizacion Plantacion	Flujo de caja destruido	Renovacion sistema riego	Total gastos explotacion	TOTAL COSTES	TOTAL INGRESOS	BENEFICIO NETO ANUAL
Año-0	440.286,44	440.000,00					79.103,74			-78.817,30
Año-1			43.142,01	13.179,14	3.926,00		30.379,57	90.626,72	0	-90.626,72
Año-2			43.142,01	13.179,14	3.926,00		33.175,87	93.423,02	0	-93.423,02
Año-3			43.142,01	13.179,14	3.926,00		39.323,22	99.570,37	36890	-62.680,37
Año-4			43.142,01	13.179,14	3.926,00		57.900,65	118.147,80	92225	-25.922,80
Año-5			43.142,01	13.179,14	3.926,00		59.291,48	119.538,63	42483	-77.055,63
Año-6			43.142,01	13.179,14	3.926,00		65.934,91	126.182,06	276675	150.492,94
Año-7			43.142,01	13.179,14	3.926,00		99.556,51	159.803,66	405790	245.986,34
Año-8			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405790	260.158,42
Año-9			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405790	260.158,42
Año-10			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	93462,6	-52.168,98
Año-11			43.142,01	13.179,14	3.926,00		99.556,51	159.803,66	405790	245.986,34
Año-12			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405790	260.158,42
Año-13			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405790	260.158,42
Año-14			43.142,01	13.179,14	3.926,00		85.384,43	145.631,58	405790	260.158,42
Año-15			43.142,01	13.179,14	3.926,00	46.326,33	99.556,51	206.129,99	93462,6	-112.667,39
Año-16				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-17				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-18				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-19				13.179,14	3.926,00		99.556,51	116.661,65	405790	289.128,35
Año-20				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	93462,6	-9.026,97
Año-21				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-22				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-23				13.179,14	3.926,00		99.556,51	116.661,65	405790	289.128,35
Año-24				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-25				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	93462,6	-9.026,97
Año-26				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-27				13.179,14	3.926,00		99.556,51	116.661,65	405790	289.128,35
Año-28				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-29				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	405790	303.300,43
Año-30				13.179,14	3.926,00		85.384,43	102.489,57	93462,6	-9.026,97

Tabla 9. Flujos de caja en el caso de sufrir una helada cada 5 años

Ahora con los flujos de caja realizamos el análisis de inversión, calculando el VAN y TIR para ver la rentabilidad de este caso.

VAN	1.409.511,19	
TIR	14,53%	
Tasa de actualización	5,50%	
PayBack	7,81	7 años 9 meses y 25 días

Tabla 10. VAN, TIR y PayBack de la explotación para el caso en que sufrimos una helada cada 5 años

Como podemos apreciar en la Tabla 10, tendríamos un valor del VAN positivo superior a cero, lo que nos indica que la explotación seguiría siendo rentable. Para el TIR, tendríamos un valor de 14,53%, superior a la tasa de actualización. Por último, el *PayBack* aumentaría a 7 años 9 meses y 25 días.