



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

**PROYECTO DE PLANTACIÓN DE 20,43 HA
DE PISTACHOS CON RIEGO LOCALIZADO
EN EL T.M DE MORALEJA DE LAS
PANADERAS (VALLADOLID)**

Alumno/a: Carlos García López

Tutor/a: Jorge Martín García
Cotutor/a: Francisco Javier Sanz Ronda

SEPTIEMBRE DE 2025



Copia para el tutor/a

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Objeto del proyecto	3
2. Emplazamiento	3
3. Agentes.....	3
4. Antecedentes	3
4.1 Motivación	3
5. Bases del proyecto	4
5.1 Condicionantes del proyecto	4
5.1.1 Condicionantes internos.....	4
5.1.2 Situación actual	7
6. Estudio de las alternativas	8
6.1 Elección de material vegetal	8
6.2 Elección de portainjertos	8
6.3 Elección del diseño de la plantación.....	8
6.3.1 Disposición de la plantación	8
6.3.2 Elección de densidad y marco de plantación	8
6.3.3 Elección de la orientación de las filas	9
6.3.4 Elección del sistema de poda de formación	9
6.3.5 Elección del sistema de riego	9
6.3.6 Elección del sistema de mantenimiento del suelo.....	9
6.3.7 Elección del sistema de recolección	9
7. Ingeniería del proyecto.....	9
7.1 Ingeniería del proceso.....	9
7.1.1 Preparación del terreno	9
7.1.2 Replanteo y colocación de tuberías	10
7.1.3 Recepción y preparación del material vegetal	10
7.1.4 Plantación.....	10
7.1.5 Cuidados posteriores	10

7.1.6	Poda	11
7.1.7	Diseño agronómico del riego	11
7.1.8	Fertilización	12
7.1.9	Mantenimiento del suelo	13
7.1.10	Polinización	13
7.1.11	Tratamientos fitosanitarios	13
7.1.12	Aclareo	14
7.1.13	Necesidades del proceso productivo	14
8.	Ingeniería de las obras	14
8.1	Caseta de riego	14
8.2	Instalación de riego	15
9.	Programación de ejecución y puesta en marcha del proyecto	16
10.	Evaluación ambiental	16
11.	Evaluación económica del proyecto	17
11.1	Costes e inversiones	17
11.2	Ingresos y subvenciones	17
11.3	Parámetros financieros	17
11.4	Resultados del análisis	17
12.	Resumen del presupuesto	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla resumen de temperaturas mensuales	4
Tabla 2.	Nomenclatura de los términos de la tabla 1	4
Tabla 3.	Resultados análisis de suelo	6
Tabla 4.	Resultado del análisis del agua de riego	7
Tabla 5.	Resumen agronómico del riego	12
Tabla 6.	Resumen de necesidades y aportaciones de fertilización mineral	13
Tabla 7.	Resumen del presupuesto del proyecto	18

1. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño y planificación de la implantación de una plantación de pistacho de 20,43 hectáreas, en el término municipal de Moraleja de las Panaderas (Valladolid).

La actuación contempla la transformación de una parcela actualmente destinada a cultivos herbáceos de secano, mediante la introducción de un cultivo leñoso de alto valor añadido y larga vida útil, con el objetivo de mejorar la rentabilidad económica de la explotación y optimizar el uso de los recursos disponibles.

Para garantizar el desarrollo óptimo del cultivo, se proyecta un sistema de riego localizado por goteo, junto con la construcción de una caseta de riego.

2. Emplazamiento

La parcela donde se llevará a cabo el proyecto está ubicada en el término municipal de Moraleja de las Panaderas (Valladolid), dentro de la comarca Tierra de Medina.

La finca se encuentra en:

- Polígono 6 parcela 45.
- Polígono 6 parcela 44.
- Polígono 8 parcela 30.

3. Agentes

Los agentes implicados en el proyecto son:

- Promotor: María García López.
- Projectista y director de obra: Carlos García López.

4. Antecedentes

4.1 Motivación

La redacción del presente proyecto tiene la intención de aumentar la rentabilidad de la explotación agrícola, complementado esta nueva plantación con las que ya posee la explotación.

5. Bases del proyecto

5.1 Condicionantes del proyecto

5.1.1 Condicionantes internos

5.1.1.1 Clima

Se han utilizado datos recogidos en el observatorio de San Vicente del Palacio (Valladolid), situado a tan solo 6 kilómetros de la finca, durante el periodo 1990-2023.

Tabla 1. Tabla resumen de temperaturas mensuales

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Ta	38,7	34	24	18	17	24	27	31	37	40	43,5	42
Ta'	32,90	26,91	19,70	14,07	14,31	17,87	22,84	25,72	31,51	36,17	38,72	38,15
T	25,55	19,74	12,49	8,87	8,16	11,87	15,58	17,85	22,42	28,13	31,50	31,11
tm	17,98	13,55	7,88	4,92	4,11	6,30	9,26	11,34	15,32	20,07	22,54	22,25
t	10,54	7,34	3,26	0,96	0,08	0,69	2,93	4,79	8,20	11,95	13,56	13,36
ta'	4,96	0,75	-3,25	-5,60	-6,36	-4,86	-0,38	-1,70	1,99	6,60	8,70	8,15
ta	0	-3,5	-8	-12	-12	-10	-10	-5	-4	2,5	5	5,5

- Elementos climáticos térmicos

Tabla 2. Nomenclatura de los términos de la tabla 1

Ta	Tº máxima absoluta
Ta'	Media de Tº máximas absolutas
T	Tº media de las máximas
tm	Tº media mensual
t	Tº media de las mínimas
ta'	Media de Tº mínimas absolutas
ta	Tº mínima absoluta

El factor más limitante para el cultivo del pistacho es el periodo de heladas, ya que estas pueden afectar al periodo de floración, y de este modo afectar a la producción.

- Fecha más temprana de la primera helada: 18 de septiembre de 1992.
- Fecha más tardía de la primera helada: 26 de noviembre de 2022.
- Fecha más temprana de la última helada: 6 de marzo de 2011.
- Fecha más tardía de la última helada: 13 de mayo 1995.
- Fecha media de la primera helada: 31 de octubre.
- Fecha media de la última helada: 16 de abril.

Según estas estimaciones directas y el criterio de Emberguer el último día en el que las flores de los árboles se pueden ver comprometidas por heladas primaverales es el 5 de mayo.

La temperatura crítica que no soportan las flores es por debajo de $-1,5^{\circ}\text{C}$, la fecha en las que las heladas van a ser superiores a esa temperatura crítica es el 17 de marzo.

- **Elementos climáticos hídricos**

La pluviometría media de la zona en los años para los que se ha efectuado el estudio es de 397 mm anuales.

Los meses de mayor precipitación son mayo, octubre y noviembre.

- **Elementos climáticos secundarios**

Los vientos registrados de la zona no son un problema para la plantación ya que no son vientos fuertes, y la plantación se va a orientar para que los vientos dominantes de la zona, que son Oeste-Este no nos supongan un problema en la época de polinización.

5.1.1.2 Suelo

En la siguiente tabla están los resultados del análisis de suelo obtenidos en laboratorio.

Tabla 3. Resultados análisis de suelo

Determinación	Resultado	Método
Conductividad	0,21 mmho/cm	Potenciometría
pH 1/5 (en agua)	8,2	Potenciometría
Arcilla (<0,002 mm)	23,2%	Difractometría láser
Limo (0,05 – 0,002 mm)	40,1%	Difractometría láser
Arena (2-0,05 mm)	36,7%	Difractometría laser
Materia orgánica oxidable	1,86%	Volumetría
Caliza activa	12,2%	OXNH4 y Gasometría
Carbonatos	27,9%	Infrarrojos
Calcio asimilable	10,2 meq/100g de suelo	Cohex e ICP
Magnesio asimilable	0,50 meq/100g de suelo	Cohex e ICP
Capacidad total de cambio	12,3 meq/100g de suelo	Cohex y espectrofotometría
Calcio	3820 ppm	Mehlich 3 E ICP
Fosforo	3,6 ppm	Olsen E ICP
Magnesio	312 ppm	Mehlich 3 E ICP
Potasio	202 ppm	Mehlich 3 E ICP
Sodio	30 ppm	Mehlich 3 E ICP

Con estos datos y diferentes parámetros calculados en el Anejo I. CONDICIONANTES, se llega a la conclusión de que el suelo que presenta nuestra parcela es adecuado para la plantación de pistachos, ya que cumple los requisitos edáficos que necesitaría una plantación de pistachos para que esta fuera viable agrónomicamente.

5.1.1.3 Agua de riego

El agua que se va a utilizar para regar la plantación proviene de un pozo existente en la parcela. Se trata de un pozo de sondeo.

Se ha hecho un análisis de agua y la siguiente tabla se muestran los resultados.

Tabla 4. Resultado del análisis del agua de riego

CE	0,91 dS/m
pH	7,9
Bicarbonatos	4,12 meq/L
Carbonatos	0,00 meq/L
Cloruros	1,78 meq/L
Sulfatos	0,14 meq/L
Magnesio	3,52 meq/L
Calcio	3,68 meq/L
Sodio	3,5 meq/L
Potasio	0,20 meq/L
Dureza	36,38 ° HF
RAS	1,84

Con estos resultados se concluye que no existen limitaciones para su uso en el cultivo proyectado, siempre que se apliquen buenas prácticas de manejo y fertirrigación. Además, se recomienda la instalación de filtros y mantenimiento periódico para evitar la obturación de goteros y asegurar un funcionamiento óptimo del sistema de riego localizado por goteo.

5.1.2 Situación actual

La finca objeto del proyecto forma parte de una explotación agrícola de 200 hectáreas gestionada directamente por el promotor. La parcela destinada a la plantación de pistachos cuenta con 20,43 hectáreas y actualmente se dedica a cultivos de secano en rotación, principalmente trigo, guisante, cebada y girasol. En años anteriores la parcela fue de regadío, disponiendo de un pozo y acometida eléctrica; sin embargo, la caseta de riego se derrumbó y el pozo está en desuso.

La maquinaria disponible en la explotación es la habitual para cultivos herbáceos, incluyendo varios tractores, sembradora, pulverizador, abonadora y otros aperos, lo que permite realizar internamente la mayoría de las labores agrícolas, salvo la recolección que se contrata a terceros.

Desde el punto de vista económico, la explotación actual genera un beneficio medio anual aproximado de 6.968 €, con unos ingresos totales de 57.347 € y

unos gastos de 29.475 € durante los cuatro años del ciclo de rotación. A pesar de obtener un rendimiento aceptable, el potencial económico de la parcela se considera limitado, lo que motiva la búsqueda de un cultivo de mayor valor añadido.

En conclusión, la situación actual muestra una parcela productiva pero infrautilizada, con infraestructura de riego desaprovechada, lo que ofrece la oportunidad de reconvertirla en una plantación de pistachos que permita aumentar la rentabilidad y modernizar la explotación.

6. Estudio de las alternativas

6.1 Elección de material vegetal

La variedad femenina seleccionada es Kerman y Kastel, reconocidas por su alta calidad de fruto, tamaño y buena demanda comercial.

Para asegurar una polinización eficaz, se incorpora la variedad masculina, Peter como variedad mayoritaria, y se añaden otras dos variedades masculinas que son Guerrero y C Especial. Todas las variedades resultan compatibles con Kerman y Kastel, garantizando una producción óptima.

6.2 Elección de portainjertos

Se opta por el portainjerto UCB1, un híbrido de Pistacia atlantica × Pistacia integerrima, elegido por su vigor, tolerancia a la salinidad, resistencia a Verticillium y Armillaria, y buena adaptación a suelos calizos y con pH elevado, frecuentes en la zona del proyecto.

6.3 Elección del diseño de la plantación

6.3.1 Disposición de la plantación

La disposición será rectangular, permitiendo un mejor aprovechamiento del terreno, optimizando el paso de la maquinaria y la distribución de los árboles, y facilitando labores como la poda y la recolección mecanizada.

6.3.2 Elección de densidad y marco de plantación

Se establece un marco de 7 × 6 metros, logrando una densidad de plantación de 285 árboles/hectárea, desarrollo radicular, aireación del cultivo y facilidad de manejo. Este marco permite un crecimiento adecuado del árbol y espacio suficiente para la maquinaria.

6.3.3 Elección de la orientación de las filas

La orientación elegida es NNO-SSE en la cual se consigue una buena iluminación, es viable por su perpendicularidad a los vientos dominantes, y se consigue un aprovechamiento máximo del terreno.

6.3.4 Elección del sistema de poda de formación

Se empleará el sistema de vaso por pisos, el más adecuado para pistacho, que asegura una estructura robusta, buena aireación y luz en la copa, facilitando la recolección mecánica y manteniendo la sanidad del cultivo.

6.3.5 Elección del sistema de riego

Se instalará un sistema de riego localizado por goteo, elegido por su alta eficiencia en el uso del agua, compatibilidad con la fertirrigación, facilidad de automatización y reducción de evaporación, siendo ideal para zonas de clima continental con veranos secos.

6.3.6 Elección del sistema de mantenimiento del suelo

Se opta por un sistema mixto de cubierta vegetal espontánea en las calles y aplicación de herbicidas en la línea de plantación, lo que reduce la erosión, mejora la estructura del suelo, mantiene la humedad y disminuye la competencia de malas hierbas.

6.3.7 Elección del sistema de recolección

La recolección se realizará mediante vibrador de troncos con paraguas invertido, un sistema mecanizado que reduce significativamente la mano de obra, optimiza los tiempos de cosecha y mejora la eficiencia global de la explotación.

7. Ingeniería del proyecto

7.1 Ingeniería del proceso

7.1.1 Preparación del terreno

Se realizará un laboreo profundo mediante subsolado a 70 cm de profundidad, con un subsolador, en dos pasadas cruzadas. Esta labor se ejecutará en otoño-invierno, aprovechando el tempero del suelo, con el objetivo de mejorar la porosidad, la infiltración de agua y la aireación, facilitando el desarrollo radicular del pistacho.

Posteriormente, se hará un laboreo superficial antes de la plantación para eliminar malas hierbas y dejar el terreno limpio. No será necesario nivelar ni

realizar enmienda orgánica, ya que el análisis de suelo mostró buen contenido de materia orgánica.

7.1.2 Replanteo y colocación de tuberías

El replanteo definirá la ubicación exacta de los árboles. Primero se trazarán las calles de servicio y luego se marcarán las líneas de plantación, utilizando un tractor con guiado GPS para asegurar la alineación.

Se instalarán tuberías principales y secundarias en las cabeceras y calles, de las cuales saldrán las tuberías con goteros.

7.1.3 Recepción y preparación del material vegetal

Los plantones se reservarán con antelación mediante contrato con vivero, detallando especie, estado sanitario y número de plantas. Se solicitará un 1,5 % adicional para reposiciones.

Al recibirlos, se revisarán las condiciones del contrato y, si no se plantan inmediatamente, se almacenarán en lugar fresco y sombreado, manteniendo húmedo el cepellón.

7.1.4 Plantación

La plantación se realizará mecánicamente con máquina plantadora acoplada a un tractor. Tres operarios trabajarán en la operación: uno retirará la maceta del plantón, otro lo colocará en el surco y el tercero instalará un tutor de 1,5 m para garantizar estabilidad.

Se respetará el marco de 7 × 5 m, alcanzando una densidad de 285 árboles/ha.

7.1.5 Cuidados posteriores

Se aplicará un riego de asentamiento mediante las tuberías con goteros instaladas en superficie, cuya función será asentar el terreno alrededor del cepellón, eliminar bolsas de aire y favorecer la correcta hidratación de las raíces durante los primeros días.

En esta fase también se instalarán protectores de planta, que evitarán daños causados por fauna silvestre y protegerán el plantón frente a condiciones ambientales adversas, como vientos fuertes o heladas ligeras.

Durante el primer año se realizará una revisión periódica de las marras (plantones que no han prosperado), que serán sustituidas la primavera siguiente para mantener la densidad prevista en la plantación.

Asimismo, se mantendrá un control de malas hierbas en la línea de plantación mediante pases de cultivador o aplicación localizada de herbicida, reduciendo la

competencia por agua y nutrientes y favoreciendo el correcto enraizamiento de los árboles jóvenes.

7.1.6 Poda

Durante los primeros años se realiza la poda de formación siguiendo el sistema de vaso por pisos. Este tipo de poda permite un desarrollo equilibrado de la copa, facilita la aireación y la entrada de luz, y prepara al árbol para una recolección mecanizada eficiente. A medida que la plantación entra en producción, se efectúan podas de producción anuales, que regulan la carga de frutos, mantienen la estructura del árbol y evitan la vecería.

7.1.7 Diseño agronómico del riego

7.1.7.1 Cálculo de necesidades de riego

Las necesidades hídricas de la plantación se calcularon a partir de los datos climáticos de la zona, empleando la evapotranspiración de referencia (ET_o) y el coeficiente de cultivo (K_c) del pistacho. Se consideraron además las eficiencias del sistema de riego y el porcentaje de superficie mojada. Con ello se determinó la dotación de agua necesaria por árbol y por mes, estableciendo que los meses de mayor consumo corresponden a junio, julio y agosto. Para ajustar la cantidad de agua a la edad de la plantación, se aplican factores de corrección, comenzando con el 30 % de las necesidades totales en el primer año y aumentando progresivamente hasta el 100 % a partir del octavo año.

7.1.7.2 Cálculo de emisores y caudal del emisor

Se seleccionaron goteros autocompensantes, que mantienen un caudal constante independientemente de variaciones de presión. El número de emisores por árbol se dimensionó según el volumen de agua requerido, la separación del marco de plantación y el caudal individual de cada gotero. La instalación prevé dos ramales por fila de árboles para mejorar la uniformidad de riego, garantizando que toda la zona radicular reciba la cantidad de agua necesaria.

7.1.7.3 Intervalo entre riegos y tiempo de riego

Con base en el cálculo de las necesidades netas de agua, el caudal de cada emisor y la distribución de goteros, se determinó el intervalo de riego, evitando tanto el déficit hídrico como el exceso de humedad.

El tiempo de riego diario se ajusta mensualmente, siendo menor en primavera y otoño y alcanzando su máximo en los meses de verano. La programación del sistema se realizará mediante un programador automático, que regulará la

apertura de válvulas y el funcionamiento del grupo de bombeo, optimizando así el uso del recurso hídrico.

7.1.7.4 Resumen del diseño agronómico del riego

Tabla 5. Resumen agronómico del riego

		mayo	junio	julio	agosto	septiembre
1º año (30% Nt)	Nt (L/árbol*día)	8,05	28,31	35,81	31,26	13,16
	t (h/día)	0,34	1,18	1,49	1,30	0,55
2º año (40% Nt)	Nt (L/árbol*día)	10,73	37,75	47,75	41,68	17,55
	t (h/día)	0,45	1,57	1,99	1,74	0,73
3º año (50% Nt)	Nt (L/árbol*día)	13,42	47,19	59,69	52,10	21,94
	t (h/día)	0,56	1,97	2,49	2,17	0,91
4º año (60% Nt)	Nt (L/árbol*día)	16,10	56,62	71,62	62,51	26,32
	t (h/día)	0,67	2,36	2,98	2,60	1,10
5º año (70% Nt)	Nt (L/árbol*día)	18,78	66,06	83,56	72,93	30,71
	t (h/día)	0,78	2,75	3,48	3,04	1,28
6º año (80% Nt)	Nt (L/árbol*día)	21,46	75,50	95,50	83,35	35,10
	t (h/día)	0,89	3,15	3,98	3,47	1,46
7º año (90% Nt)	Nt (L/árbol*día)	24,15	84,93	107,43	93,77	39,48
	t (h/día)	1,01	3,54	4,48	3,91	1,65
8º año (100% Nt)	Nt (L/árbol*día)	65,51	120,94	131,85	113,62	69,45
	t (h/día)	1,12	3,93	4,97	4,34	1,83

7.1.8 Fertilización

Para el manejo del cultivo se plantea utilizar fertilización mineral vía fertirrigación, que permitirá ajustar con precisión las dosis de nutrientes en función de las necesidades del pistacho en cada etapa de crecimiento. Se priorizarán macronutrientes esenciales (N, P, K) y, cuando sea necesario, se aplicarán micronutrientes como hierro, boro y cobre para evitar carencias.

Tabla 6. Resumen de necesidades y aportaciones de fertilización mineral

Elementos	Necesidades		Aportaciones
Nitrógeno	Años 0-6	35 kg/ha	35 kg/ha
	Años 7-10	50 kg/ha + 30 kg/ha	50 kg/ha + 30 kg/ha
	Años 11- En adelante	90 kg/ha	90 kg/ha
Fósforo	Años 0-6	12 kg/ha	12 kg/ha
	Años 7-En adelante	12 kg/ha + 2 kg/ha por t de fruto	12 kg/ha + 2 kg/ha por t de fruto
Potasio	Años ON	30 kg/ha	30 kg/ha
	Años OFF	75 kg	75 kg

7.1.9 Mantenimiento del suelo

El mantenimiento del suelo se llevará a cabo mediante un sistema mixto que combina el uso de herbicidas en la línea de los árboles con el mantenimiento de una cubierta vegetal espontánea en las calles de la plantación.

Este sistema permite que la maquinaria pueda circular durante todo el año, mejora la estructura superficial del suelo y evita procesos de erosión. Para controlar la vegetación en las calles, se realizarán siegas periódicas utilizando una trituradora-desbrozadora acoplada al tractor.

En la línea de cultivo se utilizarán herbicidas a partir del tercer año, estando este incluido, para evitar el crecimiento de la cubierta. Se utilizará glifosato, siempre respetando las medidas de seguridad y sin dañar el cultivo de pistacho.

7.1.10 Polinización

El árbol del pistacho es una especie dioica que necesita árboles masculinos para la polinización.

El polinizador principal de la plantación será Peter, junto con C-Especial como polinizador temprano y Guerrero como polinizador temprano.

Existe la posibilidad de usar polinización artificial en años de escasez de polen.

7.1.11 Tratamientos fitosanitarios

En la plantación de pistacho prevista, la incidencia de plagas y enfermedades será baja gracias a las condiciones climáticas de la zona, caracterizadas por veranos secos y calurosos. Aun así, existe la posibilidad de aparición de insectos como chinches, barrenillos o cochinillas, así como enfermedades fúngicas como Verticillium o Alternaria. Para su control, se aplicará una estrategia de lucha

integrada, basada en la vigilancia continua del cultivo, el uso de material vegetal certificado y resistente, y la aplicación de productos fitosanitarios únicamente cuando resulte necesario y siguiendo las recomendaciones técnicas y la normativa vigente. Con ello, se busca garantizar una producción sana y sostenible, minimizando el uso de productos químicos.

7.1.12 Aclareo

Durante los primeros años de producción, si los árboles jóvenes presentan un exceso de carga de frutos, se llevará a cabo un aclareo manual. Esta labor tiene como objetivo evitar daños en ramas poco desarrolladas, disminuir la alternancia de cosechas y mejorar tanto el tamaño como la calidad final del pistacho.

7.1.13 Necesidades del proceso productivo

7.1.13.1 Maquinaria

La explotación dispone de la maquinaria necesaria para la mayoría de las labores que requiere la plantación de pistachos. Entre los equipos principales se incluyen tractores, cultivadores, abonadoras, pulverizadores y equipos de siega, que permiten realizar internamente labores de preparación del terreno, control de malas hierbas, fertilización y tratamientos fitosanitarios.

Para operaciones específicas que no se realizan de forma habitual, como la plantación mecanizada, se optará por alquiler o contratación de servicios externos, evitando así una inversión elevada en maquinaria de uso esporádico.

Sin embargo, para la recolección con vibrador y paraguas invertido se opta por la compra de estos equipos.

8. Ingeniería de las obras

8.1 Caseta de riego

La caseta de riego proyectada tendrá unas dimensiones de 6,00x5,00 m de ancho, con una altura superior de 3,00 m y una inferior de 2,30 m, lo que proporciona un espacio suficiente para albergar la bomba, el cabezal de riego y los depósitos de fertilizantes necesarios para la fertirrigación.

La cimentación estará compuesta por una losa de hormigón armado HA-25/P/20/I, con un refuerzo de 100 kg/m³ de acero B-500-S, y unas medidas de 7,00 x 6,00 x 0,30 m, asentada sobre una superficie de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza.

Los cerramientos se construirán con bloques de hormigón de 40 x 20 x 20 cm, caravista en color crema y acabado rugoso, ofreciendo resistencia y durabilidad.

La cubierta será a un agua, con fabricada de panel sándwich aislante de acero de 50 mm de espesor, formado por doble cara metálica, colocado sobre correas metálicas de perfil Z apoyadas directamente sobre el muro de bloques de hormigón y dejando un vuelo de 15 cm en la altura inferior.

La caseta contará con una puerta abatible de chapa de acero galvanizado de 2,50 x 2,20 m, y una ventana corredera de aluminio de 1,50 x 0,75 m con vidrio simple, que garantizará ventilación e iluminación natural.

Estos materiales y dimensiones aseguran una construcción sólida, con aislamiento térmico adecuado, resistente a las inclemencias del tiempo y perfectamente adaptada a las necesidades del sistema de riego de la plantación.

8.2 Instalación de riego

a instalación de riego se proyecta como un sistema completo de riego localizado por goteo, diseñado para cubrir las necesidades hídricas del pistacho y optimizar el uso del agua y fertilizantes.

El sistema se organiza en subunidades de riego para permitir una mejor distribución y control del agua. Los ramales portagoteros están fabricados con tubería de polietileno de baja densidad de 16 mm, conectados a la tubería general de cada sector, e incluyen piezas de unión y accesorios. Cada árbol contará con goteros autocompensantes de 4 l/h, que aseguran un caudal constante y homogéneo.

Las tuberías terciarias están instaladas bajo tierra, y se encargan de abastecer de agua a los ramales portagoteros. El material de estas tuberías es PE y tienen un diámetro comercial de 90 mm.

El cabezal de riego integra filtros de arena y de malla para la limpieza del agua, depósitos para fertilizantes (3 de 1000 litros cada uno y dos de 500 litros cada uno) y un inyector de fertilizantes tipo venturi, lo que permite realizar fertirrigación controlada.

La bomba de impulsión, conectada al pozo, garantiza la presión y caudal adecuados para toda la instalación. La valvulería y accesorios incluyen ventosas, válvulas de compuerta, de retención y de mariposa, así como manómetros y tomas rápidas para control de presión.

Este diseño permite un riego eficiente, ajustado a las necesidades del cultivo, y asegura la posibilidad de automatizar tanto el riego como la aplicación de nutrientes.

9. Programación de ejecución y puesta en marcha del proyecto

La ejecución de las obras comenzará una vez concedidos los permisos y seleccionados los contratistas.

En el Anejo PROGRAMACIÓN DE EJECUCION se presenta el diagrama de Gantt y un pequeño resumen del proceso de ejecución.

10. Evaluación ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental analiza los efectos potenciales del proyecto de implantación de una plantación de 20,43 ha de pistachos con riego localizado en Moraleja de las Panaderas (Valladolid).

En cuanto a la legislación aplicable, el proyecto se evalúa bajo la Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental, que establece que no es necesario realizar una evaluación ambiental ordinaria ni simplificada al no encontrarse el proyecto incluido en los Anexos I y II de la ley. Asimismo, según el Decreto Legislativo 1/2015 de Castilla y León, el proyecto tampoco requiere evaluación de impacto ambiental ni autorización ambiental, pero sí está sujeto a comunicación ambiental (Anexo III, punto 2.7: actividades de almacenamiento de equipos y productos agrícolas).

El estudio detalla las acciones del proyecto durante las fases de construcción, explotación y desmantelamiento, identificando los principales impactos potenciales (residuos, vertidos y emisiones), aunque todos ellos son considerados de baja magnitud, temporales y reversibles. No se afecta a espacios naturales protegidos ni a especies de flora y fauna amenazadas.

Se establecen medidas preventivas y correctoras para minimizar los impactos sobre suelo, agua, atmósfera, flora, fauna y medio socioeconómico. Entre ellas: gestión adecuada de residuos, uso responsable de fitosanitarios, protección de fauna, respeto a elementos patrimoniales y protocolos en caso de hallazgos arqueológicos.

Finalmente, se concluye que el proyecto es ambientalmente viable.

11. Evaluación económica del proyecto

El Anejo de Estudio Económico tiene como objetivo valorar la viabilidad financiera del proyecto de plantación de pistachos mediante el programa VALPROIN.

Se analizan los parámetros clave de inversión: pago inicial de 348.612 €, vida útil del proyecto estimada en 50 años y flujos de caja generados por la diferencia entre cobros.

11.1 Costes e inversiones

- Inversión inicial: incluye la caseta de riego (7.824 €), instalación de riego (61.008 €), plantación (125.419 €), maquinaria (29.130 €), honorarios y otros gastos, alcanzando un total de 348.612 €.
- Pagos ordinarios: comprenden maquinaria, materias primas (fertilizantes, fitosanitarios) y servicios externos (podas, transporte). Se estima que estos pagos ascienden progresivamente desde 12.894 €/año en los primeros años hasta 26.540 €/año en producción plena.
- Pagos extraordinarios: no se prevé renovación de instalaciones ni maquinaria durante la vida útil.

11.2 Ingresos y subvenciones

- Se consideran subvenciones anuales por cultivo de frutos de cáscara de 2.466 €/año.
- Los ingresos por venta de pistachos se estiman en función de rendimientos crecientes, alcanzando la plena producción (100 %) en el año 10 con 208.386 €/año.

11.3 Parámetros financieros

Se pedirá un préstamo de 200.00€ al 3,5% a devolver en 10 años. La tasa de inflación media es del 1,96%, mientras que el incremento medio de precios percibidos y pagados es de 4,86% y de 3,22% respectivamente.

11.4 Resultados del análisis

Los resultados del análisis económico muestran que durante los tres primeros años de implantación el proyecto presenta flujos de caja negativos debido a la inversión inicial y a la falta de producción. A partir del cuarto año, los flujos de caja comienzan a ser positivos gracias a la entrada progresiva en producción de los pistacheros, alcanzando su máximo rendimiento a partir del décimo año.

Con los parámetros financieros considerados y aplicando una tasa de actualización del 5 %, se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de 3.979.028 €, lo que indica que la inversión genera beneficios netos superiores al coste del

capital. La Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto es del 27,17 %, muy por encima de la tasa de actualización, lo que confirma la rentabilidad de la inversión.

El periodo de recuperación de la inversión, o payback, se sitúa en 8 años, momento a partir del cual el proyecto comienza a generar beneficios netos anuales de forma sostenida. Además, el análisis de sensibilidad demuestra que el proyecto sigue siendo rentable, ya que el VAN se mantiene positivo y la TIR superior a 5 %.

12. Resumen del presupuesto

Tabla 7. Resumen del presupuesto del proyecto

Capítulo	Importe (€)
Caseta de riego	7.824,04
Instalación de riego	61.008,10
Plantación	125.419,10
Maquinaria y equipos	29.130,85
Seguridad y salud	180,06
Estudio geotécnico	1.946,01
Presupuesto de ejecución material (P.E.M)	225.508,16
13% de gastos generales	29.316,0608
6 % de beneficio industrial	13.530,4896
Suma	268.354,71
21 % I.V.A	67.088,6776
Presupuesto de ejecución por contrata (P.E.C)	335.443,39
Honorarios y licencias	
Proyectista (2% sobre P.E.M)	4.510,16
I.V.A (21%)	947,13
Dirección de obra (2% sobre P.E.M)	4.510,16
I.V.A (21%)	947,13
Coordinador de seguridad y salud (1% sobre P.E.M)	2.255,08
Total de honorarios y licencias	13.169,68
Presupuesto de ejecución por contrata (P.E.C)	335.443,39
Honorarios y licencias	13.169,00
Presupuesto TOTAL	348.612,39

En Medina del Campo, julio de 2025

Fdo.: Carlos García López

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJOS A LA MEMORIA

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE DE ANEJOS

Anejo I. Condicionantes.

Anejo II. Situación actual.

Anejo III. Estudio de las alternativas.

Anejo IV Ficha urbanística.

Anejo V. Ingeniería del proceso.

Anejo VI. Estudio geotécnico.

Anejo VII. Ingeniería de las obras.

Anejo VIII. Estudio de impacto ambiental.

Anejo IX. Programación de la ejecución.

Anejo X. Estudio de seguridad.

Anejo XI. Estudio económico.

ANEJO I: CONDICIONANTES

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

INDICE ANEJO I

1.	Estudio climático	4
1.1.	Elección del observatorio	4
1.1.2.	Datos de localización del observatorio son los siguientes:	4
1.2.	Elementos climáticos térmicos	4
1.2.1.	Cuadro resumen de temperaturas	4
1.3.	Continentalidad	5
1.3.1.	Índice de GORZYNSKY	5
1.3.2.	Índice de KERNER	6
1.4.	Régimen de heladas.	7
1.4.1.	Estimaciones directas.	7
1.4.2.	Estimaciones indirectas.	10
1.5.	Estudio de los vientos.	11
1.6.	Elementos climáticos hídricos	13
1.6.1.	Estudio de la dispersión: método de los quintiles.	13
1.6.2.	Representaciones gráficas.	14
1.7.	Representaciones mixtas.	16
1.7.1.	Diagrama Ombrotermico.	16
1.7.2.	Diagrama de termohietas.	17
1.8.	Clasificación de Köppen.	18
1.9.	Índices climáticos.	21
1.9.1.	Índice de Lang	21
1.9.2.	Índice de Martonne.	22
1.9.3.	Índice de Emberguer.	23
1.10.	Conclusiones.	24
2.	Estudio edafológico.	25
2.1.	Resultados de los análisis.	25
2.2.	Interpretación de los resultados.	25
2.2.1.	Características físicas.	25

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

2.2.1.1. Profundidad.....	25
2.2.1.2. Textura.....	26
2.2.1.3. Estructura.....	27
2.2.1.4. Permeabilidad.....	27
2.2.2. Características químicas.....	27
2.2.2.1. Alcalinidad y pH.....	27
2.2.2.1. Salinidad.....	28
2.2.2.2. Fertilidad.....	28
2.2.3. Relaciones suelo-agua.....	29
2.2.3.1. Capacidad de campo.....	29
2.2.3.2 Punto de marchitez.....	30
2.2.3.2. Agua útil.....	30
2.3. Conclusiones.....	30
3. Análisis de agua de riego.....	31
3.1. Resultado de los análisis.....	31
3.2. Salinidad.....	31
3.3. pH.....	31
3.4. Sodicidad.....	32
3.5. Precipitación de sales y obturaciones.....	32
3.6. Dureza.....	33
3.7. Clasificación Riverside.....	34
4. Estudio de comercialización.....	35
4.1. Comercialización del pistacho.....	35
4.2. Descripción del canal de comercialización.....	36
4.3. Situación del mercado del pistacho a nivel mundial.....	38
4.4. Situación del mercado del pistacho en la Unión Europea.....	39
4.5. Situación del mercado del pistacho en España.....	39
4.6. Conclusiones.....	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Nomenclatura de los términos de la ilustración 1.	5
Tabla 2. Periodo de heladas según el método Emberguer.	11
Tabla 3. Precipitación media por quintiles	13
Tabla 4. Intervalo de precipitaciones y número de años.....	15
Tabla 5. Precipitaciones y temperaturas medias.	16
Tabla 6. Temperaturas y precipitaciones medias.	17
Tabla 7. Temperaturas y precipitaciones medias.	18
Tabla 8. Grupo climático.	19
Tabla 9. Subgrupo climático.	19
Tabla 10. Subdivisión climática.....	20
Tabla 11. Temperaturas medias, precipitaciones medias y precipitación anual y temperatura media anual.....	21
Tabla 12. Resultados de los análisis.	25
Tabla 13. Niveles de materia orgánica en suelo.	28
Tabla 14. Niveles fosforo en el suelo.	28
Tabla 15. Niveles de potasio en el suelo.	29
Tabla 16. Resultado análisis de agua de riego	31
Tabla 17. Niveles de RAS.....	32
Tabla 18. Niveles del contenido de sales en el suelo.	33
Tabla 19. Niveles de contenido de calcio en el suelo.	34
Tabla 20. Clasificación Riverside.....	35

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cuadro de temperaturas.	4
Ilustración 2. Resumen de temperaturas.....	5
Ilustración 3. Cuadro de las primeras heladas	8
Ilustración 4. Cuadro de las últimas heladas.	9
Ilustración 5.	10
Ilustración 6. Datos de los vientos de la zona.	12
Ilustración 7. Dirección de los vientos dominantes.	12
Ilustración 8. Precipitación media mensual por quintiles.	14
Ilustración 9. Precipitación media mensual por quintiles.	14
Ilustración 10. Histograma de precipitaciones y número de años.	15
Ilustración 11. Diagrama Ombrotermico.	17
Ilustración 12. Diagrama de termohietas.....	18
Ilustración 13. Gráfico para índice de Emberguer.	23
Ilustración 14. Triangulo U.S.D.A con la marca de la textura de nuestro suelo.....	26

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

1. Estudio climático

1.1. Elección del observatorio

El observatorio elegido para obtener los datos de temperatura y precipitación ha sido el ubicado en la población de San Vicente del Palacio. Esta localidad se encuentra a 65 km de la capital de la provincia (Valladolid) y a unos escasos 6 km de Moraleja de las Panaderas.

1.1.2. Datos de localización del observatorio son los siguientes:

- Nombre: San Vicente del Palacio
- Tipo de observatorio: Termo-pluviométrico
- Indicativo: 2519
- Altitud: 746 m.s.n.m
- Longitud: 4° 51' 12"
- Latitud: 41° 13' 1"

1.2. Elementos climáticos térmicos

1.2.1. Cuadro resumen de temperaturas

El estudio de temperaturas se ha hecho para un periodo de 33 años, desde 1990 hasta 2023.

Ilustración 1. Cuadro de temperaturas.

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Ta	38,7	34	24	18	17	24	27	31	37	40	43,5	42
Ta'	32,90	26,91	19,70	14,07	14,31	17,87	22,84	25,72	31,51	36,17	38,72	38,15
T	25,55	19,74	12,49	8,87	8,16	11,87	15,58	17,85	22,42	28,13	31,50	31,11
tm	17,98	13,55	7,88	4,92	4,11	6,30	9,26	11,34	15,32	20,07	22,54	22,25
t	10,54	7,34	3,26	0,96	0,08	0,69	2,93	4,79	8,20	11,95	13,56	13,36
ta'	4,96	0,75	-3,25	-5,60	-6,36	-4,86	-0,38	-1,70	1,99	6,60	8,70	8,15
ta	0	-3,5	-8	-12	-12	-10	-10	-5	-4	2,5	5	5,5

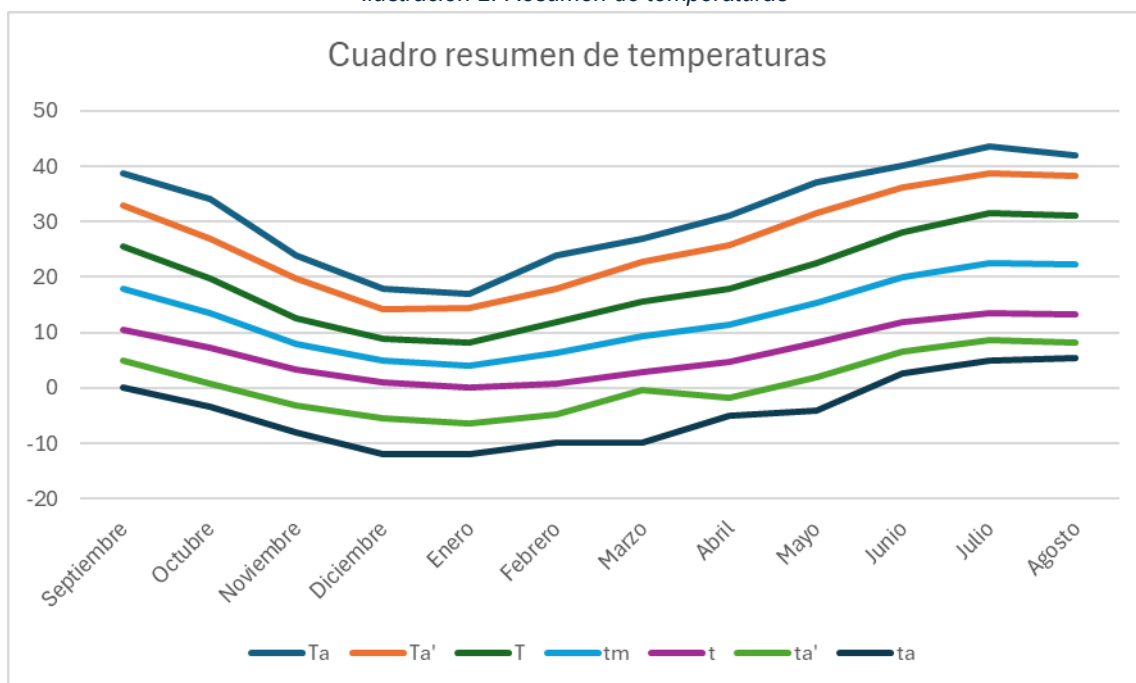
Fuente: elaboración propia

Tabla 1. Nomenclatura de los términos de la ilustración 1.

Ta	Tº máxima absoluta
Ta'	Media de Tº máximas absolutas
T	Tº media de las máximas
tm	Tº media mensual
t	Tº media de las mínimas
ta'	Media de Tº mínimas absolutas
ta	Tº mínima absoluta

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 2. Resumen de temperaturas



Fuente: elaboración propia

1.3. Continentalidad

1.3.1. Índice de GORZYNSKY

Se calcula como:

$$I_g = 1'7 [(tm_{12} - tm_1)/\text{sen } \phi] - 20'4$$

La clasificación es la siguiente:

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

$I_g < 10$: Marítimo.

10 – 20: Semi-marítimo.

20 – 30: Continental.

$I_g > 30$: Muy continental.

Siendo $\varnothing$: latitud = $41^\circ 13' 1''$

tm_{12} : temperatura media del mes más cálido = $22,54^\circ\text{C}$

tm_1 : temperatura media del mes más frío = $4,11^\circ\text{C}$

Por tanto;

$$I_g = 1'7 [(22,54 - 4,11) / \text{sen}(41,13)] - 20'4 = 27,23$$

Según Gorzysky el clima es continental ya que se encuentra entre los valores 20 y 30

1.3.2. Índice de KERNER

Se calcula como:

$$I_k = 100 * ((tm_x - tm_{iv}) / tm_{12} - tm_1)$$

La clasificación es la siguiente:

> 26 : Marítimo.

18 – 26: Semi-marítimo.

10 – 18: Continental.

< 10 : Muy continental.

Siendo tm_x : Temperatura media de octubre = $13,55^\circ\text{C}$

tm_{iv} : temperatura media de abril = $11,34^\circ\text{C}$

tm_{12} : temperatura media del mes más cálido = $22,54^\circ\text{C}$

tm_1 : temperatura media del mes más frío = $4,11^\circ\text{C}$

Por tanto;

$$I_k = 100 * ((13,55 - 11,34) / 22,54 - 4,11) = 11,99.$$

Según Kerner el clima es continental ya que se encuentra entre los valores 10 y 18.

Ambos índices, tanto el de Gorzysky como el de Kerner coinciden en que la zona de estudio tiene un clima de carácter continental.

1.4. Régimen de heladas.

1.4.1. Estimaciones directas.

Se han cogido los datos del observatorio seleccionado para hacer el estudio de heladas desde el año 1990 hasta 2023, por lo tanto, se han analizado 23 años completos.

- Fecha más temprana de la primera helada: 18 de septiembre de 1992.
- Fecha más tardía de la primera helada: 26 de noviembre de 2022.
- Fecha más temprana de la última helada: 6 de marzo de 2011.
- Fecha más tardía de la última helada: 13 de mayo 1995.
- Fecha media de la primera helada: 31 de octubre.
- Fecha media de la última helada: 16 de abril.

Los periodos resultantes son:

- Periodo medio de heladas: 31 de octubre – 16 de abril.
- Periodo máximo de heladas: 18 de septiembre – 13 de mayo.
- Periodo mínimo de heladas: 26 de noviembre – 6 de marzo.

Ilustración 3. Cuadro de las primeras heladas

	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
1990		8	13	1	3	18	2	10				
1991		7	6	13	1	4	31	1	6			
1992			1	8	1	1	8	6				
1993		22	9	10	1	7	1	1				
1994	18		15	23	7	1	25	2				
1995			5	6	2	2	14	17	13			
1996		31	3	7	13	8	1	3				
1997		30	23	6	2	4	12		8			
1998		20	5	1	1	4	12	12	4			
1999			3	1	1	2	1	11				
2000			10	16	1	3	2	1				
2001			1	2	7	8		11	1			
2002			25	5	6	2	1	3	4			
2003		26	2	2	10	1	8	5				
2004			8	5	3	8	1	9	8			
2005			6	1	3		1	9				
2006			14	9	2	1	1	11				
2007		27	1	1	3	1	5	1				
2008		24	13	1	1	7	4	5				
2009		16	24	13	4	7	3	1				
2010		18	16	3	7	1	8	5				
2011		21	25	1	3	1	1					
2012			x	x	3	1	5					
2013			15	1	2	3	1	6				
2014			10	5	10	2	14					
2015		15	22	1	1	1	5	2				
2016			7	8	12	4		1				
2017		30	6	1	1	5	12	28	1			
2018		28	28	10	7	2	21					
2019			16	3	1	2	1	4				
2020			21	1	1	5	7	1				
2021		23	4	1	1	14	9	4				
2022			26	1	1	1	5	2				
2023			23	3	3	1	1	2				

Fuente: Elaboración propia a través de datos AEMET.

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Ilustración 4. Cuadro de las últimas heladas.

	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto
1990		8	30	26	31	18	29	23				
1991		23	24	31	30	25	31	26	12			
1992			30	31	31	23	16	29				
1993		23	27	23	31	28	31	3				
1994	18		27	27	31	16	25	20				
1995			6	17	19	28	30	23	13			
1996		31	29	31	30	27	17	3				
1997		31	23	24	29	27	30		8			
1998		20	30	31	31	25	18	18	4			
1999			28	31	31	19	27	18				
2000			18	28	31	27	29	15				
2001			30	28	30	28	x	30	5			
2002			25	16	31	23	25	10	5			
2003		26	18	29	31	21	20	9				
2004			29	30	29	29	29	23	8			
2005			30	28	31		12	13				
2006			30	29	31	28	10	11				
2007		27	30	31	31	26	25	5				
2008		29	29	27	31	16	31	15				
2009		19	25	27	21	25	31	2				
2010		27	29	27	30	20	16	5				
2011		21	30	31	31	28	6					
2012					31	28	22					
2013			30	30	29	28	15	28				
2014			10	31	30	23	27					
2015		15	30	27	28	24	25	5				
2016			15	31	19	29	X	2				
2017		30	30	25	27	24	24	28	1			
2018		29	29	31	31	27	22					
2019			19	31	26	16	26	12				
2020			30	31	23	27	31	1				
2021		24	30	31	20	28	27	18				
2022			30	5	31	28	12	24				
2023			26	29	31	28	27	19				

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

1.4.2. Estimaciones indirectas.

EMBERGUER

Ilustración 5.

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
t	10,54	7,34	3,26	0,96	0,08	0,69	2,93	4,79	8,20	11,95	13,56	13,36
ta'	4,96	0,75	-3,25	-5,60	-6,36	-4,86	-0,38	-1,70	1,99	6,60	8,70	8,15

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET

Periodo de heladas seguras ($t \leq 0^{\circ}\text{C}$)

No hay ningún mes en el que la temperatura media de las mínimas diarias descienda por debajo de 0°C , por lo que no hay ningún periodo de heladas seguras.

Periodo de heladas muy probables ($0 < t \leq 3^{\circ}\text{C}$)

Comienzo del periodo:

Noviembre: $3,26^{\circ}\text{C}$

Diciembre: $0,96^{\circ}\text{C}$

$$\frac{3,26 - 0,96}{30} = \frac{3,26 - 3}{x}$$

$$x = 3,39 \approx 3$$

El primer día del periodo es: 15 de noviembre + 3 = 18 de noviembre.

Final del periodo

Marzo: $2,93^{\circ}\text{C}$

Abril: $4,79^{\circ}\text{C}$

$$\frac{2,93 - 4,79}{31} = \frac{2,93 - 3}{x}$$

$$x = 1,16 \approx 2$$

El último día del periodo es: 15 de marzo + 2 = 17 de marzo.

Periodo de heladas probables ($3 < t \leq 7^{\circ}\text{C}$)

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Comienzo del periodo

Octubre: 7,34°C

Noviembre: 3,26°C

$$\frac{7,34 - 3,26}{31} = \frac{(7,34 - 7)}{x}$$

$$x = 2,58 \approx 2$$

El primer día del periodo es: 15 octubre + 2 = 17 de octubre.

Final del periodo

Abril: 4,79°C

Mayo: 8,20°C

$$\frac{4,79 - 8,20}{30} = \frac{4,79 - 7}{x}$$

$$x = 19,44 \approx 20$$

El último día del periodo es: 15 de abril + 20 = 5 de mayo.

Tabla 2. Periodo de heladas según el método Emberguer.

Emberguer	Comienzo	Final	Duración
Periodo de heladas seguras	-	-	-
Periodo de heladas muy probables	18 noviembre	17 marzo	121 días
Periodo de heladas probables	17 octubre	5 mayo	81 días
Periodo libre de heladas	5 mayo	16 octubre	163 días

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET

1.5. Estudio de los vientos.

El viento es un factor importante, ya que este, va a influir directamente en la polinización, y en el buen desarrollo de las plantas. Un viento muy intenso y constante nos puede llegar quebrar árboles.

Ha continuación se muestran datos de los vientos más representativos de la zona.

Ilustración 6. Datos de los vientos de la zona.

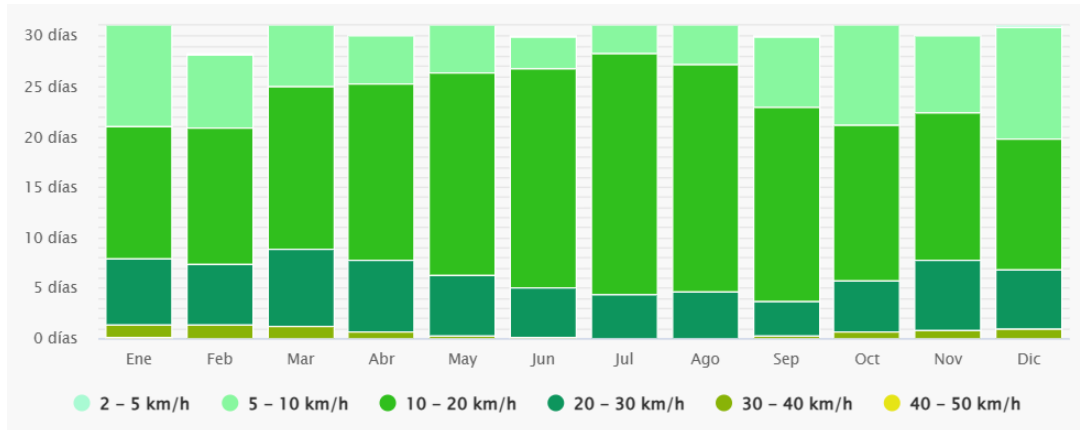
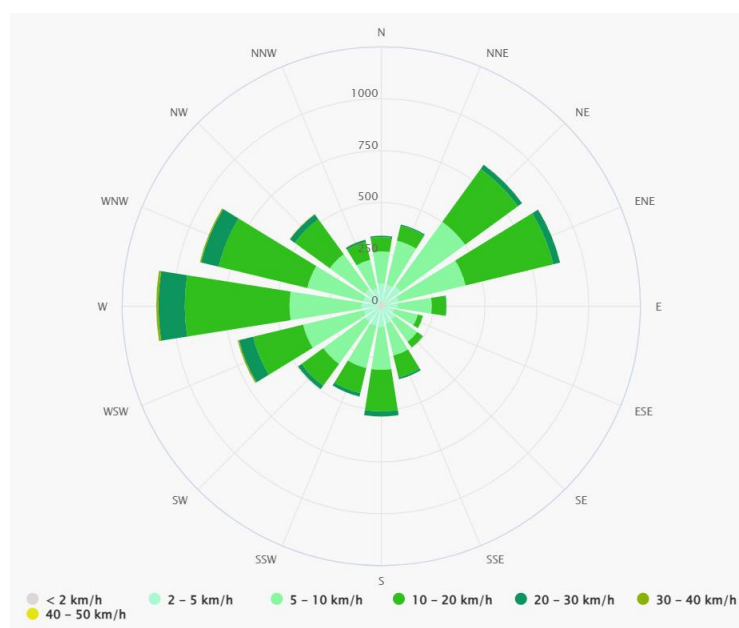


Ilustración 7. Dirección de los vientos dominantes.



Como se puede observar en la anterior imagen los vientos dominantes de la zona son Oeste-Este.

1.6. Elementos climáticos hídricos

1.6.1. Estudio de la dispersión: método de los quintiles.

Aplicando la fórmula de los quintiles tras tener los datos mensuales de precipitaciones desde el año 1990, hasta el 2023 ordenados de menor a mayor podemos sacar los quintiles de nuestro estudio.

Siendo la fórmula:

$$(n/5) \cdot i = x$$

Siendo:

n el número de años de la serie (en nuestro caso 34).

i el número de orden del quintil

Para x siendo un decimal:

$$Q_i = V_Y \quad \text{Redondeando hacia el número entero superior.}$$

Obtenemos la siguiente tabla:

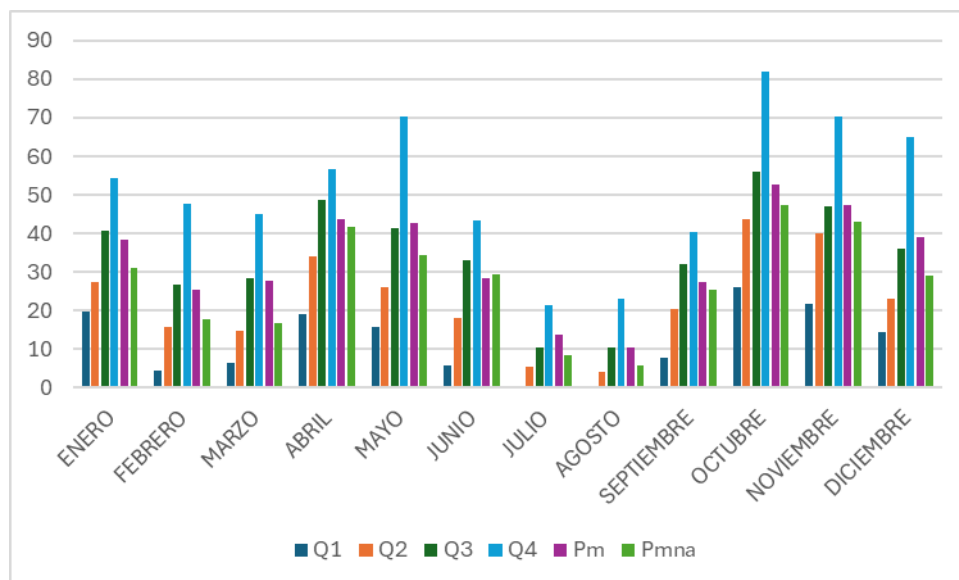
Tabla 3. Precipitación media por quintiles

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Q1	19,8	4,3	6,5	19,1	15,7	5,9	0	0	7,6	26	21,6	14,4
Q2	27,4	15,6	14,6	33,9	26,2	18	5,4	4	20,4	43,6	40	22,9
Q3	40,6	26,6	28,5	48,8	41,5	33	10,5	10,5	32,1	55,9	47	36
Q4	54,4	47,8	45	56,8	70,3	43,2	21,5	23,2	40,5	81,9	70,2	64,9
Pm	38,4	25,3	27,77	43,71	42,75	28,4	13,8	10,43	27,34	52,79	47,46	39,1
Pmna	31,2	17,7	16,85	41,75	34,3	29,4	8,35	5,85	25,25	47,2	42,9	29,1

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET

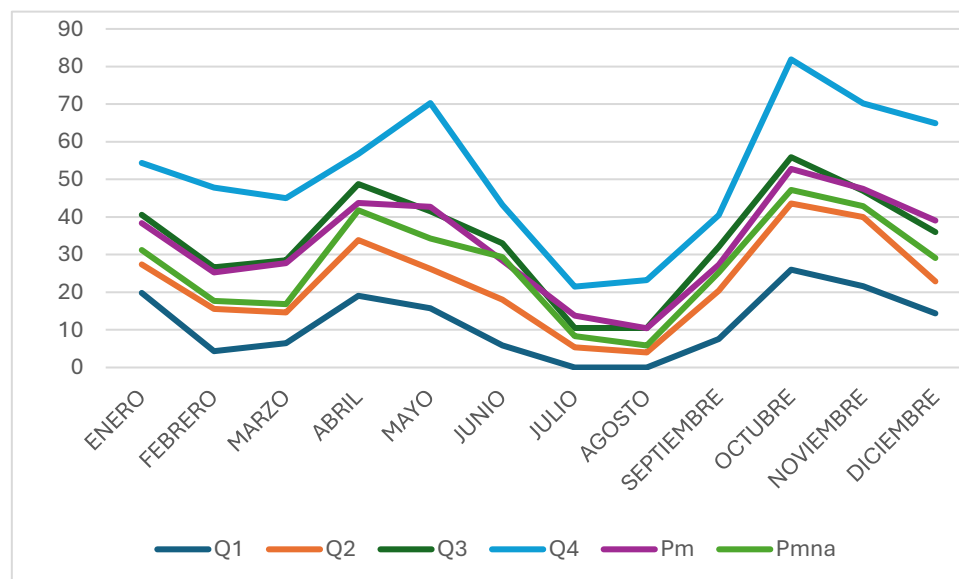
1.6.2. Representaciones gráficas.

Ilustración 8. Precipitación media mensual por quintiles.



Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

Ilustración 9. Precipitación media mensual por quintiles.



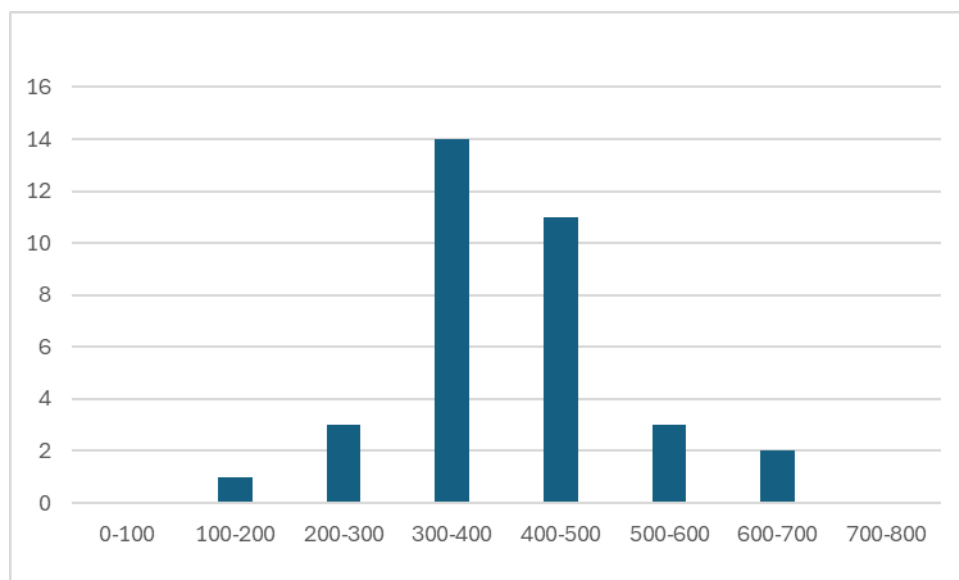
Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

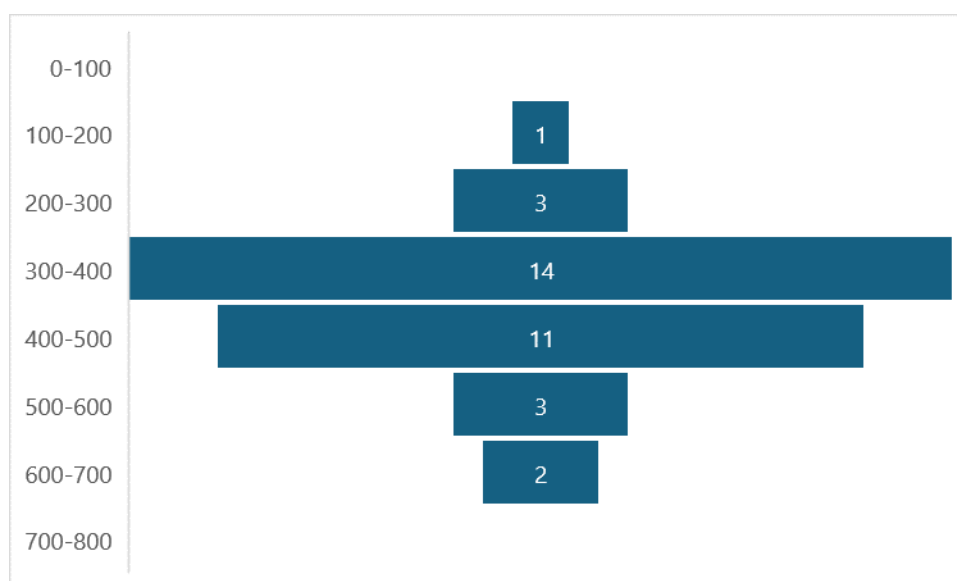
Tabla 4. Intervalo de precipitaciones y número de años.

Intervalo de precipitación (mm)	nº de años
0-100	0
100-200	1
200-300	3
300-400	14
400-500	11
500-600	3
600-700	2
700-800	0

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

Ilustración 10. Histograma de precipitaciones y número de años.





Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

Se puede observar en los gráficos que la frecuencia se encuentra entre los 300-400 mm/año y 400-500 mm/año.

Los meses de mayor precipitación son octubre, noviembre y mayo.

1.7. Representaciones mixtas.

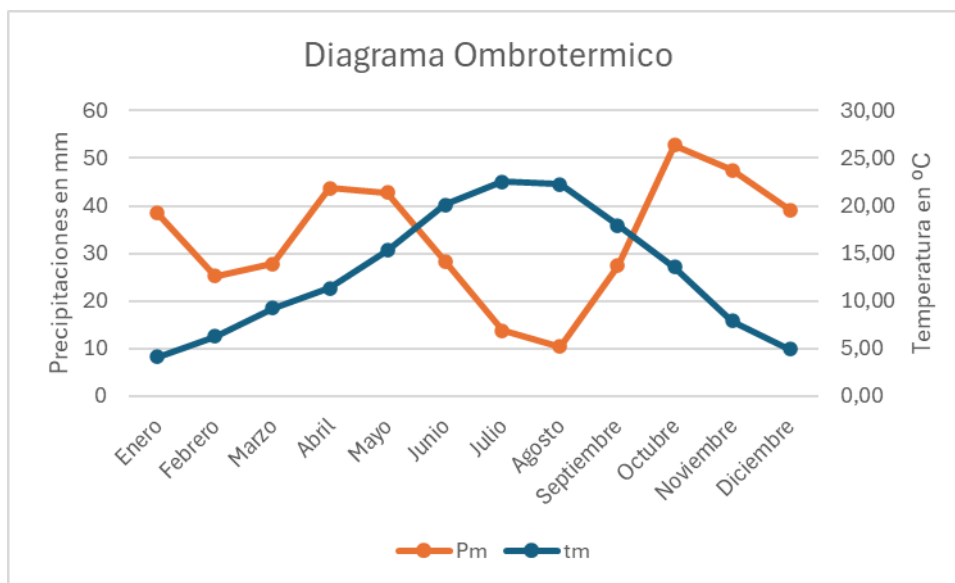
1.7.1. Diagrama Ombrotermico.

Tabla 5. Precipitaciones y temperaturas medias.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
tm	4,11	6,30	9,26	11,34	15,32	20,07	22,54	22,25	17,98	13,55	7,88	4,92
Pm	38,4	25,3	27,77	43,71	42,75	28,4	13,8	10,43	27,34	52,79	47,46	39,1

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

Ilustración 11. Diagrama Ombrotermico.



Fuente: Elaboración propia a través de datos AEMET.

Este diagrama hace una comparación entre las precipitaciones en mm (línea naranja) y la temperatura en °C (línea azul), a partir del cual podemos ver que de mayo a septiembre existe un periodo de sequía, puesto que la línea de la temperatura se encuentra por encima de la línea de las precipitaciones. Una cualidad de este diagrama es que el eje del volumen de las precipitaciones debe representar el doble que el eje de la temperatura, como podemos observar.

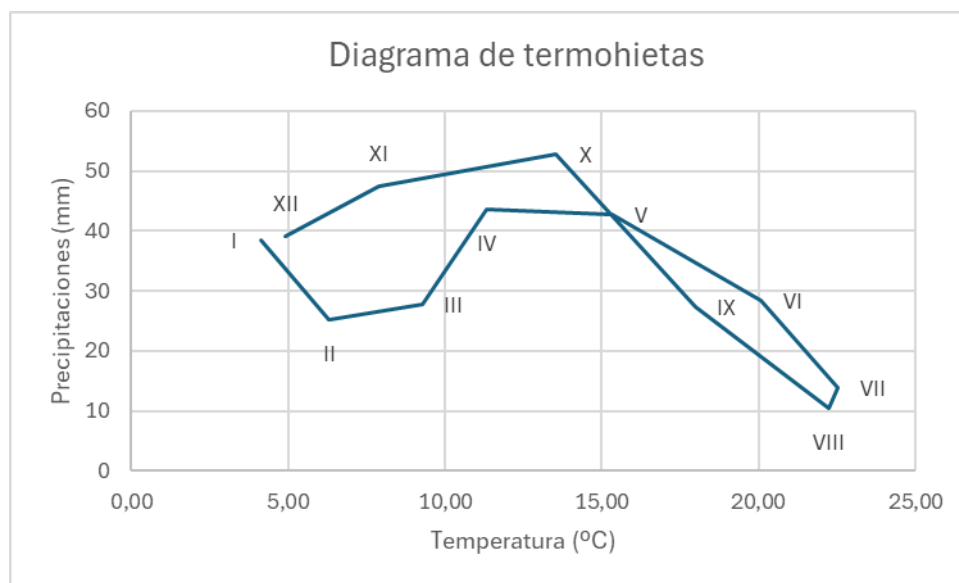
1.7.2. Diagrama de termohietas.

Tabla 6. Temperaturas y precipitaciones medias.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
tm	4,11	6,30	9,26	11,34	15,32	20,07	22,54	22,25	17,98	13,55	7,88	4,92
Pm	38,4	25,3	27,77	43,71	42,75	28,4	13,8	10,43	27,34	52,79	47,46	39,1

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

Ilustración 12. Diagrama de termohietas.



Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET.

En este diagrama se relacionan la media de la temperatura en °C y las precipitaciones en mm de los años objeto de estudio, estas magnitudes se observan en los ejes cartesianos. En el de ordenadas vemos la temperatura y en el de abscisas el volumen de precipitaciones, mientras que los meses se indican en la propia línea del gráfico mediante números romanos.

1.8. Clasificación de Köppen.

La clasificación de Köppen está basada en el grado de aridez y la temperatura, de esta manera se pueden definir varios grupos climáticos que van a depender de la precipitación y de la temperatura.

Tabla 7. Temperaturas y precipitaciones medias.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
tm (°C)	4,11	6,30	9,26	11,34	15,32	20,07	22,54	22,25	17,98	13,55	7,88	4,92
Pm (cm)	3,84	2,53	2,77	4,37	4,27	2,84	1,38	1,04	2,73	5,27	4,74	3,91

Fuente: Elaboración propia a través de datos AEMET.

Tabla 8. Grupo climático.

Grupo	t_{m1}	t_{m12}	Sequedad	Nomenclatura
A	$> 18^{\circ}\text{C}$			Tropical lluvioso
B			$P_{in} > 0,7P$ y $P < 2t_m$ ó $P_{ve} > 0,7P$ y $P < 2t_m + 28$ ó $P < 2t_m + 14$	Seco
C	$< 18^{\circ}\text{C}$ $> -0^{\circ}\text{C}$ ó $> -3^{\circ}\text{C}$ Según autores	$> 10^{\circ}\text{C}$		Templado húmedo, Cálido mesotérmico
D	$< -3^{\circ}\text{C}$	$> 10^{\circ}\text{C}$		Boreal, de nieve y bosque, microtérmico
E		$< 10^{\circ}\text{C}$		Polar

Fuente: Apuntes T4 índices y clasificaciones

Tabla 9. Subgrupo climático.

Subgrupo	Posible	Condición y significado
s (Sommer)	A, C, D	$P_{i6} > 3P_{v1}$ La estación seca es en verano
w (Winter)	A, C, D	$P_{v6} > 10P_{i1}$ La estación seca es en invierno
f (fehlt)	A, C, D	$P_i > 6$ No hay estación seca, ni s, ni w
m (Monsum)	A	$6 > P_i > 10 - 0,04 P$
W (Wüste)	B	$P < t_m$ y $P_{in} > 0,7P$ (P máxima invernal) $P < t_m + 14$ y $P_{ve} > 0,7 P$ (P máxima en verano) $P < t_m + 7$ y P uniformemente distribuidas
S (Steppe)	B	$t_m < P < 2t_m$ P máxima invernal $t_m + 14 < P < 2t_m + 28$ P máxima en verano $t_m + 7 < P < 2t_m + 14$ P uniforme

Fuente: Apuntes T4 índices y clasificaciones

Tabla 10. Subdivisión climática.

Subdivisión	Condición	G. posibles
a veranos calurosos	$t_{m12} > 22^{\circ}\text{C}$	C, D
b veranos cálidos	$t_{m9} > 10^{\circ}\text{C}$	C, D
c veranos cortos y frescos	$t_{m10} \text{ o } t_{m11} \text{ o } t_{m12} > 10^{\circ}\text{C}$	C, D
d inviernos muy fríos	$t_{m1} < 3,8^{\circ}\text{C}$	D
h seco y caluroso	$t_m > 18^{\circ}\text{C}$	B
k seco y frío	$t_m < 18^{\circ}\text{C}$ y $t_{m12} > 18^{\circ}\text{C}$	B

Fuente: Apuntes T4 Índices y clasificaciones

t_{m1} = Temperatura media del mes más frío = $4,11^{\circ}\text{C}$

t_{m12} = Temperatura del mes más cálido = $22,54^{\circ}\text{C}$

t_{m11} = Temperatura del segundo mes más cálido = $22,25^{\circ}\text{C}$

t_{m10} = Temperatura del tercer mes más cálido = $20,07^{\circ}\text{C}$

t_{m9} = Temperatura del cuarto mes más cálido = $17,98^{\circ}\text{C}$

t_m = Temperatura media anual = $12,96^{\circ}\text{C}$

P = Precipitación anual = $39,69 \text{ cm}$

Pv_1 = Precipitación media del mes más seco = $1,04 \text{ cm}$

Pi_n = Precipitaciones medias 6 meses más fríos = $3,69 \text{ cm}$

Pv_e = Precipitaciones medias 6 meses más cálidos = $2,92 \text{ cm}$

Pi_6 = Precipitación más alta de los 6 meses más fríos = $4,74 \text{ cm}$

Pv_6 = Precipitación más baja de los 6 meses más fríos = $2,53 \text{ cm}$

Grupo climático:

Como t_{m1} es mayor que 0°C y menor que 18°C y t_{m12} es mayor que 10°C podemos decir que nuestro municipio está dentro del grupo climático C, siendo un clima templado húmedo mesotérmico, con climas lluviosos cálidos y templados y presentan una estación invernal y otra estival.

Subgrupo:

Como subgrupo decimos que nuestro estudio es del subgrupo s, puesto que $P_i6 > 3 \cdot P_{v1}$, cumpliéndose $4,74 > 3 \cdot 1,04$. Quiere decir que el verano es la estación seca.

Subdivisión:

Por último, nuestra subdivisión es de tipo b al cumplirse que $t_{m12} < 22^{\circ}\text{C}$.

Lo que quiere decir que contamos con veranos cálidos.

1.9. Índices climáticos.

1.9.1. Índice de Lang

Tabla 11. Temperaturas medias, precipitaciones medias y precipitación anual y temperatura media anual.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
t_m	4,11	6,30	9,26	11,34	15,32	20,07	22,54	22,25	17,98	13,55	7,88	4,92	12,96
P_m	38,4	25,3	27,77	43,71	42,75	28,4	13,8	10,43	27,34	52,79	47,46	39,1	397,25

Fuente: elaboración propia a través de datos AEMET

Este índice sirve para determinar el tipo de zona en el que nos encontramos, para ello relaciona la precipitación anual (P) con la temperatura media anual (t_m).

La fórmula utilizada para calcular este índice es:

$$I = P / t_m$$

Siendo nuestro índice de LANG de 30,6, por lo tanto, nuestra zona de estudio es una zona árida ya que la definición de zonas es la siguiente:

0 – 20	Desiertos
20 – 40	Áridas
40 – 60	Húmedas de estepa y sabana
60-100	Húmedas de grandes bosques
100 – 160	Húmedas de grandes bosques
>160	Per húmedas con prados y tundra

1.9.2. Índice de Martonne.

A diferencia del índice de LANG, el de MARTONNE sirve para determinar el índice de aridez de nuestra zona, se calcula a partir de los mismos datos, pero con otra fórmula.

La fórmula utilizada para calcular este índice es:

$$I = P / (tm + 10)$$

$$I = \frac{397,25}{12,96 + 10} = 17,30$$

Siendo nuestro índice de MARTONNE de 17,30 por lo tanto, nuestra zona de estudio es una zona semiárida de tipo mediterráneo según la siguiente definición de zonas:

0 – 5	Desiertos
5 – 10	Semidesierto (árido)
10 – 20	Semiárido de tipo mediterráneo
20 – 30	Subhúmeda
30 – 60	Húmeda
>60	Per húmeda

1.9.3. Índice de Emberguer.

T_1 = Temperatura media mínima más baja (°C).

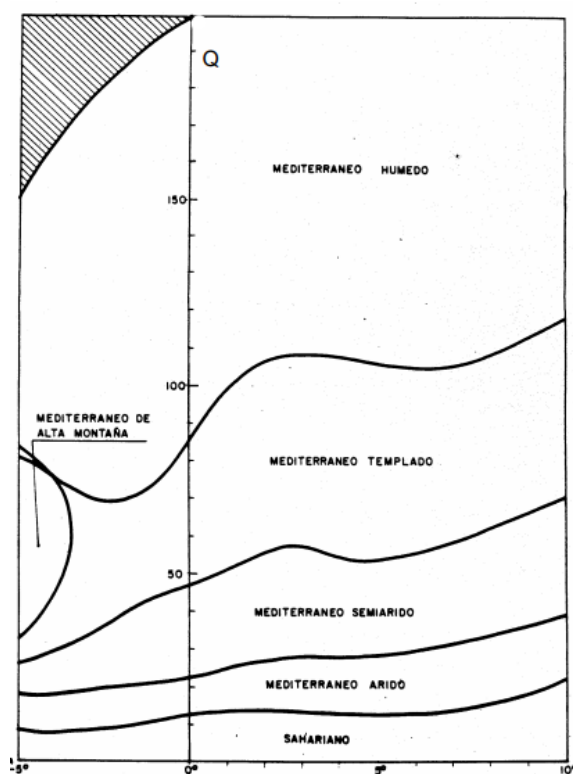
T_{12} = Temperatura media máxima más alta (°C).

P = Precipitación anual (mm).

K= 100 ya que $T_1 > 0$ °C.

$$Q = K * \frac{P}{T_{12}^2 - T_1^2} = 100 * \frac{397,25}{(22,54^2 - 4,11^2)} = 80,88.$$

Ilustración 13. Gráfico para índice de Emberguer.



Fuente: Apuntes T4 índices climáticos.

Según Emberguer nos encontramos en un piso mediterráneo templado.

1.10. Conclusiones.

Con los datos obtenidos del observatorio de San Vicente del Palacio (Va) se llega a la conclusión de que el clima de la zona de estudio es un clima mediterráneo continentalizado. En el que hay dos periodos predominantes, inviernos muy fríos y veranos muy calurosos y áridos.

La temporada calurosa dura entorno a los 6 meses en los cuales hay temporadas que se pueden llegar a superar las temperaturas de 35°C.

La temporada fría dura también entorno a los 6 meses en los cuales hay riesgo de que las temperaturas desciendan por debajo de 0°C.

En cuanto al tema de la pluviometría de la zona, al ser un clima mediterráneo continentalizado, va a coincidir una temporada seca, en este caso el verano, y una temporada húmeda, que correspondería con el invierno.

La precipitación media anual es de 397,25 mm lo cual es un factor limitante.

El mes más lluvioso es octubre (52,79 mm) y el menos lluvioso corresponde con agosto (10,43 mm).

Para concluir, se puede decir que el pistacho es un cultivo perfectamente viable en el territorio que hemos estudiado.

2. Estudio edafológico.

Se va a realizar un estudio edafológico del suelo de la parcela que está siendo objeto de estudio con el fin de conocer mejor los puntos débiles y fuertes de nuestro suelo. Y si, en el caso de haber alguna carencia de algún nutriente ver cómo puede afectar a la evolución del cultivo del pistacho, y como solucionarlo.

2.1. Resultados de los análisis.

Tabla 12. Resultados de los análisis.

Determinación	Resultado	Método
Conductividad	0,21 mmho/cm	Potenciometría
pH 1/5 (en agua)	8,2	Potenciometría
Arcilla (<0,002 mm)	23,2%	Difractometría láser
Limo (0,05 – 0,002 mm)	40,1%	Difractometría láser
Arena (2-0,05 mm)	36,7%	Difractometría laser
Materia orgánica oxidable	1,86%	Volumetría
Caliza activa	12,2%	OXNH4 y Gasometría
Carbonatos	27,9%	Infrarrojos
Calcio asimilable	10,2 meq/100g de suelo	Cohex e ICP
Magnesio asimilable	0,50 meq/100g de suelo	Cohex e ICP
Capacidad total de cambio	12,3 meq/100g de suelo	Cohex y espectrofotometría
Calcio	3820 ppm	Mehlich 3 E ICP
Fosforo	3,6 ppm	Olsen E ICP
Magnesio	312 ppm	Mehlich 3 E ICP
Potasio	202 ppm	Mehlich 3 E ICP
Sodio	30 ppm	Mehlich 3 E ICP

2.2. Interpretación de los resultados.

2.2.1. Características físicas.

2.2.1.1. Profundidad.

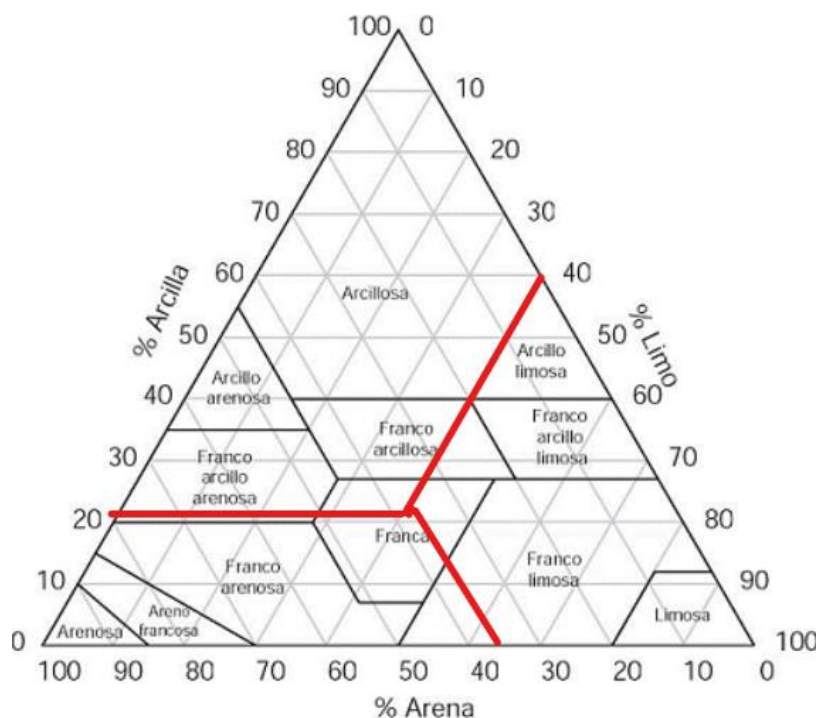
Para determinar la profundidad del suelo he hecho una calicata en la finca donde se va a implantar la plantación de pistachos. En la calicata se ha llegado hasta los 100 cm de profundidad.

Con este dato, sabemos que la profundidad no va a ser un factor limitante en el desarrollo radicular del pistacho, ya que va a poder crecer bien obteniendo un buen vigor.

2.2.1.2. Textura.

- Arcilla (<0,002 mm): 23,2%
- Limo (0,05 – 0,002 mm): 40,1%
- Arena (2 – 0,05 mm): 36,7%

Ilustración 14. Triángulo U.S.D.A con la marca de la textura de nuestro suelo.



Con los datos obtenidos en laboratorio de la muestra de suelo de la parcela que se está estudiando, observamos en el triángulo textural USDA que la textura de nuestro suelo es franca. Es una textura que se busca a la hora de hacer plantaciones de pistacho junto con la textura franco-arenosa, ya que intentamos evitar suelos demasiados arcillosos para evitar encharcamientos y de esta manera la muerte de la planta por asfixia radicular.

2.2.1.3. Estructura.

Es una propiedad física del suelo muy importante y que no hay que confundir con textura. La estructura es la forma en la que se agrupan los elementos que constituyen el suelo. De la estructura va a depender en gran parte la permeabilidad del suelo, que no haya encharcamiento y el desarrollo de las raíces.

La estructura puede ser de los siguientes tipos.

- Granular o grumosa.
- Poliédrica o en bloques.
- Prismática y columnar.
- Laminar.

El suelo de nuestra parcela tiene una estructura granular, ya que los agregados tienen el tamaño de migas de pan. Este tipo de estructura es el indicado, y el que se busca a la hora de implantar una plantación de pistachos.

2.2.1.4. Permeabilidad.

Es la propiedad física que se encarga de que haya o no penetración del agua, y por lo tanto del aire. Es muy importante ya que una insuficiente permeabilidad o nula impermeabilidad va a provocar la asfixia radicular, llevando a la plantación de pistacho al fracaso.

En nuestra parcela la permeabilidad es buena ya que los factores físicos de los que he hablado antes apuntan a ello. Además, basando en la experiencia de la tierra del cultivo, el promotor del proyecto me ha comunicado que es una parcela que ante fuertes lluvias no se encharca a excepción de dos puntos de escasos metros cuadrados en los que la parcela forma los llamados “salhueros”.

2.2.2. Características químicas.

2.2.2.1. Alcalinidad y pH.

Para ver la alcalinidad de un suelo hemos de fijarnos en los carbonatos y en la caliza activa.

El contenido en carbonatos de nuestro suelo es de 27,9% que es un contenido alto.

El contenido de caliza activa de nuestro suelo es de 12,2% que también es un contenido alto. El pistacho soporta suelos con gran contenido en caliza activa por lo que previsiblemente no habrá problema con estos valores elevados.

El pH de nuestro suelo es de 8,2 que se puede considerar un pH básico/alcalino.

Con estos datos sabemos que en cuanto a pH y alcalinidad cumple con los requisitos edáficos ya que el pistacho admite pH calizos, que son los mayores de 7, y los contenidos en carbonatos y caliza activa también lo va a soportar.

2.2.2.1. Salinidad.

La cantidad de sales que presenta el suelo es de 0,21 mmho/cm. Dicha cantidad es mínima, así que no va a presentar ningún problema respecto a la salinidad, además, de que el pistacho es un cultivo que tolera muy bien la salinidad, habiendo unos patrones que la aceptan mejor que otros.

De esta manera y con nuestros datos sabemos que la salinidad no va a ser un factor limitante a la hora de elegir un patrón para nuestra plantación.

2.2.2.2. Fertilidad.

Tabla 13. Niveles de materia orgánica en suelo.

Materia orgánica oxidable (%)	Interpretación
<1	muy baja
1-2	Baja
2-3	Media
3-4	Alta
>4	Muy alta

Fuente: Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada (JM Villar, P Villar), 2016

Tabla 14. Niveles fosforo en el suelo.

Niveles de P (Olsen) en ppm	Interpretación
<12	Bajo
12-24	Medio
24-36	Óptimo
36-80	Alto
>80	Muy alto

Fuente: Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada (JM Villar, P Villar), 2016

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Tabla 15. Niveles de potasio en el suelo.

Niveles de K al suelo en ppm	Interpretación
<125	Bajo
125-175	Medio
175-250	Óptimo
250-350	Alto
>350	Muy alto

Fuente: Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada (JM Villar, P Villar), 2016

- Materia orgánica: nuestro suelo presenta un 0,71% de materia orgánica oxidable, el cual, es un dato muy bajo, por lo que habría que aplicar una enmienda orgánica.
- En cuanto a los macronutrientes fosforo y potasio, con los datos del estudio de suelo, se puede ver que el único macronutriente que está muy por debajo, y podría causar un déficit en la planta es el fosforo, por lo que habría que aplicar una enmienda para dicho macronutriente. Para el potasio y magnesio se puede observar que los niveles son normales-altos por lo que no será necesaria una enmienda.

2.2.3. Relaciones suelo-agua.

2.2.3.1. Capacidad de campo.

La capacidad de campo es la cantidad máxima de agua que puede retener el suelo antes de que este llegue a saturarse. Es decir, es la cantidad que retiene sin que se produzcan pérdidas de agua por escorrentía o percolación.

Para calcular la capacidad de campo de un suelo se usa la siguiente fórmula.

$$CC = 0,484 * Ac + 0,162 * L + 0,023 * Ar + 2,62$$

Donde:

- CC: capacidad de campo.
- Ac: contenido de arcilla en el suelo.
- L: contenido de limo en el suelo.
- Ar: contenido de arena en el suelo.

Sustituyo los valores con los datos que tenemos del análisis de suelo.

$$CC = 0,484 * 23,2 + 0,162 * 40,1 + 0,023 * 36,7 + 2,62 = 21,19 \%$$

La capacidad de campo del suelo es de 21,19 %.

2.2.3.2 Punto de marchitez.

Es el nivel de agua en el cual, si se alcanza, el daño que se hace a la planta sería irreversible. Es el punto de déficit de agua que nunca hay que llegar a alcanzar.

Para calcular el punto de marchitez de un suelo se usa la siguiente fórmula.

$$PM = 0,302 * Ac + 0,102 * L + 0,0147 * Ar$$

Donde:

- Pm: punto de marchitez del suelo.
- Ac: contenido de arcilla en el suelo.
- L: contenido de limo en el suelo.
- Ar: contenido de arena en el suelo.

Sustituyo los valores con los datos que tengo del análisis de suelo.

$$PM = 0,302 * 23,2 + 0,102 * 40,1 + 0,0147 * 36,7 = 11,64 \%$$

El punto de marchitez en el suelo es de 11,64 %.

2.2.3.2. Agua útil.

El agua útil es la diferencia entre la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez (PM). Es la cantidad de agua que las plantas tienen disponible para su uso.

$$\text{Agua disponible} = \text{Capacidad de Campo} - \text{Punto de Marchitez}$$

$$\text{Agua disponible} = 21,19 - 11,64 = 9,55 \%$$

2.3. Conclusiones.

Con los datos que tenemos, se puede decir que el suelo que presenta nuestra parcela es adecuado para la plantación de pistachos, ya que cumple los requisitos edáficos que necesitaría una plantación de pistachos para que esta fuera viable agronómicamente.

Los únicos ámbitos en los que nuestro suelo es pobre en fosforo, por lo que habrá que hacer una enmienda antes de la plantación y en lo que la plantación está activa, para evitar un posible déficit.

3. Análisis de agua de riego.

El agua de riego que se ha analizado es procedente de la perforación ubicada en la tierra.

3.1. Resultado de los análisis.

Tabla 16. Resultado análisis de agua de riego

Parámetro	Resultado
CE	0,91 dS/m
pH	7,9
Bicarbonatos	4,12 meq/L
Carbonatos	0,00 meq/L
Cloruros	1,78 meq/L
Sulfatos	0,14 meq/L
Magnesio	3,52 meq/L
Calcio	3,68 meq/L
Sodio	3,5 meq/L
Potasio	0,20 meq/L
Dureza	36,38 ° HF
RAS	1,84

3.2. Salinidad

La salinidad del agua se determina mediante la conductividad eléctrica (CE). La fórmula que se utiliza para la relación entre la salinidad y la conductividad eléctrica es:

$$SD = 0,64 * CE$$

Por lo tanto.

$$SD = 0,64 * 0,91 = 0,58$$

Por lo tanto, sabemos que la concentración de sales disueltas (SD) es igual a 0,58 pp, así que la podemos considerar como un agua excelentemente buena para el riego.

3.3. pH

Nuestra agua analizada, nos ha dado un pH de 7,9, esto nos indica que es un pH alcalino y que el agua está dentro de unos valores óptimos para el riego de la plantación.

3.4. Sodicidad.

RAS

Para calcular la sodicidad del agua tenemos que utilizar el índice de Relación de Absorción del Sodio (RAS).

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$$

Ahora completo la formula con los datos obtenidos en el análisis de agua para conseguir el RAS.

$$RAS = \frac{3,5^+}{\sqrt{(3,68^{2+} + 3,52^{2+})/2}} = 1,84$$

Tabla 17. Niveles de RAS

RAS	SODICIDAD	SUELO
0-10	Baja	Sin problemas
10-18	Media	Problemas en suelos arcillosos
18-26	Alta	Problemas en suelos arenosos, ricos en Ca ²⁺ y materia orgánica
26-30	Muy Alta	No utilizable

Puesto que nuestra muestra presenta un RAS de 1,84, podemos confirmar que nuestra agua tiene una baja alcalinidad y es apta para el riego en todo tipo de suelos.

3.5. Precipitación de sales y obturaciones.

El contenido en sales puede provocar precipitaciones en la solución del suelo. Para conocer sus efectos se utiliza el carbonato sódico residual (C.S.R), el cual, prevé que todo el calcio y el magnesio pueda precipitar. Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Siendo:

CO_3^- : cantidad de carbonatos en el agua en meq/l

CO_3H^- : cantidad de bicarbonato en el agua meq/l

Ca^{2+} : cantidad de calcio en el agua meq/l

Mg^{2+} : cantidad de magnesio en agua en meq/l

$$C.S.R = (0,00 + 4,12) - (3,68 + 3,52) = -3,08 \text{ meq/l}$$

Al ser negativo, nos indica que el riesgo de acumulación de sodio es muy bajo ya que tenemos unos muy buenos valores de calcio y magnesio que compensarían esa acumulación de sodio.

Tabla 18. Niveles del contenido de sales en el suelo.

<1,25	Buena para todas las tierras
1,25 – 2	Usar en tierras permeables
2 – 2,25	Apta solo para tierras muy permeables
>2,25	No recomendable su uso

Como podemos ver, al tener un valor menor a 1,25 es un agua apta para todo tipo de tierra.

3.6. Dureza

Este parámetro representa la cantidad de calcio que contiene el agua. Un agua dura puede ser perjudicial en un suelo fuerte y demasiado compactado, a la vez que nos podría obturar los goteros empleados para el riego del cultivo. En cambio, si tuviéramos un suelo con gran cantidad de sodio, sí que se buscaría un agua dura para corregir este exceso.

La dureza se calcula mediante la siguiente fórmula, siendo el resultado en mg/L:

$$GHF = Ca * 0,25 + Mg * 0,412$$

Cantidad de Ca: 3,68 meq/L → 75,07 mg/L

Cantidad de Mg: 3,52 meq/L → 42,77 mg/L

$$GHF = 75,07 * 0,25 + 3,52 * 0,412 = 36,38 \frac{mg}{L}$$

Tabla 19. Niveles de contenido de calcio en el suelo.

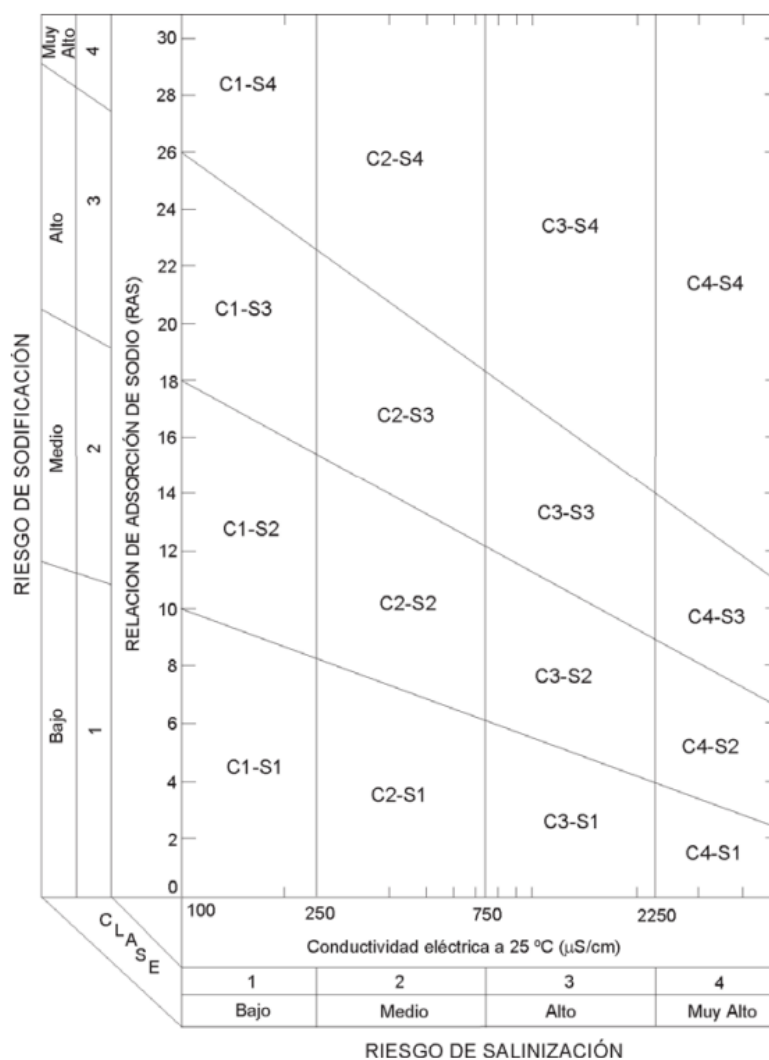
<60	Agua blanda
60 – 120	Agua moderadamente dura
120 – 180	Agua dura
>180	Agua muy dura

Como nuestro valor de dureza es de 36,38 mg/L es menor que 60 mg/L se puede afirmar que el agua es blanda y que si es apta para nuestro suelo.

3.7. Clasificación Riverside.

La clasificación Riverside establece el agua del riego mediante la CE y la relación de absorción de sodio, en categorías que nos indican su riesgo. Para su clasificación se utiliza el grafico nº7, situando en el eje de abscisas la CE y en el eje de ordenadas la absorción de sodio.

Tabla 20. Clasificación Riverside.



Nuestra agua se clasificaría como un agua C1-S1, que es un agua de buena calidad para el riego.

4. Estudio de comercialización.

4.1. Comercialización del pistacho.

El pistacho es un fruto seco, procedente del árbol *Pistacia Vera L.*, originario de Asia occidental, extendiéndose su cultivo por el resto de Asia donde su cultivo es muy importante como en Irán, y después por el resto del mundo donde más

recientemente ha conseguido ser un cultivo de gran importancia para el mercado de esos países, como Estados Unidos, más concretamente en California, y en Australia.

En España, o más bien, en la península ibérica, el cultivo de pistacho fue introducido por el Imperio Romano, y se extendió y cultivo por toda la península hasta la época de la reconquista cristiana donde el cultivo del pistacho fue desapareciendo paulatinamente debido a que, eliminaban los árboles no productivos, es decir los machos, ocasionando así la desaparición del pistacho en la península ibérica.

En el último cuarto del siglo XX se volvió a introducir el pistacho en España, siendo las primeras plantaciones en Castilla-La Mancha, donde con el paso de los años las hectáreas ocupadas por este cultivo han ido aumentando, junto con otras regiones como Castilla y León, llegando a tener más de 60.000 hectáreas de este cultivo y siendo el 5º productor de pistacho del mundo.

4.2. Descripción del canal de comercialización.

La comercialización es el conjunto de procesos que desarrolla una empresa en su producto desde la conceptualización hasta el consumidor final.

- Recolección

La recolección del pistacho variará en la época del año dependiendo de la variedad que hallamos utilizado, las tempranas se recogerán antes y las tardías después.

La cosecha del pistacho tendrá lugar en el momento que, al agarrar un racimo, se desprendan de él al menos el 80% de los frutos y a estos se les pueda quitar con facilidad la cáscara de la que están recubiertos.

- Acopio

Es el almacenamiento del producto que se ha recogido en las diferentes explotaciones antes del procesado.

Este almacenamiento no puede ser superior a 24 horas, para evitar la aparición de hongos en el producto, aunque mediante algunas prácticas esta aparición de hongos se puede retrasar, como almacenarlos en lugares frescos, transportarlos rápidamente y sin pelar en camiones refrigerados. Indistintamente de si se hacen estas prácticas o no habrá que intentar que este tiempo de almacenamiento sea lo más corto posible.

- **Procesado**

El primer paso del procesado del pistacho es separar el pistacho de los demás materiales vegetales que vienen con él, como son las ramas y hojas. Para ello se utiliza una aventadora en la cual se separa todo lo que no queremos para quedarnos únicamente con el pistacho.

También se puede usar una despalladora para separar los pistachos que vienen unidos por el raquis, y volver a pasar estos pistachos ya separados del raquis por la aventadora, y que ya únicamente nos quede el fruto del pistacho y comenzar la siguiente fase de su procesado.

Tras la eliminación de ramas y hojas, el pistacho se podría llegar a almacenar durante unas 8 semanas, o pasar a la siguiente fase de pelado, siendo esto último lo más conveniente.

Los pistachos se pelan mediante fricción con agua, o con una peladora de rodillos. Estos rodillos tienen que ser de goma blanda y blanca de esta forma se acaba separando el pellejo que se corresponde al epicarpio y mesocarpio, dejando solo la cáscara que sería el endocarpio.

Inmediatamente después del pelado los pistachos se deben de secar. El pelado se puede hacer de diferentes maneras.

Secado con aire caliente: se somete al pistacho a temperaturas entre 70° y 90°, es un proceso de secado rápido en el cual, en poco tiempo se llega a la humedad deseada de un 5%. Se pueden alterar cualidades organolépticas.

Secado en dos fases: primero se haría un secado hasta que la humedad llegue al 12%, y después se haría otro secado hasta la humedad deseada de un 5-7%.

Secado con aire ambiente: Mediante aire forzado, en recipientes o habitaciones bien ventilados y con temperaturas altas, se consigue un secado de gran calidad, y económico pero que depende de la época del año.

Secado al sol: se dejan al sol entre 3 y 7 días hasta que lleguen a la humedad buscada. Los pistachos deben de estar extendidos y no deben de estar en contacto con el suelo. También hay que tener en cuenta tenerlos protegidos de aves e insectos.

- **Clasificación del pistacho**

Después del procesado, el pistacho ya estaría listo para su venta, pero, faltaría saber cómo se va a vender, por eso se va a separar en 3 grupos que son los tres tipos de pistacho que vamos a tener.

Pistacho de venta al público: este es el pistacho deseado, ya que es el que después de secarse se va a vender directamente al público, ya que cumple todos los requisitos, de forma, tamaño, color y no tiene ningún tipo de defecto.

Este pistacho va a ser el que consiga el precio más caro, y por tanto más rentabilidad.

Pistachos con defecto: estos pistachos son los que tienen la cascara rota, manchada, tienen algún tipo de deformidad, o simplemente se les considera “feos” y no son aptos para vender directamente al público.

Este pistacho se puede descascarillar y utilizar su grano en otra industria donde esos factores no sean tan importantes. Obviamente su precio va a ser menor.

Pistacho vacío: es el pistacho vano, o sea, que no tiene fruto. No tienen ningún uso, así que se tirarían.

4.3. Situación del mercado del pistacho a nivel mundial.

Haciendo una visualización del mercado global del pistacho se observa que la producción, la demanda y las hectáreas cultivadas de este cultivo, va aumentando significativamente con los años.

Actualmente la superficie dedicada al cultivo de pistacho en el mundo es de 1 millón de hectáreas, y según la revista Campo, la producción de pistacho de la campaña 2023/2024 es una cifra histórica, ya que ha superado las 1.068.095 toneladas.

Irán es el mayor productor de pistachos con una producción de 472.097 toneladas, seguido de Estados Unidos, Turquía, China y Siria.

El país más exportador es Estados Unidos, siendo su principal cliente China, el cual es el principal país importador de pistachos del mundo.

El consumo mundial de pistacho se estima en 843.000 toneladas siendo cada año mayor. Se estima un crecimiento del consumo anual de un 4% con Estados Unidos como principal consumidor, seguido de Turquía y China.

4.4. Situación del mercado del pistacho en la Unión Europea.

El pistacho en la Unión Europea tiene cada vez más importancia, ya que cada vez se importa, se exporta y se produce más.

Los países con más superficie cultivada de pistacho en Europa son España y Grecia, siendo este último el país más productor de la unión.

La producción máxima alcanzada en Europa ha sido de 24.000 toneladas, esta producción va creciendo de año en año.

El país más productor de pistachos de la Unión Europea es Grecia con una media de 8.000 toneladas anuales.

Los países más importadores de pistachos dentro de la Unión Europea son Alemania, Italia y España

4.5. Situación del mercado del pistacho en España.

España es el cuarto país del mundo en cuanto a superficie cultivada de pistacho pasando de tener 900 hectáreas en 2009, a tener 80.000 hectáreas en 2024. La región española con más superficie cultivada es Castilla-La Mancha la cual

concentra el 80% de la superficie cultivada española. Así mismo esta región también es la más productora.

Las regiones que siguen a Castilla-La Mancha en cuanto a superficie cultivada son Andalucía y Castilla y León.

4.6. Conclusiones.

Viendo los datos expuestos en los apartados anteriores, se puede ver que la demanda de pistachos en el mundo, Unión Europea y España crece cada año por lo que se puede confirmar que es viable la implantación de un cultivo de pistachos.

ANEJO II: SITUACIÓN ACTUAL

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO II

1. Forma de explotación actual.	2
2. Evaluación financiera de la situación actual.....	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingresos de producción de parcela	4
Tabla 2. Ingresos anuales totales	4
Tabla 3. Gastos generales por año de la parcela	5
Tabla 4. Gastos de tratamientos de abonos y herbicidas en trigo	5
Tabla 5. Gastos por tratamientos de herbicidas en guisante	5
Tabla 6. Tratamientos de abonos y herbicidas en cebada.....	6
Tabla 7. Tratamientos herbicidas de girasol	6
Tabla 8. Gastos anuales totales	6
Tabla 9. Beneficios anuales y totales	7

1. Forma de explotación actual.

La parcela que estamos estudiando es propiedad del promotor del proyecto, y es el mismo promotor el que se encarga de hacer todas las labores que la parcela requiere. La parcela tiene una superficie de 20,43 hectáreas, y forma parte de una explotación de 200 hectáreas de secano. La parcela consta de un pozo en el medio, el cual, está inutilizado ya que solo se siembran cultivos de secano.

La maquinaria que posee la explotación es una maquinaria básica para hacer las labores de secano:

- Tractor John Deere 3110 con pala El León de 110 CV.
- Tractor New Holland TM155 de 155 CV.
- Sembradora Solano de 3 m.
- Pulverizador Aguirre de 18 m.
- Abonadora
- Remolque Hnos. García con capacidad de 6500 kg.
- Cultivador chisel de 3 m.
- Cultivador semichisel de 3 m.
- Vertedera Kverneland de 3 cuerpos.
- Arado subsolador de 2,8 m.
- Vibrocultor de 3 m.
- Atomizador.
- Picadora de hierba.

La parcela objeto de estudio actualmente se siembra de cereales, leguminosas y girasol en secano, mediante una rotación de cultivos trigo/guisante/cebada/girasol.

Dicha parcela en años anteriores se sembraba de cultivos de regadío, de ahí la existencia del pozo de riego, y de la instalación necesaria de luz y su transformador eléctrico. La caseta se derrumbó debido a su mal estado.

Con la rotación actual de la parcela conseguimos sembrar diferentes cultivos, con diferentes ciclos y diferentes necesidades nutritivas, con el fin de evitar el agotamiento de suelo y plagas de malas hierbas, insectos y enfermedades fúngicas.

Las labores de cultivo que se hacen en la tierra no son siempre las mismas, ya que depende del cultivo que se va a sembrar, y la cantidad de hierba y humedad que presente la tierra.

Cuando se va a sembrar tanto trigo como cebada las labores que se hacen son iguales.

Se pasa una vuelta de vertedera o de chisel para mover el suelo, y después se pasa otra vuelta de chisel o de vibrocultor, dependiendo de cómo esté el terreno, y se procede a la siembra, normalmente en el mes de noviembre. El trigo que se suele sembrar es la variedad “Rimbaud” a una densidad de 190-200 kg/ha.

La variedad de cebada que se suele sembrar es “Planet” a una densidad también de 190-200 kg/ha.

Para los cultivos de trigo y de cebada, suele aplicar un abono N-P-K con riqueza de 8-15-15 a una dosis de 200 kg/ha. En cobertera siempre se aplica abono nitrogenado NAC de 27% también a una dosis de 200 kg/ha.

En cuanto al control de malas hierbas en los cereales, siempre se aplica una mezcla de herbicidas de preemergencia para controlar la nascencia de vallico (*Lolium rigidum*), amapola (*Papaver rhoeas*), es decir, tanto hoja estrecha como hoja ancha. Las materias activas que se suelen aplicar son Prosulfocarb al 80% p/v y diflufenican al 42% p/p.

Una vez instaurado el cultivo, dependiendo de si salen malas hierbas, se plantea hacer otro pase de un herbicida adecuado a la situación de la parcela, y si apareciese algún tipo de hongo, también se plantea la aplicación de fungicida acorde a la situación de la parcela.

Para la siembra de guisante, también se prepara el suelo con dos pases, como con el cereal, el primero de vertedera o chisel, y el segundo, con el chisel o el vibrocultor. La variedad que se suele sembrar de guisante es “Comanche” y se siembra a una densidad de 180 kg/ha.

Para el cultivo de guisante no se suele utilizar ningún tipo de abono

El último cultivo de la rotación es el girasol. La variedad que se suele sembrar es “Donatello” con una sembradora monograno de una empresa de servicios a terceros, la densidad que se usa es de 60.000 semillas/ha.

Para el cultivo de girasol tampoco se aplica fertilizante.

2. Evaluación financiera de la situación actual.

A continuación, se va a hacer una evaluación financiera de la parcela, basándonos en los gastos e ingresos que se obtienen de ella, de la manera que se labra actualmente.

Los ingresos que se obtienen de la parcela provienen de la cosecha de cada cultivo y del ingreso de la PAC, que es de 130 €/Ha, por lo que, $130 \text{ €/Ha} \times 20,43 \text{ ha} = 2.655,9 \text{ €/año}$.

En la siguiente tabla se calculan los ingresos obtenidos de las producciones de cada cultivo que está dentro de la rotación que se lleva a cabo en la parcela.

Tabla 1. Ingresos de producción de parcela

Cultivo	Hectáreas	Producción (kg/Ha)	Precio (€/Tn)	Total (€)
Trigo	20,43	3500	210	15016
Guisante	20,43	1200	500	12258
Cebada	20,43	3500	200	14301
Girasol	20,43	600	420	5148
Total				46723

Tabla 2. Ingresos anuales totales

		PAC (€/año)	Producción (€/año)	Total (€)
Año 1	Trigo	2.655,9	15016	17671,9
Año 2	Guisante	2.655,9	12258	14913,9
Año 3	Cebada	2.655,9	14301	16956,9
Año 4	Girasol	2.655,9	5148	7803,9
Total				57346,6

En cuanto a gastos que tiene la tierra, uno es el IBI del Ayuntamiento de Moraleja de las Panaderas, que supone 15 €/año, a esto se le añaden las labores de siembra, arado, abonado, tratamientos herbicidas y cosecha. Todo esto lo hace el promotor excepto la recolección que se encarga una empresa a

terceros. A esto también habría que añadirle los gastos en materiales de abonos, herbicidas y semillas.

Se definen como gastos generales lo que se producen con las labores de siembra, arado, abonado y cosecha, durante los años que dure la rotación de la parcela, es decir, 4 años. Estos datos aparecen en la tabla 3.

Tabla 3. Gastos generales por año de la parcela

Labor	Hectáreas	Precio (€/Ha)	Aplicaciones en 4 años	Total (€)
Arado (1º pase)	20,43	55	1	1123,65
Cultivado (2º pase)	20,43	50	1	1021,5
Siembra	20,43	40	1	817,2
Cosecha	20,43	55	1	1123,65
Total				4086

A estos gastos hay que añadirles los tratamientos de abonos, herbicidas que se aplican en todos los cultivos

Tabla 4. Gastos de tratamientos de abonos y herbicidas en trigo

Tratamiento	Hectáreas	Dosis	Precio	Total (€)
Abono 8-15-15	20,43	200 kg/ha	355 €/tn	1450,5
NAC 27%	20,43	200 kg/ha	300 €/tn	1225,8
Prosulfocarb 80%	20,43	3 L/ha	25 €/L	1532,2
DFF 50%	20,43	0,3 L/ha	30 €/L	183,9
Clodinafop-propargil (20% p/p) + piroxulam (7,5% p/p)	20,43	0,250 kg/ha	90 €/L	459,6
Fungicida	20,43	1 L/ha	13€/L	256,6
Insecticida	20,43	250 cm ³ /ha	8 €/L	40,8
Total				5149,4

Tabla 5. Gastos por tratamientos de herbicidas en guisante

Tratamiento	Hectáreas	Dosis	Precio	Total (€)
Cletodim (12% p/v)	20,43	1 L/ha	35 €/L	715

Lambda cihalotrin (10% p/v)	20,43	0,1 L/ha	90€/L	183,9
Total				898,9

Tabla 6. Tratamientos de abonos y herbicidas en cebada

Tratamiento	Hectáreas	Dosis	Precio	Total (€)
Abono 8-15-15	20,43	200 kg/ha	355 €/tn	1450,5
NAC 27%	20,43	200 kg/ha	300 €/tn	1225,8
Prosulfocarb 80%	20,43	3 L/ha	25 €/L	1532,2
DFF 50%	20,43	0,3 L/ha	30 €/L	183,9
Pinoxaden (6% p/v)	20,43	1 L/ha	60 €/L	1225,8
Total				5618,3

Tabla 7. Tratamientos herbicidas de girasol

Tratamiento	Hectáreas	Dosis	Precio	Total (€)
Imazamox (4% p/v)	20,43	1,25 L/ha	55 €/L	1404,5
Total				1404,5

En la tabla 8 se muestran los gastos de cada año de la rotación, incluyendo el gasto del IBI, labores, y tratamientos que se hacen para cada cultivo.

Tabla 8. Gastos anuales totales

		IBI (€/año)	Labores (€/año)	Tratamientos (€/año)	Total (€)
Año 1	Trigo	15	4.086	5.149,4	9.250,4
Año 2	Guisante	15	4.086	898,9	4.999,9
Año 3	Cebada	15	4.086	5.618,3	9.719,3
Año 4	Girasol	15	4.086	1.404,5	5.505,5
Total					29.475,1

En la siguiente tabla, se compara los ingresos con los gastos y se pueden ver los beneficios de cada año de la rotación, y los beneficios totales de la rotación.

Tabla 9. Beneficios anuales y totales

		Ingresos	Gastos	Beneficios
Año 1	Trigo	17.671,9	9.250,4	8.421,5
Año 2	Guisante	14.913,9	4.999,9	9.914
Año 3	Cebada	16.956,9	9.719,3	7.237,6
Año 4	Girasol	7.803,9	5.505,5	2.298,4
Total		57.346,6	29.475,1	27.871,5

El beneficio de la parcela durante los 4 años que dura la rotación es de **27.871,5 €**, por lo tanto, el beneficio medio anual es de **6.967,9 €** aproximadamente.

Con estas cifras podría parecer que tenemos un buen rendimiento y sacamos buen potencial a la parcela, pero se espera que con la implantación del cultivo del pistacho se supere el rendimiento que obtenemos ahora, y por consiguiente, se aumenten los beneficios que obtenemos de la parcela.

ANEJO III: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO III

1. Objeto del estudio.	4
2. Restricciones de las alternativas.....	4
3. Elección de alternativas.	4
3.1 Alternativas en la elección del material vegetal.	4
3.1.1 Criterios de valor.	4
3.1.2 Evaluación de las alternativas.....	4
3.1.3 Análisis multicriterio	5
3.1.4 Alternativa elegida.	7
3.2 Alternativas en la elección del portainjerto.....	7
3.2.1 Criterios de valor.	7
3.2.2 Evaluación de alternativas.	8
3.2.3 Análisis multicriterio.	8
3.2.4 Alternativa elegida.	9
3.3 Alternativas en la elección del diseño de plantación.....	9
3.3.1 Alternativas para la disposición de la plantación.....	9
3.3.1.1 Identificación de las alternativas.	9
3.3.1.2 Criterios de valor.....	10
3.3.1.3 Evaluación de las alternativas.	10
3.3.1.4 Análisis multicriterio.	10
3.3.1.5 Alternativa elegida.	11
3.3.2 Alternativas en la elección de la densidad y marco de plantación.	11
3.3.2.1 Identificación de las alternativas.....	11
3.3.2.2 Criterios de valor.....	11
3.3.2.3 Evaluación de las alternativas.	12
3.3.2.4 Análisis multicriterio.	12
3.3.2.5 Alternativa elegida.	13
3.3.3 Alternativas en la elección de la orientación de filas.....	13
3.3.3.1 Identificación de las alternativas.....	13

3.3.3.2	Criterios de valor.	13
3.3.3.3	Evaluación de las alternativas.	14
3.3.3.4	Análisis multicriterio de las alternativas.	14
3.3.3.5	Alternativa elegida.	14
3.4	Alternativas para la elección del sistema de poda de formación.	14
3.4.1	Identificación de las alternativas.	14
3.4.2	Criterios de valor.	15
3.4.3	Evaluación de las alternativas.	15
3.4.4	Análisis multicriterio de las alternativas.	16
3.4.5	Alternativa elegida.	16
3.5	Alternativas en la elección del sistema de riego.	16
3.5.1	Identificación de alternativas.	16
3.5.2	Criterios de valor.	17
3.5.3	Evaluación de las alternativas.	17
3.5.4	Análisis multicriterio.	18
3.5.5	Alternativa elegida.	18
3.6	Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo. .	19
3.6.1	Identificación de las alternativas.	19
3.6.2	Criterios de valor.	20
3.6.3	Evaluación de las alternativas.	20
3.6.4	Análisis multicriterio.	21
3.6.5	Alternativa elegida.	21
3.7	Alternativas en la elección del sistema de recolección.	22

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de variedad o variedades	6
Tabla 2. Matriz de efectos para la elección del patrón.	9
Tabla 3. Matriz de efectos para la elección de la disposición de la plantación. .	11
Tabla 4. Matriz de efectos para la elección de densidad y marco de plantación.	13

Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la orientación de la plantación.	14
Tabla 6. Matriz de efectos para la elección del sistema de poda de formación.	16
Tabla 7. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego.....	18
Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de mantenimiento del suelo.....	21
Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de recolección.	23

1. Objeto del estudio.

Este anejo tiene la finalidad de considerar todos los parámetros para el establecimiento de una plantación de pistachos, escogiendo las alternativas que mejor se adecuen a la situación, para que así, se consiga la máxima rentabilidad.

2. Restricciones de las alternativas.

Las restricciones que nos encontramos para la implantación son las que han sido impuestas por el promotor del proyecto y las que nos son impuestas por el medio.

3. Elección de alternativas.

3.1 Alternativas en la elección del material vegetal.

3.1.1 Criterios de valor.

- Vigor: hay tres grupos de vigor; bajo, medio y alto. Es importante porque dependiendo del vigor, el marco de plantación será más grande o pequeño. El vigor de la planta viene definido fundamentalmente por el patrón.
- Productividad: es la relación entre la producción y el vigor. Se buscarán variedades con una entrada en producción temprana y que con un vigor adecuado se obtenga una gran producción.
- Calidad del fruto: son parámetros externos, como pueden ser; calibre del fruto, peso, porcentaje de frutos abiertos, porcentaje de frutos vacíos, rendimiento grano/cáscara, y grado de blancura. Una gran calidad de fruto significa que este va a ser comercializado para snack, lo que significa un mayor precio.
- Floración: es uno de los criterios más importantes a la hora de elegir la variedad. Una floración temprana puede que coincida con periodo de heladas y evitar el cuajado del fruto.
- Maduración: una maduración temprana en la zona donde se va a implantar la plantación nos va a ser beneficiosa para evitar lluvias otoñales sobre el fruto maduro o a punto de madurar, para que este no pierda calidad.
- Vecería: la alternancia de producción afecta a rentabilidad del proyecto.

3.1.2 Evaluación de las alternativas.

- Aegina: variedad de vigor medio, y frutos de tamaño medio y alargada. Su entrada en producción es precoz, con una productividad alta, y una floración y maduración temprana.

- Avdat: variedad de vigor alto con fruto de tamaño medio y alargado y un peso medio. Su floración y madurez son tempranas y la entrada en producción es media.
- Lost hills: vigor medio y fruto de gran tamaño y calidad. Tiene una producción elevada, su floración es tardía y su maduración es temprana. Esta variedad presenta mayor adaptabilidad a su entorno que Golden hills.
- Golden hills: vigor medio con fruto de gran tamaño y calidad. Producción elevada y su floración es tardía (pero algo más temprana que kerman) y su maduración es temprana. Su entrada en producción es temprana.
- Kastel: fruto de gran tamaño y calidad. De vigor y producción medios. Su floración es tardía y su entrada en producción es de valor medio. La alternancia de producción tiene un valor medio.
- Kerman: fruto de gran tamaño y calidad. Su vigor es medio y tiene una alta producción. Tiene tendencia a la alternancia de producción, y el porcentaje de frutos vacíos es alto. La floración es tardía y su entrada en producción es temprana.
- Larnaka: fruto de tamaño mediano-grande, con un buen vigor, producción alta, y con una buena maduración con dehiscencia elevada que va a indicar una buena maduración. La floración y maduración es temprana.
- Mateur: fruto de forma alargada y con una alta dehiscencia.
- Napoletana: posee un vigor medio y la forma de su fruto es alargada con un tamaño pequeño-mediano. Su entrada en producción es muy tardía y tanto la floración como la maduración de su fruto es de carácter temprano.
- Sirora: es una variedad cuyos frutos son muy bonitos visualmente, de tamaño mediano-grande. Su entrada en producción es temprana y es una variedad que posee alternancia de producción lo cual quiere decir que va a entrar en vecería algunos años. Es de floración y maduración temprana.

3.1.3 Análisis multicriterio

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección de las variedades femeninas. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde las variedades que consigan la puntuación más alta serán las más interesantes para el proyecto.

Tabla 1. Matriz de efectos para la elección de variedad o variedades

	Vigor	Productividad	Floración	Calidad del fruto	Maduración	Rendimiento grano	% frutos abiertos	Vecería	Total
Coeficiente	0.5	1.5	2	1	1.5	1.5	1	1,5	
Aegina	3	4	1	2	3	2	2	2	24
Avdat	2	3	1	2	3	3	2	2	23,5
Lost hills	3	3	4	3	4	4	3	4	38
Golden hills	3	4	4	2	3	4	4	4	38
Kastel	3	3	5	4	2	5	4	3	39
Kerman	3	4	4	5	3	4	4	3	39,5
Larnaka	3	4	2	3	3	3	4	3	32
Mateur	3	3	3	2	2	2	4	2	26
Napoletana	3	2	2	3	4	3	3	3	29,5
Sirora	4	3	4	3	4	3	4	2	35

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

3.1.4 Alternativa elegida.

Al ser una plantación de más de 10 hectáreas se recomienda poner más de una variedad de cultivo. Para este proyecto se han seleccionado las variedades Kerman como variedad predominante, y Kastel como variedad secundaria, al ser las dos variedades que más puntuación han obtenido en el análisis multicriterio.

La variedad Kerman es una variedad muy apreciada por la calidad de sus frutos, ya que son grandes y redondos, y su grado de blancura es muy alto. También es muy importante su floración tardía, para poder esquivar las heladas tardías de la zona que pueden llegar hasta el 5 de mayo.

La variedad Kastel al igual que Kerman es una variedad de floración tardía. Esta se diferencia de Kerman en que el fruto es un poco más grande, y quizás no tan blanco, sus frutos maduran antes y el porcentaje de frutos abiertos es más alto.

Para ambas variedades el cultivar masculino indicado es Peter. Es recomendable usar distintas variedades macho, ligeramente más tempranas y otras un poco más tardías para asegurar la fecundación óptima de las hembras. Estos cultivares van a suponer el 2% del total de la plantación. Como cultivar algo más temprano vamos a elegir a C Especial, y como cultivar algo más tardío, Guerrero.

3.2 Alternativas en la elección del portainjerto.

3.2.1 Criterios de valor.

Los criterios que se van a tener en cuenta a la hora de escoger el portainjerto son los siguientes:

- Vigor: el vigor es importante a la hora del manejo del cultivo, ya que este nos va a condicionar la poda y la formación del árbol. Un
- Rusticidad: se refiere a la capacidad de adaptación y resistencia a factores adversos. Entre ellos está la adaptabilidad a suelos pobres, la longevidad y la tolerancia a condiciones climáticas extremas.
- Afinidad en el injerto: la variedad debe ser compatible con el injerto para que este salga adelante. Una falta de afinidad puede provocar roturas en el punto de unión y bajos rendimientos productivos
- Resistencia a plagas y enfermedades: el portainjerto utilizado debe de ser tolerante a las posibles plagas y enfermedades que pueden aparecer en la plantación.

- Producción: El portainjerto es uno de los factores que afecta en la producción del árbol de pistacho.

3.2.2 Evaluación de alternativas.

- *Pistacia integerrima*: especie muy vigorosa y con poca resistencia al frío cuando esta es joven. Le incomodan los pH ácidos y tiene baja resistencia a la salinidad. Mueve savia temprano por lo que se puede ver afectado por temperaturas bajas a finales del invierno. Tiene una buena eficiencia nutricional, y su entrada en producción es temprana.
- *Pistacia terebinthus*: es una especie autóctona española, por lo que es muy rustica, y se adapta fácilmente a suelos pobres. Su vigor es moderado y tiene una buena eficiencia en la absorción de nutrientes. Es resistente a plagas y enfermedades, sobre todo las endémicas, y posee una buena afinidad con todos los cultivares.
- *Pistacia atlantica*: especie de vigor moderado-alto, posee una elevada resistencia al frío y a suelos calizos y salinos. La afinidad con otros cultivares es buena y tiene mala resistencia a algunas enfermedades como armilaria. Tiene una baja precocidad a la entrada en producción y una eficiencia media en la absorción de nutrientes.
- *Pistacia vera*: especie de vigor bajo, con buena afinidad en el injerto y baja precocidad en la entrada en producción. Su resistencia al frío es elevada mientras que es susceptible a plagas y enfermedades.
- *UCB1*: es una especie híbrida entre *P. atlántica* y *P. integerrima*. Su vigor es elevado, y es su productividad aumenta en regadío y suelos profundos. Es resistente al frío, y su entrada en producción es algo más tardía que la de atlántica e integerrima. Su resistencia a salinidad, caliza y plagas y enfermedades es buena, mientras que tiene una baja eficiencia en la absorción de nutrientes. Este patrón es muy resistente a la verticilosis siendo esta una de sus grandes ventajas.

3.2.3 Análisis multicriterio.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección del portainjerto. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde las variedades que consigan la puntuación más alta serán las más interesantes para el proyecto.

Tabla 2. Matriz de efectos para la elección del patrón.

Factor	Coeficiente	<i>P. integerrima</i>	<i>P. terebinthus</i>	<i>P. atlantica</i>	<i>P. vera</i>	UCB1
Vigor	1	4	3	3	2	4
Rusticidad	1	2	4	3	3	4
Afinidad al injerto	1.5	3	3	3	3	3
Resistencia a plagas y enfermedades	1.5	3	1	3	3	4
Productividad	2	3	2	2	3	4
Total		21	17	19	20	26,5

3.2.4 Alternativa elegida.

El portainjerto seleccionado es UCB1. Este portainjerto destaca por su compatibilidad con las variedades que se van a injertar, y su gran resistencia a enfermedades como la verticilosis, además el clima y suelo de la zona no le va a suponer ningún problema debido a su gran adaptabilidad.

3.3 Alternativas en la elección del diseño de plantación.

3.3.1 Alternativas para la disposición de la plantación.

3.3.1.1 Identificación de las alternativas.

Las disposiciones posibles en una finca como la que estamos estudiando son las siguientes:

- Marco real: consiste en una disposición cuadrada, donde los vértices de los cuadrados son los árboles. Por lo tanto, la distancia entre árboles siempre es igual. El marco de plantación sería la distancia de los lados del cuadrado.
- Disposición rectangular: la disposición que se adopta es rectangular, donde los vértices del rectángulo serían los árboles. Esta disposición permite dejar una calle más ancha y otra más estrecha.
- Disposición al tresbolillo: consiste en disponer a los árboles formando triángulos equiláteros. El marco de plantación viene definido por los lados del triángulo. Se consigue una gran densidad de árboles, pero puede llegar a ser molesto para la mecanización.

3.3.1.2 Criterios de valor.

- Exposición solar: los árboles de pistacho necesitan una buena exposición solar para conseguir una buena producción. La disposición de los árboles debe maximizar la luz en todos ellos.
- Ventilación y control de enfermedades: la ventilación es clave para evitar enfermedades fúngicas.
- Eficiencia en el uso del espacio: optimizar el número de árboles por hectárea influye en la rentabilidad.
- Facilidad de mecanización: la cosecha y el mantenimiento del suelo requieren un acceso sencillo con maquinaria.
- Adaptación al riego localizado: el riego por goteo debe integrarse con la disposición de los árboles de una manera eficiente.

3.3.1.3 Evaluación de las alternativas.

- Marco real: esta disposición nos permite hacer labores mecanizadas cruzadas posibilitando ir por todas las calles. Es recomendable para plantaciones poco densas en secano.
- Disposición rectangular: esta disposición permite dejar una calle suficientemente ancha para el paso de la maquinaria, por lo tanto, es una disposición que nos permite la mecanización. Es muy utilizada en las explotaciones de regadío, y se consigue mayor densidad de árboles que en el marco real.
- Disposición al tresbolillo: con esta disposición se consigue un mayor aprovechamiento del terreno mediante el aumento de la densidad de árboles. En cambio, esta disposición nos dificulta en gran medida el uso de maquinaria en la plantación.

3.3.1.4 Análisis multicriterio.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección de la disposición de la plantación. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde la disposición que consiga la puntuación más alta serán las más interesantes para el proyecto.

Tabla 3. Matriz de efectos para la elección de la disposición de la plantación.

Factor	Coeficiente	Marco real	Disposición rectangular	Disposición al tresbolillo
Exposición solar	2	4	5	4
Ventilación y enfermedades	1.5	3	5	4
Eficiencia en el uso del espacio	1	3	4	5
Facilidad de mecanización	1.5	4	5	2
Adaptación al riego localizado	1	5	4	3
Total		26,5	33	25

3.3.1.5 Alternativa elegida.

Una vez comparadas las alternativas, se ha optado por elegir la disposición a tresbolillo. Esta disposición se adapta muy bien al terreno donde va a estar ubicada la plantación, se consigue una densidad optima, y nos va a permitir la mecanización.

3.3.2 Alternativas en la elección de la densidad y marco de plantación.

3.3.2.1 Identificación de las alternativas.

La densidad de plantación es el número de árboles por hectárea que hay en un terreno. En función de la densidad de plantación se va a determinar el marco de plantación que se va a adoptar.

Hay distintos tipos de plantaciones según su densidad:

- Plantaciones de baja densidad: son plantaciones con poca carga de árboles. Su densidad no supera los 200 árboles/hectárea.
- Plantaciones de densidad media: su densidad oscila entre 200 y 300 árboles/hectárea.
- Plantaciones intensivas: en estas plantaciones se consiguen unas densidades entre 300 y 700 árboles/hectárea.

3.3.2.2 Criterios de valor.

- Potencial productivo: para obtener cosechas más abundantes se necesita una mayor densidad.

- Sistema de recolección: para la recolección se va a necesitar unas calles suficientemente anchas para que la maquinaria pueda maniobrar entre ellas sin ocasionar ningún daño.
- Vigor de los árboles: el vigor del árbol que viene marcado por el patrón y la variedad es lo que nos va a indicar la separación entre árboles que se va a dejar.
- Sistema de poda de formación: dependiendo de la formación del árbol, su copa ocupará un tamaño determinado, por lo tanto, su espaciamiento variará.

3.3.2.3 Evaluación de las alternativas.

- Plantaciones de baja densidad: son plantaciones indicadas para utilizar variedades vigorosas. El sistema de formación más adecuado en estas plantaciones es el vaso.
- Plantaciones de densidad media: aumentan el número de árboles y por lo tanto su potencial productivo. El vigor adecuado para estas plantaciones es medio-alto, y la formación indicada es el vaso. Tiene alto grado de mecanización y es más viable el riego.
- Plantaciones intensivas: se utilizan variedades y portainjertos menos vigorosas ya que el espaciamiento entre árboles es menos. Se consigue un potencial productivo alto y se suele utilizar en regadío.

3.3.2.4 Análisis multicriterio.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección de la densidad de la plantación. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde la densidad que consiga la puntuación más alta serán las más interesantes para el proyecto.

Tabla 4. Matriz de efectos para la elección de densidad y marco de plantación.

Factor	Coeficiente	Baja intensidad	Densidad media	Intensivas
Potencial productivo	2	2	3	4
Sistema de recolección	1.5	4	4	3
Vigor de los árboles	1.5	4	3	2
Poda de formación	1	3	3	3
Total		19	19,5	18,5

3.3.2.5 Alternativa elegida.

La alternativa seleccionada es la densidad media. Se va a utilizar un marco de plantación de 7x5 m. Este marco de plantación nos permite obtener una densidad de 285 árboles/hectárea, con un espaciamiento de calles suficiente para hacer labores de mantenimiento de suelo y de recolección. Por otra parte, la distancia entre árboles también es adecuada para el vigor que los árboles van a adoptar.

3.3.3 Alternativas en la elección de la orientación de filas.

3.3.3.1 Identificación de las alternativas.

La orientación de las filas hace referencia a la dirección que van a seguir la línea de plantación de los árboles. El objetivo es conseguir una buena polinización mediante los vientos dominantes, y captar la mayor cantidad de luz solar.

- NNO-SSE: orientación nornoroeste-sursudeste, coincide con el lado mayor de la finca. Esta orientación permite que las líneas de árboles sean largas, lo cual optimiza las labores.
- OSO-ENE: orientación oesnoroeste-estenordeste, coincide con el lado menor de la finca.

3.3.3.2 Criterios de valor.

- Iluminación: se busca una iluminación uniforme para toda la parcela, para que la luz no sea un factor limitante.
- Dirección de los vientos dominantes: la línea de árboles debe de ser perpendicular a la dirección de los vientos dominantes, para optimizar la polinización de los árboles. En nuestro caso los vientos dominantes durante todo el año tienen dirección Oeste-Este.
- Optimización de las labores: la línea de árboles tiene que ser lo más larga posible para optimizar las labores con maquinaria.

3.3.3.3 Evaluación de las alternativas.

- NNO-SSE: la iluminación va a ser buena y uniforme. Esta dirección aprovecharía el lado menor de la parcela.
- OSO-ENE: La iluminación en esta orientación también va a ser correcta y uniforme. Esta dirección aprovecharía el lado mayor de la parcela consiguiendo realizar las maniobras de una manera más eficiente.

3.3.3.4 Análisis multicriterio de las alternativas.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección de la orientación de la plantación. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde la orientación que consiga la puntuación más alta serán las más interesantes para el proyecto.

Tabla 5. Matriz de efectos para la elección de la orientación de la plantación.

Factor	Coeficiente	NNO-SSE	OSO-ENE
Iluminación	1	3	3
Vientos dominantes	1.5	4	2
Optimización de labores	1.5	4	5
Total		15	13,5

3.3.3.5 Alternativa elegida.

La alternativa elegida es la orientación NNO-SSE en la cual se consigue una buena iluminación, es viable por su perpendicularidad a los vientos dominantes, y se consigue un aprovechamiento máximo del terreno.

3.4 Alternativas para la elección del sistema de poda de formación.

3.4.1 Identificación de las alternativas.

El objetivo de la poda de formación es conseguir que los árboles tengan una estructura deseada, para facilitar el rendimiento del cultivo, la poda, la maduración, y aireación de los frutos. Mediante la poda de formación vamos a dirigir al árbol para controlar todos estos factores.

Los sistemas de formación más comunes son:

- Vaso helicoidal.
- Vaso de pisos.
- Vaso arbustivo.
- Eje central.

3.4.2 Criterios de valor.

- Densidad de plantación: el número de árboles que entra en una hectárea es condicionado por el sistema de formación ya que, con esta poda, se controla el tamaño del árbol. Este sistema de poda debe ser acorde a nuestra densidad elegida.
- Facilidad para realizar las operaciones de cultivo: La formación debe permitir la entrada y el uso de maquinaria en la finca.
- Material vegetal elegido: el sistema de formación debe de ser acorde al vigor de la combinación variedad-patrón de nuestra plantación.
- Características del sistema de formación: las características propias del sistema de formación son importante, estas características son; el coste de la poda, su facilidad, la mano de obra, y la entrada en producción.

3.4.3 Evaluación de las alternativas.

- Vaso de pisos: el esquema de esta formación es constituido por 3 ramas principales que arrancan desde el tronco del árbol. En cada una de estas ramas principales se insertan entre 2 y 3 ramas secundarias. Las ramas secundarias inferiores son superiores de tamaño y grosor que sus homologas superiores. A su vez, en cada rama secundaria se puede insertar alguna rama terciaria siguiendo la misma dirección que la rama secundaria. Esta formación permite una buena iluminación, aireación y recolección mecanizada.
- Vaso arbustivo: en esta formación se permite un crecimiento más libre y natural del árbol. La intervención en la poda inicial es menor, y es una poda muy mecanizada. Es adecuada para plantaciones de crecimiento arbustivo.
- Eje central: se trata de un eje central en el que se insertan las ramas secundarias dirigidas a todas las direcciones posibles. No es necesario guardar simetría en las ramas. Es un sistema más libre de formación en el que se reduce la mano de obra.

3.4.4 Análisis multicriterio de las alternativas.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección del sistema de poda de formación de la plantación. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde el sistema de poda de formación que consiga la puntuación más alta será el elegido para el proyecto.

Tabla 6. Matriz de efectos para la elección del sistema de poda de formación.

Factor	Coeficiente	Vaso de pisos	Vaso arbustivo	Eje central
Densidad	1	2	4	4
Mecanización	2	4	4	4
Material vegetal	1	4	1	1
Características del sistema	1.5	3	2	2
Total		18,5	16	16

3.4.5 Alternativa elegida.

La alternativa elegida es el sistema de poda de formación de vaso por pisos. Este sistema es el más utilizado en plantaciones de pistacho semiintensivas-intensivas. Esta formación se adapta al vigor del cultivo, va a permitir la entrada de luz y una buena aireación, además, nos va a permitir una buena mecanización del cultivo, y, por lo tanto, un abaratamiento de costes.

3.5 Alternativas en la elección del sistema de riego.

3.5.1 Identificación de alternativas.

El pistacho es un cultivo que se puede cultivar tanto en secano como en regadío. Para este proyecto el promotor quiere instalación de riego ya que la finca posee una perforación para extraer agua y regar el cultivo.

Las opciones que existen para dispersar el agua por la parcela son:

- Riego por inundación: es un tipo de riego inviable para la finca, ya que la dotación de agua va a ser insuficiente, necesitando este tipo de riego mucha cantidad de agua.

- Riego a presión: es el método que se va a utilizar. Este riego puede ser por aspersión, por goteo o por microaspersión, estos dos últimos entrarían dentro del grupo de riego localizado.

3.5.2 Criterios de valor.

- Factores climáticos: hay que tener en cuenta la evaporación del agua en el suelo para evitar una gran pérdida de agua. También hay que tener en cuenta el viento, y conseguir un riego uniforme en su distribución.
- Calidad del agua: un agua de excesiva dureza y con gran cantidad de sales puede obturar los emisores del riego.
- Técnicas del cultivo: el sistema de riego elegido no debe entorpecer las labores del cultivo, como puede ser el laboreo. También hay que tener en cuenta la opción de poder aplicar abonos y fitosanitarios a través del riego.
- Aspectos agronómicos: el sistema de riego debe ser eficiente, además se debe tener en cuenta la automatización del sistema.
- Economía del sistema: el sistema de riego elegido debe de ser económicamente viable, y su mantenimiento debe de ser el mínimo posible.

3.5.3 Evaluación de las alternativas.

- Riego por aspersión: es uno de los métodos más comunes de irrigación. Este sistema simula la acción de la lluvia, mediante unos aspersores, que poseen una cabeza giratoria y pueden ser de altura variable, distribuyendo gotas por toda la superficie que ocupa su área riego. Mediante este método se pueden aplicar fertilizantes líquidos con el agua de riego y también se puede utilizar a modo de defensa contra las heladas. Para este tipo de riego es necesario una alta presión. Su inversión inicial es elevada y se necesita una gran fuente de energía.
- Riego localizado: este sistema de riego permite la entrada de maquinaria a la plantación. Es un sistema de riegos frecuentes y limita el crecimiento de malas hierbas al área regada. Su coste inicial es elevado.
 - o Riego por goteo: el riego por goteo es un sistema de irrigación eficiente que entrega agua directamente a la zona radicular de las plantas, de manera localizada y controlada. Este sistema permite un uso óptimo del agua, evitando pérdidas por evaporación o escorrentía. El agua circula a presión por tuberías hasta el emisor, el cual, se le llama gotero. Con este método se consigue una mayor eficiencia en el riego. En este sistema es viable la aplicación de fertilizantes con el agua.

- Riego por microaspersión: es un sistema que distribuye el agua a las plantas de forma localizada mediante pequeñas dosis de agua en forma gotas muy finas. Este sistema utiliza microaspersores, los cuales cubren una mayor área que en el riego por goteo, pero menor que un sistema de riego por aspersión. Al igual que en los anteriores también se pueden aplicar fertilizantes con el agua.

3.5.4 Análisis multicriterio.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección del sistema de riego de la plantación. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde el sistema de riego que consiga la puntuación más alta será el elegido para el proyecto.

Tabla 7. Matriz de efectos para la elección del sistema de riego.

Factor	Coeficiente	Riego por aspersión	Riego por goteo	Riego por microaspersión
Calidad del agua	0.5	3	3	3
Factores climáticos	1	3	4	3
Técnicas del cultivo	1.5	3	4	4
Aspectos agronómicos	1.5	2	5	4
Economía del sistema	1.5	2	3	3
Total		15	23,5	21

3.5.5 Alternativa elegida.

Tras evaluar las opciones disponibles y considerando los resultados del estudio de múltiples criterios, se ha decidido implementar el sistema de riego por goteo. Este método destaca por su eficacia en la gestión del agua, superando a otras técnicas de riego. Además, facilita la aplicación de fertilizantes a través del agua y permite una completa automatización del proceso. Asimismo, mejora la

retención de agua en el terreno y optimiza la asimilación de los nutrientes suministrados mediante la fertirrigación. Una ventaja adicional de este sistema es que, al humedecer una zona limitada del suelo, reduce la proliferación de plantas no deseadas en la plantación. Estas tienden a concentrarse cerca de los puntos de goteo. El principal inconveniente de este método es el potencial bloqueo de los goteros. Este problema puede afectar la uniformidad del riego. Para reducir este riesgo, se recomienda el uso de soluciones de fertirrigación ligeramente acidificadas y la realización de limpiezas periódicas del sistema utilizando ácido nítrico.

3.6 Alternativas en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

3.6.1 Identificación de las alternativas.

- Suelo desnudo: se consigue mediante el laboreo, su objetivo es la eliminación de malas hierbas, controlar plagas, mejorar la estructura del suelo mediante la aireación de este, además disminuye el riesgo de daño por heladas primaverales. Su mayor inconveniente es la erosión en mayor grado del suelo. El periodo de labores de mayor intensidad tiene lugar en verano con el fin de mover su capa más superficial y limpiarlo de malas hierbas. Las labores otoñales tienen el fin de mullir el suelo tras una compactación durante la época de recolección, de esta manera también se favorece la penetración del agua de lluvia.
- Aplicación de herbicidas: es una técnica a la que se le conoce como no laboreo. Consiste en la aplicación de herbicidas para limpiar el suelo de vegetación, en vez de hacer un laboreo tradicional. Esta técnica reduce aún más, el riesgo de daño por heladas. Como mayor inconveniente sería la aparición de especies resistentes a los herbicidas utilizados y la compactación del suelo, disminuyendo la velocidad de infiltración del agua en el suelo.
- Acolchado: trata de cubrir el suelo desnudo con materiales inertes, como pueden ser los residuos de poda y la paja.
- Cubierta vegetal.
 - o Cubierta vegetal natural: estas cubiertas se las conoce como cubiertas espontaneas, ya que surgen de forma natural del suelo con plantas y especies que están adaptadas al entorno. Este tipo de cubierta ofrece una gran diversidad de especies de plantas, ayudando el control de plagas y enfermedades. Al ser especies acostumbradas al suelo y clima de la zona, su mantenimiento es

nulo ya que funcionan con los recursos naturales disponibles. El mayor inconveniente de este sistema es la reducción del volumen de suelo explorado por el sistema radicular del cultivo, el aumento de la competencia de agua y nutrientes, y el riesgo de incidencia de heladas primaverales.

- Cubierta vegetal artificial: esta técnica consiste en crear una cubierta vegetal entre las líneas de los árboles mediante la siembra de las especies que nosotros queramos.
- Técnica mixta: esta técnica combina las cubiertas vegetales con el suelo desnudo, mediante el laboreo o el uso de herbicidas. El punto clave de esta técnica está en dejar sin vegetación la línea de plantación de los árboles.

3.6.2 Criterios de valor.

- Condicionantes edafoclimáticos: las precipitaciones, tanto en su volumen como en su reparto durante el año, influyen en el establecimiento y crecimiento de las cubiertas vegetales. El tipo de suelo y la fertilidad de este también es un condicionante para la elección final.
- Condicionantes técnicos: como es la distribución de la plantación, refiriéndonos al marco de plantación, la densidad de los árboles, el vigor de estos, y las raíces interfieren en la elección del sistema de mantenimiento del suelo.
- Condicionantes económicos: el sistema adoptado debe ser económicamente viable, refiriéndonos a su inversión inicial y a su mantenimiento.

3.6.3 Evaluación de las alternativas.

- Suelo desnudo: su principal función es la de eliminar las malas hierbas del suelo. Con este método también se consigue una mejor infiltración del agua, menor competición entre plantas, y el control de plagas y la mejora de nutrición de los árboles. Su mayor inconveniente es la erosión del suelo.
- Aplicación de herbicidas: este método de no laboreo consiste en dejar la superficie libre de hierbas mediante el uso de agentes químicos.
- Acolchado: es una variante de la cubierta vegetal. Consiste en dejar los restos de poda en el suelo, pudiendo añadir otro tipo de materiales inertes, como pueden ser restos de paja. Esta técnica puede ser peligrosa, si no se pican los restos de poda por la aparición de plagas y enfermedades.
- Cubierta vegetal: esta técnica nos va a mejorar la estructura del suelo mediante la reducción de la erosión y la escorrentía además de mejorar

la infiltración del agua. Su mayor inconveniente es la competencia con los árboles y el aumento del riesgo de las heladas primaverales.

- Técnicas mixtas: este tipo de técnicas comparten aspectos de las mencionadas anteriormente. Su forma más conocida es la de cubierta permanente – herbicidas, que consiste en dejar la calle con cubierta permanente y en la línea de los árboles usar herbicidas para controlar la aparición de hierbas no deseadas. Este método puede conllevar algún riesgo en plantaciones jóvenes.

3.6.4 Análisis multicriterio.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección del sistema de mantenimiento del suelo de la plantación. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderarán de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde el sistema de mantenimiento del suelo que consiga la puntuación más alta será el elegido para el proyecto.

Tabla 8. Matriz de efectos para la elección del sistema de mantenimiento del suelo.

Factor	Coeficiente	Suelo desnudo	Herbicidas	Acolchado	Cubierta vegetal	Técnica mixta
Edafoclimático	1	3	3	2	4	4
Técnico	1	3	3	1	2	2
Económico	1.5	3	3	3	4	4
Total		10,5	10,5	7,5	12	12

3.6.5 Alternativa elegida.

La alternativa elegida es la técnica mixta mediante el uso de cubierta permanente-herbicidas. Esta técnica va a proteger el suelo de las calles de la compactación gracias a la cubierta vegetal y nos va a ayudar a la infiltración de agua en el suelo, además económicamente se va a recibir una ayuda económica al pertenecer a un ecorrégimen de la PAC. A su vez, se aplicará herbicida en la línea del cultivo con el fin de controlar las malas hierbas, para ello será necesaria la colocación de protectores de troncos durante la plantación.

3.7 Alternativas en la elección del sistema de recolección.

3.7.1 Identificación de las alternativas.

La recolección es la última operación que se lleva a cabo en el cultivo. La recolección va a tener lugar en el momento que al menos el 60% de los frutos llenos de un racimo hayan variado su color. Una vez se haya producido este cambio se disponen de 10-15 días para recolectar los pistachos, por lo que hay que ser eficiente y rápido en la cosecha. Es importante no dejar que los pellejos que rodean la cáscara no se rompan en el árbol, debido a un peligro de producción de aflatoxinas.

La recolección puede ser:

- Manual.
- Vibrador de troncos.
- Vibrador de paraguas.
- Cosechadora integral.

3.7.2 Criterios de valor.

- Diseño de la plantación: cómo están los árboles dispuestos en la parcela, el marco de plantación, y su densidad afecta la manera de recolección. Un marco de plantación muy pequeño va a evitar la entrada de maquinaria a la finca por falta de espacio para esta.
- Grado de mecanización: es importante conseguir un elevado grado de mecanización para optimizar los tiempos de cosecha y de labores, a la vez que se disminuyen los gastos al ahorrarse mano de obra.
- Economía del sistema: el coste de la maquinaria y su disponibilidad se debe de tener en cuenta a la hora de la recolección.

3.7.3 Evaluación de las alternativas.

- Manual: en este método los pistachos se recogen a mano y son depositados en un cesto el cual se debe de llevar al remolque. El coste de la mano de obra es elevado.
- Vibrador de troncos: en este sistema un brazo a modo de pinza rodea el tronco del árbol y vibra, transmitiendo esas vibraciones por todo el árbol provocando la caída de los frutos en unas lonas que han sido depositadas previamente en el suelo rodeando el árbol. En este método el riesgo de contaminación del fruto por depositarse en el suelo aumenta. A su vez, es

un sistema más eficaz a la hora de conseguir un alto rendimiento en hectáreas/hora.

- Vibrador de paraguas: este sistema es igual que el anterior, añadiendo al brazo extensible una lona, a forma de paraguas invertido, donde va a caer el fruto. Mediante este método se aumenta la eficiencia a la hora de descargar consiguiendo un alto rendimiento en hectáreas/horas.
- Cosechadora integral: son máquinas autopropulsadas. Estas máquinas poseen un pasillo hueco en su interior a modo de “puente” por donde va a pasar el árbol. En las paredes de la maquina se va a producir una vibración y los pistachos van a ser recogidos en una plataforma inferior. Su coste es elevado, además de la dificultad de encontrarlas. Su rendimiento es el más alto de todas las maquinas.

3.7.4 Análisis multicriterio.

Se va a hacer un análisis multicriterio para la elección del sistema de recolección de la plantación. Cada criterio puntuará del 1 al 5 siendo 1 el más desfavorable y 5 el más favorable. Dichos criterios ponderaran de forma diferente dependiendo de la importancia que tengan para nuestra plantación pudiendo ser dicho coeficiente de 0.5, 1, 1.5 y 2. El resultado se obtiene del sumatorio del producto de cada criterio por su coeficiente, donde el sistema de recolección que consiga la puntuación más alta será el elegido para el proyecto.

Tabla 9. Matriz de efectos para la elección del sistema de recolección.

Factor	Coeficiente	Manual	Vibrador de troncos	Vibrador de paraguas	Cosechadora autopropulsada
Diseño de la plantación	2	3	4	4	1
Grado de mecanización	1.5	1	3	4	5
Economía	2	1	2	4	2
Total		9,5	16,5	22	13,5

3.7.5 Alternativa elegida.

La alternativa elegida es el vibrador de paraguas invertido. Con este sistema se obtiene un alto rendimiento en la recolección llegando a las 2 hectáreas cosechadas a la hora. Por otra parte, el marco de plantación nos permite usar

este tipo de maquinaria, con la cual vamos a conseguir reducir la mano de obra. El mayor inconveniente es el desembolso inicial de dinero, ya que tiene un coste elevado, pero, es recompensado para los siguientes años no haciendo ningún desembolso. Otra opción sería el alquiler de este tipo de maquinaria, lo que sería todavía más viable económicamente.

ANEJO IV: FICHA URBANÍSTICA

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO IV

1. Justificación urbanística	2
2. Ficha urbanística	3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones norma urbanística	3

1. Justificación urbanística

Título del proyecto:

Proyecto de plantación de 20,43 Ha de pistachos con riego localizado en el T.M de Moraleja de las Panaderas (Valladolid).

Municipio:

Moraleja de las Panaderas (Valladolid).

Emplazamiento:

- Polígono 6 parcela 45.
- Polígono 6 parcela 44.
- Polígono 8 parcela 30.

Promotor:

María García López.

Autor del proyecto:

Carlos García López.

Normativa urbanista aplicable:

Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.

Normas urbanísticas territoriales de ámbito provincial de Valladolid.

Clasificación del suelo que se utilizará:

Tipo de suelo: suelo rústico.

2. Ficha urbanística

Tabla 1. Condiciones norma urbanística

Parámetro	Permitido	Proyectado	Cumplimiento
Uso del suelo	Agrícola	Agrícola	Si
Parcelación-superficie mínima	2.500 m ²	20,43 ha	Si
Edificabilidad máxima sobre parcela	0,2 m/m ²	30 m ² (0,00015 m ² /m ²)	Si
Altura máxima de cornisa	7 m	2,30 m	Si
Altura máxima	9 m	3 m	Si
Aparcamiento de carga y descarga	Si	No aplica	Si
Retranqueo a perímetro de la parcela	8 m	> 8 m	Si
Retranqueo de márgenes de caminos, cañadas y vías públicas	3 m	> 3 m	Si
Pendiente máxima de cubierta	30%	14 %	Si

El ingeniero autor del proyecto que suscribe declara, bajo su responsabilidad, que las circunstancias que concurren y las Normativas Urbanísticas de aplicación en el proyecto, cumplen con lo establecido en la legislación.

En Medina del Campo, febrero de 2025

Fdo. Carlos García López

Alumno del grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO V: INGENIERÍA DEL PROCESO

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO V

1.	Actividades.....	3
1.1	Establecimiento de la plantación.....	3
1.1.1	Preparación del terreno.	3
1.1.2	Replanteo	3
1.1.3	Colocación de tuberías principales para el riego	4
1.1.4	Recepción y preparación de los árboles	4
1.1.5	Colocación de los árboles.....	4
1.1.6	Cuidados posteriores a la plantación	4
1.1.7	Resumen de las operaciones de plantación	5
1.2	Poda.....	6
1.2.1	Introducción	6
1.2.2	Poda de formación.....	6
1.2.3	Poda de fructificación.....	8
1.2.4	Resumen de la poda.....	9
1.3	Diseño agronómico del riego	9
1.3.1	Cálculo de las necesidades de riego	9
1.3.2	Cálculo de emisores por planta y caudal del emisor.....	16
1.3.3	Intervalo entre riegos y tiempo de riego.....	18
1.3.4	Resumen del diseño agronómico del riego	19
1.4	Fertilización	20
1.4.1	Fertilización mineral.....	21
1.5	Mantenimiento del suelo	23
1.6	Polinización	23
1.6.1	Polinización artificial.....	24
1.7	Tratamientos fitosanitarios	24
1.7.1	Plagas.....	24
1.7.2	Enfermedades.....	28
1.8	Aclareo.....	31
1.8.1	Aclareo químico	31

1.8.2	Aclareo mecánico	32
2.	Necesidades del proceso productivo	32
2.1	Maquinaria	32
2.1.1	Maquinaria alquilada	32
2.1.2	Maquinaria propia	33
2.1.3	Capacidad de trabajo de la maquinaria y tiempos empleados....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resumen de las operaciones	5
Tabla 2.	Resumen de las labores de poda	9
Tabla 3.	ETo, ETc, PE y balance	11
Tabla 4.	Cálculo de las necesidades brutas de riego	15
Tabla 5.	Necesidades netas de riego por árbol.	16
Tabla 6.	Fórmulas para determinar el diámetro mojado	16
Tabla 7.	Duración de riego para cada mes	19
Tabla 8.	Resumen diseño agronómico del riego.....	20
Tabla 9.	Resumen de necesidades y aportaciones	22
Tabla 10.	Capacidad de trabajo de la maquinaria previa a la plantación.....	35

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Gráfico para la obtención del coeficiente de advección.	13
Ilustración 2.	Croquis de la disposición de árboles femeninos y masculinos ...	24

1. Actividades.

1.1 Establecimiento de la plantación.

1.1.1 Preparación del terreno.

Se va a realizar una preparación del terreno antes de implantar los árboles de pistacho. Algunas de estas labores no se podrán llevar a cabo una vez esté establecida la plantación, por lo que son de máxima importancia.

- Laboreo profundo.

El laboreo profundo se ejecutará mediante un subsolado a una profundidad de 70 cm, utilizando un subsolador de 2-3 rejas acoplado a un tractor de 110,3 kW (150 CV). Esta operación tiene como objetivo fracturar las capas compactadas del subsuelo, mejorando la porosidad y facilitando el desarrollo radicular del pistacho, la infiltración del agua y la aireación del suelo. Se realizará en dos pasadas cruzadas: una en la dirección de las líneas de plantación (norte-sur) y otra perpendicular (este-oeste), optimizando la homogeneidad del tratamiento. La labor se programará en otoño-invierno, aprovechando el estado de tempero del suelo tras las primeras precipitaciones para minimizar el esfuerzo mecánico y evitar la degradación estructural.

- Laboreo superficial

Se llevará a cabo poco antes de la plantación con la intención de eliminar malas hierbas y dejar el terreno limpio.

No va a ser necesario hacer ninguna labor de nivelado, ya que no se va a realizar riego por gravedad.

Tampoco se va a realizar ninguna enmienda orgánica antes de la plantación porque según el análisis de suelo realizado en el Anejo Condicionantes el suelo tiene un buen nivel de materia orgánica que nos permite no realizar enmienda.

1.1.2 Replanteo

El propósito del replanteo es señalar donde van a ir ubicados los árboles y se realizará después de las labores de preparación del terreno.

Lo primero será trazar las calles de servicio, y después marcar el principio y el final de las líneas de plantación.

Para ello se utilizará un tractor con tecnología de guiado GPS para que las líneas de plantación estén perfectamente alineadas.

1.1.3 Colocación de tuberías principales para el riego

Se instalarán las tuberías principales y las secundarias, que estarán ubicadas en las cabeceras y en las calles de la plantación. De estas tuberías se sacarán las tuberías con los goteros.

1.1.4 Recepción y preparación de los árboles

Los plantones deberán haber sido reservados con antelación al vivero, con un contrato en el que se detallarán las condiciones y garantías de la procedencia de la planta, su estado fitosanitario, características de la especie y el número de plantas solicitado.

Se solicitarán plantones adicionales, para un posible remplazamiento de árboles, siendo el número de plantones adicionales, el 1,5% del total de árboles de la plantación.

Estos plantones se recibirán injertados en vivero y en maceta, y en su recepción se deberá comprobar, si se han cumplido las garantías del contrato con el vivero.

Si no se procede a la plantación nada más recibir los plantones, se deberán almacenar en un lugar fresco, y sombrío, manteniendo el cepellón húmedo.

1.1.5 Colocación de los árboles

La plantación se ejecutará mediante una máquina plantadora mecánica acoplada a un tractor, diseñada para optimizar la implantación de los árboles en el marco establecido (7 m x 5 m). El equipo, operado por tres personas, realizará las siguientes tareas: un operario retirará la maceta de los plantones injertados, un segundo colocará la planta en el surco abierto por la reja de la máquina, y un tercero instalará un tutor de madera o bambú (1,5 m de altura) para garantizar la verticalidad y estabilidad inicial. La operación se ajustará a una velocidad de avance de 2-3 km/h, asegurando una densidad de 285 árboles/ha.

1.1.6 Cuidados posteriores a la plantación

1.1.6.1 Riego post-plantación

Se colocarán las tuberías con los goteros en la superficie a partir de las bocas de las tuberías colocadas previamente a la plantación de los árboles.

Se realizará un riego abundante en las 48 horas siguientes a la plantación para procurar un buen arraigo de la planta y asentar el terreno de alrededor.

Para este riego se fijarán los goteros a una distancia de 20 cm de la planta, y se regará manteniendo la humedad sin dejar que se sequen los primeros 15 cm de suelo.

1.1.6.2 Revisión de los árboles

Después del riego el suelo se va a compactar y eso puede provocar que los árboles se hayan movido, adoptando una posición incorrecta. Se revisarán los árboles y se pondrán en la manera adecuada.

1.1.6.3 Protectores de mallas

Se colocarán protectores de mallas para evitar posibles daños por la presencia de roedores u otros animales de la zona.

Estos protectores deberán ser microperforados, resistentes a mordeduras, y deberán tener una abertura suficiente para una correcta ventilación, evitando la concentración de altas temperaturas en su interior.

1.1.6.4 Control de malas hierbas

Se deberá tener un control sobre la posible aparición de malas hierbas que puedan causar una elevada competencia sobre el árbol de pistacho joven.

1.1.6.5 Reposición de mallas

En la primavera inmediatamente posterior se deberá llevar a cabo la reposición de mallas.

1.1.7 Resumen de las operaciones de plantación

Tabla 1 Resumen de las operaciones

Actividad	Fecha	Descripción	Maquinaria
Laboreo profundo	Octubre- Noviembre	Pase de subsolador	Tractor y subsolador
Laboreo superficial	Diciembre	Pase de cultivador	Tractor y cultivador
Replanteo	Abril	Marcar calles y líneas de cultivo	Tractor con autoguiado y operarios
Instalación del sistema de riego	Abril	Se colocarán las tuberías principales y secundarias	Labor contratada
Recepción	Mayo	Recepción de los plantones	Operario

Colocación de árboles	Mayo	Plantación de los árboles mediante plantadora	Labor contratada
Riego post-plantación	Mayo	Riego tras plantación	
Revisión de árboles	Junio	Revisión y correcta colocación de árboles	Operarios
Protectores de mallas	Junio	Colocación de los protectores de mallas	Operarios
Control de malas hierbas	Julio	Limpieza de malas hierbas en el terreno	Tractor y cultivador
Reposición de marras	Mayo del siguiente año	Sustitución de árboles que no han seguido para adelante	Operarios

1.2 Poda

1.2.1 Introducción

La poda es la eliminación y acortamiento de parte de las ramas del árbol para facilitar su formación, aireación e iluminación de la copa, para mejorar producción y calidad de frutos.

Vamos a tener dos tipos de poda:

- Poda de formación
- Poda de fructificación

1.2.2 Poda de formación

La poda de formación es la poda que va a dar forma al árbol, con la que se va a facilitar su recolección, y con la que se equilibrará la estructura del árbol en todas las direcciones mejorando la aireación la incidencia de luz.

Esta poda es la que se va a realizar prácticamente hasta que entre en producción el árbol de pistacho.

Para esta plantación se va a realizar, una formación de vaso por pisos, como se puede ver en el anejo III: Estudio de alternativas.

Primer año.

En el invierno del primer año (febrero-marzo), post-plantación, se realizará el despunte del brote principal a una altura de 1 m desde el nivel del suelo, utilizando tijeras de poda esterilizadas. Este corte definirá la cruz del árbol, facilitando la formación de ramas primarias en un sistema de vaso por pisos y optimizando las labores de poda posteriores. Los brotes secundarios próximos al punto de despunte se eliminarán parcialmente, dejando un tocón de 2-3 cm para evitar rebrote, mientras que los brotes y yemas inferiores se suprimirán en su totalidad mediante corte raso al ras del tallo, inhibiendo la brotación indeseada y promoviendo el desarrollo estructural del árbol.

Segundo año.

En el verano del segundo año, se eligen los cuatro brotes mejor situados, si no fuera posible, se eligen los tres mejores. El resto de los brotes se cortan por la base. La mejor situación de los brotes es que formen un ángulo de 120^a grados entre sí. Al principio se eligen 4 brotes por un posible riesgo de rotura, de esta manera tendríamos un brote sustituto para poder formar el árbol.

En invierno de ese mismo año, se despuntan los tres mejores brotes posicionados a una distancia de 50 cm de la cruz procurando que la última yema antes del despunte esté mirando hacia el exterior.

Tercer año.

En la primavera del tercer año de la plantación, crecerán nuevos brotes desde las tres ramas principales que se habían dejado. Esos nuevos brotes irán destinados a formar el primer piso, y la prolongación de la rama principal.

Por ello, se elegirá un brote en las tres ramas principales, dicho brote deberá ir en la misma dirección para las tres ramas, a la izquierda o a la derecha de la rama principal. Una vez elegido el brote, se cortarán los demás, a excepción del último brote de la rama, que será la prolongación para formar el segundo piso.

En el invierno se despuntarán la prolongación de los tres ramos, el despunté se realizará a la misma distancia en los tres brotes, y dejando la última yema orientada al exterior.

Los brotes destinados a formar las ramas laterales del primer piso se dejan intactos, ya que se cubrirán de órganos fructíferos.

Cuarto año y sucesivos.

En el verano del cuarto año se elegirán los brotes terminales exteriores que hayan nacido del despunte de los brazos para formar la prolongación de la rama principal, y se seleccionan los brotes laterales, escogiendo el que esté mejor posicionado y uno por brazo, para formar el segundo piso. A la hora de elegir estos brotes, es importante elegir aquellos que tengan la dirección contraria a los del piso anterior. El resto de los brotes se cortarán por la base.

En invierno de ese mismo año se despuntarán los tres ramos principales, a la misma longitud que el año anterior, 50 cm, dejando la última yema orientada hacia el exterior. Después se eligen las ramas laterales que se habían dejado durante el verano, y se dejará únicamente una por piso, a no ser que haya alguna otra que sea débil y nos cubra un espacio vacío en el árbol.

En las ramas que se habían dejado del año anterior aparecerán órganos fructíferos que se respetarán en su totalidad.

Este proceso se repetirá en años sucesivos hasta llegar al sexto año donde el árbol quedará totalmente formado.

1.2.3 Poda de fructificación

Las yemas de flor empezarán a aparecer en el tercer año a partir del injerto, y es a partir del sexto año cuando el árbol ya empieza a tener una producción constante de este tipo de yemas. Esta poda es esencial para que el árbol pueda mantener unas reservas mínimas, y que produzca fructificaciones en caso de una situación adversa.

Los objetivos son mantener el árbol dentro de los límites marcados de la plantación, reducir la vecería, maximizar la aireación y la iluminación del árbol para mejorar sus condiciones sanitarias, y estimular la renovación del árbol produciendo madera nueva.

Esta poda se hará de manera anual.

Es muy importante saber que para despuntar una rama en pistacho siempre se hará sobre una yema de madera, ya que si despuntamos sobre una yema floral se perdería la rama entera.

A la hora de la poda se deberá tener en cuenta, el vigor de la rama, la producción de la rama y del árbol entero, y de la colocación de la rama.

Por lo tanto, se deberán cortar aquellas ramas que estén mal situadas en el árbol, ya que interfieren con otras mejor colocadas.

Se despuntarán ramas en función del vigor del árbol siendo la distancia del despunte más larga o más corta dependiendo del vigor del árbol.

Se tendrá en cuenta cuanta producción queremos obtener del árbol, ya que dejar un árbol joven con mucha producción nos puede provocar la entrada del árbol en vecería, por lo que hay que tener en cuenta la producción que se va a dejar en función de cuanta puede soportar el árbol.

1.2.4 Resumen de la poda

Tabla 2. Resumen de las labores de poda

Actividad	Años	Descripción	Época
Poda de formación	1-6 años	Operarios + tijeras	Invierno
Poda de fructificación	6-25 años	Operarios + tijeras	Invierno

1.3 Diseño agronómico del riego

1.3.1 Cálculo de las necesidades de riego

Para calcular las necesidades de riego de la plantación se usará el método de balance hídrico. Con este método se calcularán las entradas y las salidas de agua de la planta.

1.3.1.1 Necesidades netas de riego

Las necesidades netas de riego (Nn) se definen como la diferencia entre las salidas de agua (evapotranspiración del cultivo, ETc) y las entradas (precipitación efectiva, PE), aplicable cuando ETc supera a PE. La precipitación efectiva se calcula multiplicando la precipitación media mensual (P, mm/mes) por un coeficiente de eficiencia hídrica (0,7), según el método FAO-56, considerando las características del suelo franco-arenoso y el clima continental de Moraleja de las Panaderas.

$$PE = P * 0,7$$

Donde:

PE: precipitación efectiva, en mm/mes.

P: precipitación media mensual, en mm/mes.

Las necesidades netas en riego localizado vienen definidas por la siguiente fórmula proporcionada por el manual 56 de la FAO siendo K1, K2 y K3 son ajustes para el riego por goteo.

$$Nn = (ET_o * Kc * K1 * K2 * K3) - PE$$

Siendo:

Nn: necesidades netas de riego, en mm/mes.

ET_o: evapotranspiración de referencia, en mm/mes.

Kc: coeficiente de cultivo, varía a lo largo del año, en tanto por uno.

K1: coeficiente corrector por localización, en tanto por uno.

K2: coeficiente corrector por variación climática, en tanto por uno.

K3: coeficiente correcto por advección, en tanto por uno.

PE: precipitación efectiva.

Tabla 3. Cálculo de ETo , ETc , PE y balance hídrico

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
ETo (mm/mes)	14	25	48	75	102	129	138	122	90	48	21	14
Kc	0	0	0	0,25	0,8	1,13	1,19	1,16	0,93	0,56	0,35	0
$K1$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
$K2$	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
$K3$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
ETc (mm/mes)	0	0	0	11,64	50,67	90,52	101,98	87,88	51,98	16,69	4,56	0,00
P (mm/mes)	38,40	25,30	27,77	43,71	42,75	28,40	13,80	10,43	27,34	52,79	47,46	39,10
PE (mm/mes)	26,88	17,71	19,44	30,60	29,93	19,88	9,66	7,30	19,14	36,95	33,22	27,37
Balance (mm/mes)	26,88	17,71	19,44	18,95	-20,75	-70,64	-92,32	-80,58	-32,84	20,26	28,66	27,37

Los valores de ETo han sido obtenidos del programa de cálculo de la FAO llamado CROPWAT, al igual que el valor del coeficiente de cultivo también ha sido obtenido de la FAO. La precipitación había sido calculada con anterioridad en el Anejo Condicionantes.

Coeficiente de cultivo Kc

El valor de este coeficiente depende de la edad y desarrollo de la planta. Los valores que se han utilizado y que se pueden observar en la tabla 3 han sido obtenidos del manual 56 de la FAO.

Coeficiente corrector por localización K1

Este coeficiente se basa en tener en cuenta el área sombreada por la copa del árbol, ya que, en esta área en riego localizado, la pérdida de agua es menor que en el área no sombreada. El coeficiente se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$K1 = 1,34 * FAS$$

Donde:

$$FAS = \frac{\text{Area sombreada}}{\text{Marco de plantación}} = \frac{\pi * (2,25)^2}{7 * 5} = 0,45$$

$$K1 = 1,34 * 0,45 = 0,6$$

Coeficiente corrector por variación climática K2

Se utiliza para ajustar la evapotranspiración de un cultivo (ETC) en función de las variaciones climáticas que puedan ocurrir a lo largo del tiempo.

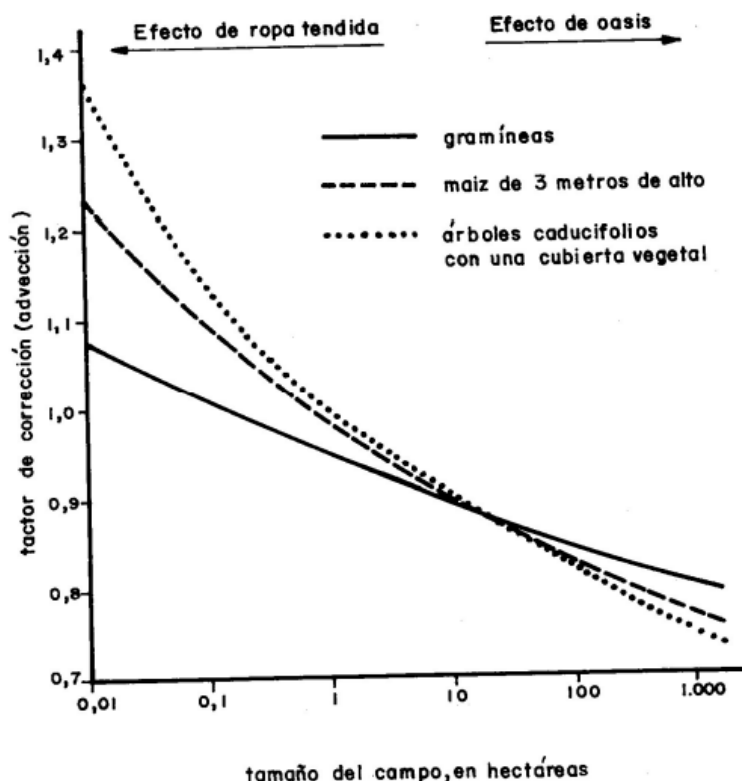
En esencia, este coeficiente busca tener en cuenta que las condiciones climáticas pueden variar de un año a otro, y que estas variaciones pueden afectar la cantidad de agua que necesita un cultivo. Por lo tanto, al aplicar el coeficiente K2, se busca asegurar que el sistema de riego sea capaz de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo incluso en años con condiciones climáticas desfavorables.

Para la región donde está ubicada la finca donde se va a situar la plantación se fija un valor de K2 = 1,15

Coeficiente corrector por advección K3

Los efectos del movimiento del aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo. Este microclima depende, además de por el propio cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes. Este coeficiente se obtiene mediante el siguiente gráfico.

Ilustración 1. Gráfico para la obtención del coeficiente de advección.



Para nuestro caso el coeficiente de advección K3 va a ser 0,9.

1.3.1.2 Necesidades brutas de riego

Las necesidades brutas de riego (Nb) representan la cantidad total de agua que debe aplicarse a un cultivo para satisfacer sus necesidades netas de riego (Nn), teniendo en cuenta las pérdidas de agua que ocurren durante el proceso de

riego. Estas pérdidas pueden deberse a factores como la eficiencia del sistema de riego, la escorrentía, la evaporación y la filtración profunda.

$$Nb = \frac{Nn}{Ea} = \frac{Nn}{P * (1 - L) * CU}$$

Donde:

Nb: necesidades brutas, en mm/mes.

Nn: necesidades netas, en mm/mes.

Ea: eficacia de aplicación, en tanto por uno.

P: relación de percolación, en tanto por uno.

L: requerimiento de lavado, en tanto por uno.

CU: coeficiente de uniformidad, en tanto por uno.

Relación de percolación (P)

Se encuentra tabulada. Para nuestro suelo de textura franco-arenosa y el clima de carácter continental, la relación de percolación es de 0,95, obtenido del manual 56 de la FAO

Requerimiento de lavado (L)

Se calcula con la siguiente fórmula.

$$L = \frac{CEa}{2máxCe}$$

Siendo:

L: requerimiento de lavado en tanto por uno.

CEa: conductividad eléctrica del agua de riego, expresada en dS/m.

maxCea: conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual el descenso de producción es del 100%. Se obtiene de publicaciones de la FAO.

Teniendo en el caso del pistacho un valor de 3,5 dS/m. L va a tener un valor de 0,97.

Coeficiente de uniformidad.

El coeficiente de uniformidad (CU) es un indicador que nos permite evaluar la eficiencia de un sistema de riego por goteo.

Viene tabulado, teniendo un valor del 95% en instalaciones de riego por goteo.

Tabla 4. Cálculo de las necesidades brutas de riego

Mes	Nn (mm/mes)	P	L	CU	Nb (mm/mes)
mayo	20,75	0,95	0,97	0,95	23,70
junio	70,64	0,95	0,97	0,95	80,69
julio	92,32	0,95	0,97	0,95	105,46
agosto	80,58	0,95	0,97	0,95	92,05
septiembre	32,84	0,95	0,97	0,95	37,51

El caudal que van a portar las tuberías y el número de emisores se calculará en base al mes de mayores necesidades, en nuestro caso correspondiente con el mes de julio.

Para ello se calculará las necesidades de riego por árbol y día para el mes de julio, mediante la siguiente fórmula.

$$Nb = \frac{\frac{92,32 \text{ L}}{\text{mes}} * \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{ha}}}{285 \frac{\text{árboles}}{\text{ha}}} = 3239,29 \frac{\text{L}}{\text{árbol}} * \text{mes} = 105,46 \frac{\text{L}}{\text{árbol}} * \text{día}.$$

A continuación, en la tabla 6 se encuentran los mismos datos para los demás meses.

Tabla 5. Necesidades netas de riego por árbol.

Mes	Nb (mm/mes)	N (L/árbol * mes)	Nb (L/árbol*día)
mayo	23,70	831,58	26,83
junio	80,69	2831,23	94,37
julio	105,46	3700,35	119,37
agosto	92,05	3229,82	104,19
septiembre	37,51	1316,14	43,87

1.3.2 Cálculo de emisores por planta y caudal del emisor

Superficie mojada por emisor

Es la proyección horizontal del volumen mojado de suelo. Como suponemos que esta superficie va a ser aproximadamente circular, definimos el diámetro mojado.

Esta superficie se estima mediante el tipo de suelo y el caudal del emisor.

Tabla 6. Fórmulas para determinar el diámetro mojado

Textura del suelo	Diámetro
Textura fina	$Ds = 1,2 + 0,1 * q$
Textura media	$Ds = 0,7 + 0,11 * q$
Textura gruesa	$Ds = 0,3 + 0,12 * q$

Donde:

Ds: diámetro de la superficie mojada, en metros.

q: caudal del emisor, en L/h.

La parcela donde va a estar ubicada la plantación tiene una textura media por lo que usaremos la siguiente fórmula.

$$Ds = 0,7 + 0,11 * q$$

El caudal que vamos a seleccionar es de 4 L/hora.

$$Ds = 0,7 + 0,11 * 4 = 1,14 \text{ m}$$

Por lo tanto, el área mojada por cada emisor es:

$$A = \pi * \left(\frac{Ds^2}{4} \right) = \pi * \left(\frac{1,14^2}{4} \right) = 1,02 \text{ m}^2 \text{ se mojan con cada emisor.}$$

Porcentaje de suelo mojado

Como en riego localizado solo se moja una fracción del suelo, hay que prever una superficie mojada, para que el sistema radicular se desarrolle convenientemente. Para cultivos de marco amplio este porcentaje está entre el 25 y 35%.

Para nuestro caso vamos a fijar este porcentaje en 35%, que es lo recomendado para cultivos leñosos de marco amplio.

Número de emisores por planta

El número mínimo de emisores por planta viene definido mediante la siguiente fórmula.

$$N = \frac{\text{marco de plantación} * FAS * P}{\text{superficie mojada por emisor}} = \frac{7 * 5 * 0,45 * 0,35}{1,02} = 5,4 \sim 6 \text{ emisores.}$$

Donde:

FAS: área sombreada por la planta.

P: porcentaje de superficie mojada.

Espaciamiento de los goteros en los portagoteros

La distancia entre los goteros consecutivos se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$D = r * \left(2 - \frac{s}{100} \right)$$

Siendo:

D: distancia entre goteros, en metros.

r: radio de la superficie mojada, en metros.

S: solape entre bulbos contiguos húmedos.

Habitualmente el solape entre bulbos contiguos oscila entre el 10% y el 30%. Para este caso se considera un solape del 20%.

$$D = 0,57 * \left(2 - \frac{20}{100} \right) = 1,02 \approx 1 \text{ m}$$

La distancia entre goteros será de 1 m.

1.3.3 Intervalo entre riegos y tiempo de riego.

Las necesidades de la planta son las que van a determinar la cantidad de agua en el riego.

Para calcular la cantidad de agua aplicada en cada riego se usa la siguiente fórmula.

$$n * q * t = Nt * I$$

Que a su vez es obtenida mediante la igualación de las siguientes fórmulas.

$$Dt = n * q * t$$

$$Dt = Nt * I$$

Donde:

Dt: dosis total, en litros (L).

n: número de emisores.

q: caudal de cada emisor, en litros hora (L/h)

Nt: necesidades totales, en litros día por árbol.

I: intervalo entre riegos, en días.

$$t = \frac{Nt * I}{n * q} = \frac{119,37 \frac{L}{día} * 1 día}{6 emisores * 4 \frac{L}{h}} = 5 horas$$

La duración del riego en el mes de julio, que es el de máximas necesidades será de 5 horas.

En la siguiente tabla se refleja la duración de los riegos en los demás meses, obtenido mediante el mismo procedimiento.

Tabla 7. Duración de riego para cada mes

Mes	Nb (L/árbol*día)	n	I (días)	q (L/h)	t (h/día)
mayo	26,83	6	1	4	1,12
junio	94,37	6	1	4	3,93
julio	119,37	6	1	4	4,97
agosto	104,19	6	1	4	4,34
septiembre	43,87	6	1	4	1,83

1.3.4 Resumen del diseño agronómico del riego

La dosis calculada, es para un árbol que ha empezado su plena fase productiva, y que ya se ha terminado de formar.

El cultivo se regará menos en sus primeros años, debido a que sus necesidades hídricas van a ser menores en los primeros años.

El primer año se regará al 30% de sus necesidades hídricas totales, y se irá añadiendo un 10% hasta llegar al octavo año, donde se considera, que el árbol ha alcanzado su plena fase productiva.

Tabla 8. Resumen diseño agronómico del riego

		mayo	junio	julio	agosto	septiembre
1º año (30% Nt)	Nt (L/árbol*día)	8,05	28,31	35,81	31,26	13,16
	t (h/día)	0,34	1,18	1,49	1,30	0,55
2º año (40% Nt)	Nt (L/árbol*día)	10,73	37,75	47,75	41,68	17,55
	t (h/día)	0,45	1,57	1,99	1,74	0,73
3º año (50% Nt)	Nt (L/árbol*día)	13,42	47,19	59,69	52,10	21,94
	t (h/día)	0,56	1,97	2,49	2,17	0,91
4º año (60% Nt)	Nt (L/árbol*día)	16,10	56,62	71,62	62,51	26,32
	t (h/día)	0,67	2,36	2,98	2,60	1,10
5º año (70% Nt)	Nt (L/árbol*día)	18,78	66,06	83,56	72,93	30,71
	t (h/día)	0,78	2,75	3,48	3,04	1,28
6º año (80% Nt)	Nt (L/árbol*día)	21,46	75,50	95,50	83,35	35,10
	t (h/día)	0,89	3,15	3,98	3,47	1,46
7º año (90% Nt)	Nt (L/árbol*día)	24,15	84,93	107,43	93,77	39,48
	t (h/día)	1,01	3,54	4,48	3,91	1,65
8º año (100% Nt)	Nt (L/árbol*día)	65,51	120,94	131,85	113,62	69,45
	t (h/día)	1,12	3,93	4,97	4,34	1,83

1.4 Fertilización

La fertilización es indispensable en una plantación de pistachos, para cubrir posibles carencias de elementos nutritivos y de esta manera conseguir una cosecha óptima.

Hay muchos factores que son relacionados con la fertilización de una plantación:

- La profundidad del suelo: a mayor profundidad va a haber mayor cantidad de volumen de almacenaje de agua y nutrientes.
- Textura del suelo: está relacionado con la capacidad de intercambio catiónico, es decir, la facilidad con la que una planta puede absorber los nutrientes.

- pH: actúa sobre la disponibilidad de nutrientes. Un pH bajo puede ocasionar carencias de magnesio, fósforo, calcio y molibdeno, y también puede provocar un exceso de magnesio. Un pH alto puede provocar bloqueos de zinc, magnesio, hierro y cobre.
- Portainjerto: cada portainjerto tiene una eficiencia nutricional y vigor diferente, por lo que también varía la capacidad de absorber agua y nutrientes.
- Cuidados: la presencia de malas hierbas puede competir por el agua y los nutrientes presentes en la plantación, y de este modo la reducción de estos para los árboles.

1.4.1 Fertilización orgánica

Aun que nuestro terreno tiene un buen porcentaje de materia orgánica (1,86%) se va a aplicar una enmienda de materia orgánica antes de la plantación de los pistachos, para elevar el porcentaje mencionado antes.

El porcentaje al que se quiere elevar la MO del suelo es de 2,5%.

Para esta enmienda se va a aplicar 42 toneladas/ha de estiércol con un contenido en MO del 40% de una granja porcina cercana a la explotación.

1.4.2 Fertilización mineral

Las necesidades de los macronutrientes en el árbol de pistacho van a depender de sus extracciones. Estas van a ser mayores en los años de producción (años ON) que en los años de menos producción (años OFF).

Nitrógeno

Es el elemento más consumido junto al calcio, llegando a consumir un árbol 700 gramos en un año.

Es un elemento muy ligado a la producción y a la resistencia de enfermedades. Su aplicación se debe realizar de forma adecuada, ya que una dosis excesiva puede provocar un vigor excesivo generando problemas en la inducción floral por exceso de vigor.

Las necesidades de nitrógeno los seis primeros años de la plantación son de entre 20 y 35 kg N/ha, por lo que se aplicará una dosis de 35 kg N/ha.

Los primeros años en el que el pistacho de fruto, se aplicará 50 kg N/ha + 30 kg N por cada tonelada de fruto producido.

Una plantación adulta media fija sus necesidades de nitrógeno entre 60 y 90 kg N/ha por cada tonelada de pistacho producido.

Por lo que si fijamos una producción media de 1000 kg/ha de pistacho fijándonos en los rendimientos de plantaciones de la zona que se encuentra ya en una fase madura de plena producción. Por lo que las necesidades de nitrógeno anuales serían de 90 kg/ha.

Fósforo

Después del nitrógeno es el elemento que más puede limitar el rendimiento del cultivo. Este elemento es fundamental en números procesos bioquímicos a nivel celular, e incrementa la resistencia a enfermedades y la eficiencia del uso del agua.

Una plantación de pistachos se estima que necesita 12 kg/ha para el crecimiento vegetativo, y 2 kg/ha por cada tonelada de cosecha producida a mayores para la producción de fruto.

Potasio

Este elemento es importante para la resistencia de los árboles a diferentes estreses, como pueden ser el frío, plagas, y enfermedades.

Las necesidades medias de una plantación de pistacho son de 30 kg/ha en los años OFF y de 75 kg/ha en los años ON.

Tabla 9. Resumen de necesidades y aportaciones

Elementos	Necesidades		Aportaciones
Nitrógeno	Años 0-6	35 kg/ha	35 kg/ha
	Años 7-10	50 kg/ha + 30 kg/ha	50 kg/ha + 30 kg/ha
	Años 11- En adelante	90 kg/ha	90 kg/ha
Fósforo	Años 0-6	12 kg/ha	12 kg/ha
	Años 7-En adelante	12 kg/ha + 2 kg/ha por t de fruto	12 kg/ha + 2 kg/ha por t de fruto
Potasio	Años ON	30 kg/ha	30 kg/ha
	Años OFF	75 kg	75 kg

1.5 Mantenimiento del suelo

El sistema de mantenimiento del suelo va a ser mixto, esto supondrá que a lo largo del año se mantendrá la cubierta vegetal, la cual será espontánea, pero se usarán herbicidas para la línea de cultivo en los meses más exigentes para el cultivo del pistacho. Exceptuando los tres primeros años donde no se utilizarán herbicidas para evitar dañar los árboles, por lo que se controlará mediante trabajos manuales.

A su vez, la cubierta vegetal se deberá cortar cuando alcance una altura que dificulte posibles labores como pueden ser la poda o la recolección, así que se fijará una altura de 25 cm máxima, para que cuando llegue a esa altura se proceda al corte de la cubierta vegetal.

En la línea de cultivo se utilizarán herbicidas a partir del tercer año, estando este incluido, para evitar el crecimiento de la cubierta. Se utilizará glifosato, siempre respetando las medidas de seguridad y sin dañar el cultivo de pistacho.

1.6 Polinización

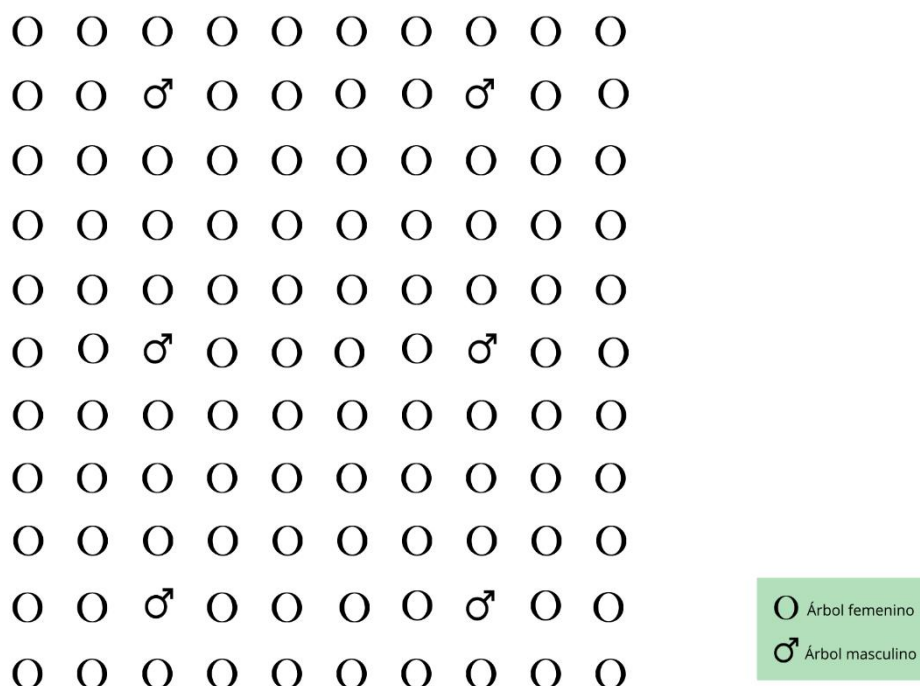
El árbol de pistacho al ser una especie dioica necesita árboles masculinos para la polinización ya que son estos los que van a producir el polen necesario para la fecundación de los árboles hembra.

Es sumamente importante una buena colocación de los árboles masculinos para que el polen se distribuya correctamente por toda la finca y se polinicen todos los árboles femeninos.

En las hileras de los bordes de la finca irán árboles femeninos, ya que los árboles colocados en esas posiciones son generalmente más productivos al no estar rodeados completamente por competidores de luz, nutrientes y agua.

El polinizador principal de la plantación será Peter, junto con C-Especial como polinizador temprano y Guerrero como polinizador temprano (Anejo Estudio de las alternativas).

Ilustración 2. Croquis de la disposición de árboles femeninos y masculinos



1.6.1 Polinización artificial

Existe la posibilidad que en determinados años la polinización natural no pueda realizarse por falta de polen.

Si se diera el caso se debería comprar polen de otras plantaciones de una variedad que sea compatible con la variedad de los árboles femeninos.

1.7 Tratamientos fitosanitarios

1.7.1 Plagas

Las plagas más comunes que se pueden encontrar en España en la actualidad se manifiestan en forma de chinches, polillas de almacén, avispas, psilas, polilla gris, ácaros, gusano naranja, mariposa de banda oblicua, barrenador de la rama, barrenillo, escarabajo de raíz, saltador de hoja, cochinillas, clítra o escarabajillo, nemátodos, vertebrados. Dentro de estos grupos, las más comunes en la zona de la plantación son las siguientes.

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

1.7.1.1 Chinchés

Ocasionalmente problemas durante un periodo de tiempo muy reducido del crecimiento, desde la floración (finales de marzo y primera quincena de abril) hasta el endurecimiento de la cáscara (finales de mayo). Producen daños en el epicarpio, al introducir el estilete en la parte exterior del fruto para alimentarse de su savia. Esto produce el ennegrecimiento de los frutos, el fruto se arruga, se necrosa y termina cayendo. En el interior del fruto aparece una mancha negra donde el insecto ha introducido la púa. Los adultos suelen aparecer en mayo o principios de junio.

También pueden causar daños indirectos, elevando la aparición de enfermedades producidas por hongos, introduciéndose por las heridas causadas por las chinches.

Control convencional: está autorizado el lambda cihalotrin a una concentración del 5%.

Tipos de chinches:

Chinche rojo: en España destaca *Lygaeus pandurus* Scopoli. Es de color rojo, con una banda negra que lo cruza transversalmente por la mitad del tórax y dos manchas blancas en su mitad inferior. El control se realiza como se ha explicado anteriormente en el apartado general.

Chinche de las patas de hoja: destaca *Leptoglossus occidentalis* Heidemann. Son más frecuentes al comienzo de la temporada, el daño que ocasionan es mucho más grave, ya que el árbol no tiene la capacidad de compensar los frutos dañados. Antes de que haya endurecido la cáscara las chinches son capaces de haber producido lesiones en el epicarpio junto a necrosis del grano interior. Una vez que se ha endurecido la cáscara, únicamente los insectos adultos son capaces de atravesarla y afectar a la semilla.

Nezara: destaca *Nezara viridula* Linnaeus. Durante la época de invierno se refugian en las hojas secas o el propio suelo. Cuando las temperaturas son más suaves salen de sus refugios y se alimentan de las plantas más cercanas. Son animales con actividad nocturna. Los adultos de esta especie son de 12 mm de largo y 8 mm de anchos, de color verde y viven durante varios meses. Depositán sus huevos en el envés de las hojas, al principio son de un color amarillento y luego se vuelven rosados, poseen forma de barril. Cuando dichos huevos eclosionan aparecen las ninfas de color rojo que se van oscureciendo a un color marrón rojizo con manchas blancas y amarillas. En condiciones normales, esta especie es controlada por sus propios enemigos naturales, pero en ocasiones especiales es necesario la aplicación de tratamientos generales. Las trampas

luminosas son una manera efectiva para atrapar a los adultos, debido a su actividad nocturna.

Brachinema: El invierno como adultos lo pasan en plantas silvestres. Pueden causar daños directos, lesionando el epicarpio al comienzo de la temporada, o indirectos, transmitiendo diferentes enfermedades causadas por hongos. Los adultos miden 10 mm de largo, son de color verde con una mancha central inferior de color blanco. En las ninfas se distingue mejor la franja que divide en dos el tórax con manchas blancas discontinuas.

1.7.1.2 Polillas de almacén

Constituyen un problema debido a que su hábitat incluye muchos tipos de clima y ataca a frutos y semillas sometidos a procesos de almacenamiento. Es una polilla de hábitos nocturnos, solo ocasiona problemas en el proceso de almacenaje, depositando los huevos en un hueco que ella misma crea en el grano del pistacho. Esto puede ocurrir en el árbol, en frutos pasados de madurez, o en el almacén. El daño es mayor cuando se observan los desechos de la alimentación de las larvas junto a la seda que ellas mismas segregan, dando un aspecto de suciedad. Las polillas suelen aparecer en lugares donde se almacena producto infectado, también se las puede ver en fuentes de luz, llegando a tener hasta 6 generaciones anuales, con una duración de 45 días.

Los adultos miden unos 12 mm de largo y unos 20 mm de ancho. Las alas anteriores poseen un color marrón rojizo, mientras que la cabeza y el tórax son de color gris. Los huevos son depositados directamente en la fuente de alimento de las futuras larvas. Una hembra puede llegar a poner hasta 400 huevos por apareamiento. Los huevos eclosionan en una semana si están a 20 °C.

Control convencional: Se deben realizar controles anuales a base de trampas de feromonas. Estos controles son muy útiles a la hora de saber cuál es el momento oportuno y de mayor eficacia para realizar los tratamientos. El control químico, es poco eficaz y suele provocar una resistencia que va aumentando con el tiempo.

1.7.1.3 Avispas

Pasas el invierno como larva dentro del fruto, después emergen del fruto convertidas en unas pequeñas avispas adultas. Las hembras ubican sus huevos en mayo o junio en el interior de las cascaras de los frutos maduros que han quedado en el árbol. La segunda generación de adultos sale a mediados o finales de verano y ponen sus huevos en las duras cascaras de los frutos maduros, de cuyos granos se alimentarán las larvas.

Los adultos son de un color amarillo dorado, sus larvas son blancas y maduran en junio y permanecen en el fruto del pistacho hasta abril. El daño lo causan la primera generación de larvas.

1.7.1.4 Ácaros

Viven en la parte aérea del árbol. Los adultos pasan el invierno cerca de la base de los brotes, escamas de las yemas. Se activan en primavera, atacando brotes y hojas tiernas. Una infección severa puede causar deformaciones en ramas, brotes, hojas y racimos.

Adultos son de color rojo, con numerosas manchas de color negro. Los huevos, de color rojizo, se depositan sobre las hojas.

Control convencional: el azufre en polvo es uno de los mejores acaricidas cuando se aplica antes de que la población se multiplique en exceso. También se puede usar el polisulfuro de calcio y el hexitiazox.

1.7.1.5 Barrenillo

Pasan el invierno en estado de huevo y los adultos salen del marzo a mayo alimentándose de brotes y ramas mediante orificios en la corteza. Normalmente, cada adulto produce daños en una sola yema. Permanece en túneles fabricados por ellos mismos hasta finales de octubre, ahí se produce la puesta. La incubación de los huevos dura 19 días y las larvas generan galerías de alimentación bajo la corteza. Posee una generación de un año.

Pequeños escarabajos de 2.5 mm de longitud ovalados y de color marrón. Las larvas son de color blanco de unos 5 mm de longitud, mientras que los huevos son transparentes y con forma oval.

1.7.1.6 Cochinillas blandas

Producen daño en primavera y verano hasta que las temperaturas se elevan por encima de 32 °C. Si esto se consigue al principio del verano, la mortalidad de los individuos en estados más juveniles es mayor. Debido a que producen melaza, no solo reducen la fotosíntesis, sino que también obstaculizan el desarrollo de brotes, lo que disminuye la apertura de los frutos.

La primera generación es de color marrón, con manchas amarillo-marrones cuando son jóvenes. Su forma aplanada y alargada, de 4 mm de longitud aproximadamente. La segunda es de un color marrón casi negro, con una cresta en forma de H en su dorso. La tercera es una cochinilla alargada con un revestimiento ceroso de color blanco. La cuarta es muy parecida a la anterior.

Control convencional: insecticidas a base de piriproxifen.

1.7.1.7 Clitra

Ocasionan numerosos daños en poco tiempo, sobre todo, en las plantaciones más jóvenes o en las hojas más tiernas de los árboles adultos. Devoran las hojas hasta quedar únicamente los nervios.

Adultos poseen el tórax de color oscuro metálico y miden entre 6 y 12 mm de longitud. Tienen alas de color naranja con dos puntos negros, uno en cada hombro. Los machos tienen unas patas delanteras más largas que las de las hembras. Sus huevos tienen forma cilíndrica y cónica en su vértice, son de color claro y van oscureciéndose con el paso del tiempo.

Control convencional: se utilizan productos de ingestión o contacto que controlan de manera eficaz esta plaga.

1.7.1.8 Nemátodos

Gusanos microscópicos que se adaptan a medios muy diferentes y que utilizan las plantas cultivadas como fuente de alimentación. Perforan las raíces con su estilete bucal succionando la savia y debilitando así la planta.

Pasan el invierno en forma de huevos, eclosionando en primavera. Estas primeras fases emigran por el suelo hasta las raíces del árbol donde se alimentan hasta convertirse en adultos.

No muestran síntomas característicos, suelen estar asociados a un proceso de amarilleamiento y marchitez de las hojas, y a una reducción de la cosecha.

1.7.2 Enfermades

A continuación, se describen las enfermedades más importantes en la zona de la plantación.

1.7.2.1 Botriosfera

Producida por un hongo que se propaga por el aire, ataca a multitud de especies, el pistacho entre ellas. El cultivar Kerman es muy susceptible a ella. Se desarrolla desde finales del mayo hasta octubre, si es una vez comenzada la brotación, las yemas no llegan a producir brotes, probablemente el árbol esté enfermo. Las yemas afectadas no llegan a desarrollarse y terminan secándose, las infecciones en los frutos se inician a través de lesiones causadas por diferentes hemípteros.

Los primeros síntomas aparecen durante la primavera. Los brotes que fueron infectados el año anterior producen racimos y ramas donde se desarrollará el hongo. Los brotes que han sido afectados crecen lentamente y adquiriendo un color negro antes de caerse. En las hojas o frutos verdes aparecen manchas y

lesiones circulares con márgenes cloróticas de color marrón. La infección en los frutos se muestra con puntos de color negro que van aumentando su tamaño.

Control convencional: Se utilizan fungicidas, como azoxistrobin y metil tiofanato. El momento de aplicación debe ser unos días antes de un suceso de lluvia, o 2 – 3 días después de llover desde la plena floración. Las técnicas combinadas de la eliminación de las ramas afectadas mediante la poda, un buen manejo del riego y la aplicación de dos o tres veces de fungicidas produce buenos resultados. En ocasiones también se hacen test predictivos en yemas y frutos jóvenes para detectar la incidencia de la enfermedad. Por otro lado, el aumento del potasio en los árboles y las aplicaciones de nitrato de calcio pueden reducir de forma considerable la incidencia de la enfermedad.

1.7.2.2 Verticilosis

Hongo penetra en el árbol por su sistema radicular, aunque en algunas circunstancias también puede hacerlo por heridas en su parte aérea. Este hongo puede llegar a sobrevivir hasta 15 años en el suelo en ausencia de plantas huéspedes, debido a unas estructuras llamadas microesclerocios que se propagan a través del agua de riego. Cada una de estas estructuras se considera la unidad de infección del hongo. La liberación de sustancias nutritivas por parte de la raíz del árbol estimula su germinación. Una vez dentro el hongo se desarrolla en micelios, se va extendiendo desde la raíz hasta los brotes, impidiendo la llegada de agua y nutrientes. Se produce una marchitez progresiva en las hojas y estas caen al suelo. El árbol se va debilitando hasta morir, dependiendo de la gravedad de la infección. La humedad del suelo es el factor más importante en su desarrollo, por lo que se debe tener un buen sistema de riego para evitar posibles infecciones. Las condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad se dan con temperaturas entre 20 y 27 °C y suelos húmedos y frescos. Existe una relación de que, a mayor cantidad de agua, mayor volumen del suelo y mayor probabilidad de que se desarrolle, a su vez, a mayor volumen de sistemas radicular mayor concentración de microesclerocios.

Los síntomas se muestran principalmente en las ramas con racimos, ya que requieren mayor cantidad de agua. Las hojas afectadas comienzan a amarillear, terminando por secarse y quedando adheridas al árbol. Si el ataque es grave se puede apreciar una decoloración color café en el corte transversal de las ramas principales. Se muestra con dicha tonalidad oscura en manchas irregulares, lo que confirma la infección.

Control convencional: Se deben emplear métodos de desinfección o portainjertos tolerantes. En el caso de la fumigación se debe hacer en la fase de preplantación

con productos autorizados. Existe una correlación entre el déficit de potasio y fosforo con una mayor susceptibilidad a la enfermedad.

1.7.2.3 Alternaria

Producida por hongos que se propagan a través del aire. Su propagación es óptima cuando se encuentran a 27 °C de temperatura y la atmósfera es húmeda. Si las condiciones no son óptimas para su desarrollo pueden pasar varios años en espera. La mayor infección se produce de verano a otoño, produciendo importantes pérdidas en la cosecha y un deterioro de la calidad visual. Si el ataque es grave, puede ocurrir una defoliación temprana del árbol. Se desarrolla sobre todo en frutos y semillas con un contenido elevado de humedad. El envejecimiento de las hojas las hace más sensibles a la enfermedad, junto con las afectadas de color negro, suponen una gran fuente de infección. La falta de riego y las temperaturas extremas suponen el estrés del árbol, lo que influye en su desarrollo. El desarrollo incompleto del grano puede aumentar la sensibilidad del fruto a la enfermedad.

Primeros síntomas aparecen en las hojas con manchas angulares de color marrón o negro, van aumentando de tamaño con el paso del tiempo. Estas lesiones también pueden verse en los peciolo y nervios de las hojas.

En los frutos inmaduros aparecen manchas pequeñas de color negro. En la piel de los frutos maduros las manchas son algo más grandes, también de color negro y pueden estar rodeadas de un color púrpura. Si la infección es grave la epidermis de los frutos se ennegrece y se agrieta.

Control convencional: aplicación de fungicidas, como azoxistrobin.

1.7.2.4 Roya

Aparecen manchas necróticas en las hojas, con perforación de los limbos. Dichas manchas suelen ser de un color marrón rojizo y se encuentran tanto por el haz como en el envés y suelen estar rodeadas de un margen amarillento, también pueden aparecer en los frutos. Con el tiempo, las manchas comienzan a crecer y juntarse unas con otras hasta convertirse en un tejido necrosado.

Control convencional: se utilizan fungicidas eficaces que se usan como preventivos a partir de la brotación, como el difenoconazol. La mejor opción es utilizar tratamientos preventivos en pulverización foliar y alternarlos con otros fungicidas de distinta forma de acción.

1.7.2.5 Armillaria

Sus síntomas más comunes son el debilitamiento del árbol con hojas pequeñas y cloróticas, menor brotaciones y defoliación temprana. Los síntomas específicos se pueden observar en la corteza del cuello del árbol, la cual se separa fácilmente, los rizomorfos son planos y de color marrón oscuro, además de que la madera exterior aparece descolorida.

Control convencional: su control es difícil. Se dan tratamientos preventivos antes de la plantación con productos como el metam sodio durante el invierno.

1.7.2.6 Antracnosis

Se muestra con lesiones de color negro en el pellejo. La superficie entera del fruto arrugado se recubre de una masa de esporas de color rosa brillante. En las hojas aparece como lesiones con círculos de color negro en el nervio central.

Control convencional: tratamientos preventivos son los más eficaces, ya que una vez que la enfermedad se instala en el árbol es difícil de eliminar. Los fungicidas se deben aplicar en periodos de humedad.

1.8 Aclareo

Consiste en eliminar parte de los frutos de un árbol cuando todavía están en desarrollo. Dicha técnica se realiza en otros cultivos de frutales para que los frutos restantes crezcan más grandes y de mejor calidad. En el pistacho no está muy extendida, pero sería interesante implementarla en el caso de que se viera que la plantación está entrando en un proceso de vecería para evitar esta.

El aclareo se puede realizar mecánicamente o con productos químicos.

Para la elección de la mejor opción para realizar el aclareo, se deben tener en cuenta características específicas de la plantación como el tamaño, la disposición de los árboles, la vecería, y la carga que puede soportar un árbol.

1.8.1 Aclareo químico

Se aplican productos químicos para reducir la carga de fruto de los árboles.

Es un método más rápido, por eso se suele realizar en plantaciones de gran tamaño donde no da tiempo a aplicar un aclareo manual o mecánico.

Hay que tener en cuenta la seguridad alimentaria y precaución con el medio ambiente.

1.8.2 Aclareo mecánico

Se emplea maquinaria específica para realizar esta labor. Puede efectuarse en la etapa de floración o cuando los frutos están recién cuajados.

Reduce significativamente el tiempo y los costos asociados al aclareo manual tradicional.

No requiere el uso de sustancias químicas, lo que lo hace más ecológico y sostenible.

En el caso de que se dé la situación en la plantación de que haya que efectuar un aclareo, se utilizará este método.

2. Necesidades del proceso productivo

2.1 Maquinaria

2.1.1 Maquinaria alquilada

- Equipo de plantación

Maquina sobre la que trabajan tres operarios. La unidad se acopla al tractor, y mediante una reja abre un surco donde un operario se encarga de colocar las plantas. Posteriormente hay un sistema dos rejas que se encargan de tapar el surco abierto.

- Paraguas vibrador

Se utilizará para la cosecha del pistacho. Abraza el árbol por su base a modo de pinza, a la vez que la misma máquina despliega unas lonas a modo de paraguas inverso. Mediante vibración agita el árbol produciendo la caída de los frutos a las lonas, que canalizan el fruto interceptado hacia una pequeña tolva.

Este dispositivo está diseñado para ir acoplado a un tractor mediante un sistema de enganche frontal.

2.1.2 Maquinaria propia

- Tractor

La explotación dispone de dos tractores agrícolas propios con potencias de 73,5 kw (100 CV) y 110,3 kw (150 CV).

- Remolque

La explotación cuenta con un remolque basculante propio con una capacidad para 7.000 kg.

- Subsolador

Se utilizará antes de la colocación de los árboles en la finca, y se darán dos pases. Deberá ir acoplado al tractor de 110,3 kw.

- Cultivador

Cultivador de 40 brazos distribuidos en tres filas. Cada brazo tiene una separación de 20 cm.

- Pulverizador suspendido

Pulverizador de 18 metros que se utilizará para aplicar glifosato en la parcela antes de la plantación si fuera necesario.

- Atomizador

La explotación dispone de un atomizador con depósito de 2000 L de capacidad para hacer tratamientos fitosanitarios correctamente.

- Picadora de hierba

Máquina propia de la explotación que se utilizará para cortar y picar la cubierta vegetal de las calles.

2.1.3 Capacidad de trabajo de la maquinaria y tiempos empleados

Se calculará la capacidad de trabajo real, el tiempo de trabajo real y el tiempo de trabajo total.

- Capacidad de trabajo real

$$CTR = \frac{a * v * e}{10}$$

Donde:

CTR: Capacidad de trabajo real en ha/h.

a: anchura de trabajo real en metros.

v: velocidad de la labor en km/h.

e: eficacia en %.

- Tiempo de trabajo real

$$TTR = \frac{1}{CTR}$$

Donde:

TTR: tiempo de trabajo real en h/ha.

CTR: capacidad de trabajo real en ha/h.

- Tiempo de trabajo total

$$TR = TTR * S$$

Siendo:

TR: tiempo de trabajo total en h.

TTR: tiempo de trabajo real en h/ha.

S: superficie en ha.

Tabla 10. Capacidad de trabajo de la maquinaria previa a la plantación.

Labor	Maquinaria	a (m)	v (km/h)	e (%)	CTR (ha/h)	TTR (ha/h)	S (ha)	T (h)
Subsolado	Subsolador	2,50	9,00	0,80	1,80	0,56	20,43	11,35
Pase de cultivador	Cultivador	3,00	10,00	0,80	2,40	0,42	20,43	8,51
Tratamiento herbicida	Pulverizador	18,00	15,00	0,90	24,30	0,04	20,43	0,84

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO VI: ESTUDIO GEOTÉCNICO

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO VI

1.	Introducción.....	2
2.	Sismicidad.....	2
3.	Reconocimiento del terreno	3
3.1	Trabajos realizados.....	5
3.1.1	Columna estratigráfica esquemática.....	5
3.1.2	Ensayo de penetración dinámica.....	5
3.1.3	Ensayo de laboratorio.....	5
3.2	Análisis de los resultados.....	6
3.2.1	Cimentaciones.....	6
3.2.2	Carga admisible.....	6
4.	Conclusiones y recomendaciones de cimentación.....	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipo de construcción según el DB SE-C.....	3
Tabla 2.	Grupo de terreno según el DB SE-C.....	3
Tabla 3.	Distancias máximas entre puntos de reconocimiento.....	4
Tabla 4.	Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración según el DB SE-C.....	4
Tabla 5.	Resultados de granulometría.....	6
Tabla 6.	Presión admisible (Rodríguez Ortiz).....	6

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Mapa sísmico de la normativa sismorresistente NCSE-02.....	2

1. Introducción

El estudio tiene la intención de conocer las características, el comportamiento y las propiedades geotécnicas del terreno para recomendar la cimentación más apropiada.

2. Sismicidad

Las prescripciones para el diseño sísmico dadas en la Norma Sismorresistente NCSR 02 son de obligado cumplimiento en todas las obras del territorio nacional que ofrezcan valores de aceleración sísmica de cálculo superiores a 0.04 g.

La peligrosidad sísmica del territorio español se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica, que se puede observar en la Ilustración 1. Este mapa suministra la aceleración sísmica básica (a_b) y el coeficiente de contribución (K) que tienen en cuenta la influencia de los distintos tipos de terrenos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La ubicación del proyecto en la provincia de Valladolid se corresponde a una zona del territorio nacional en la que la aceleración sísmica es inferior a 0.04 g, por lo que no es de obligado cumplimiento la citada norma sismo resistente.

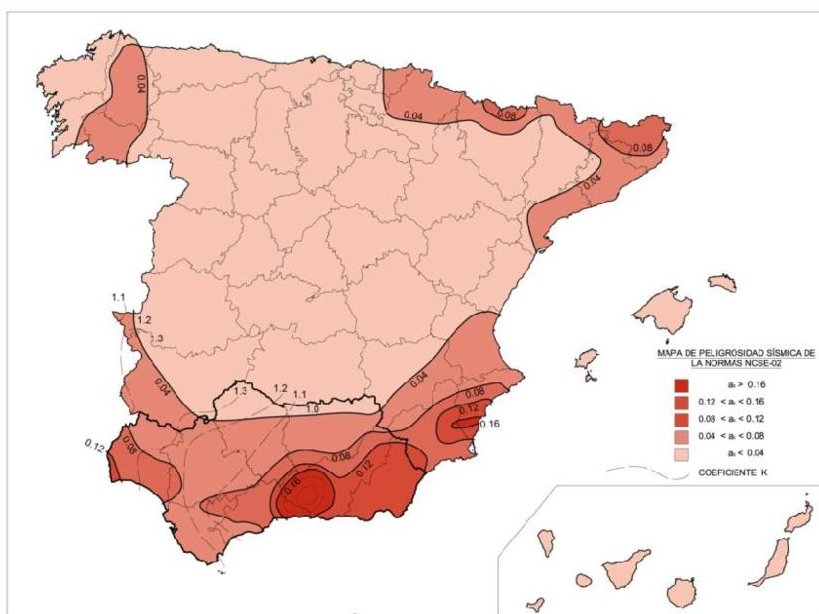


Ilustración 1. Mapa sísmico de la normativa sismorresistente NCSE-02

3. Reconocimiento del terreno

Para efectuar el reconocimiento del terreno se debe de seguir el CTE en su documento básico SE-C, aplicando el tipo de construcción y de terreno de las siguientes tablas.

Tabla 1. Tipo de construcción según el DB SE-C

Tipo de construcción	Descripción
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ² .
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas.
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas.
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas.
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

Según la tabla 1, la construcción proyectada pertenece a la clasificación C-0 “Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m².”

Tabla 2. Grupo de terreno según el DB SE-C

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: a) Suelos expansivos b) Suelos colapsables c) Suelos blandos o sueltos d) Terrenos kársticos en yesos o calizas e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades i) Terrenos con desnivel superior a 15° j) Suelos residuales k) Terrenos de marismas

Según la tabla 2, el tipo de terreno de nuestra edificación pertenece al grupo T-1.

Una vez descrito el terreno con las tablas anteriores, emplearemos las tablas 3 y 4, “Distancias máximas entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas” y “Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentajes de sustitución por pruebas continuas de penetración” para ajustarnos al código técnico.

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T-1		T-2	
	dmáx (m)	P (m)	dmáx	P(m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

La distancia máxima entre puntos de reconocimiento será de 35 metros y una profundidad de 6 metros. Solo serán necesarios dos ensayos en distintos puntos de la parcela para ver sus propiedades geotécnicas.

Tabla 4. Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración según el DB SE-C

	Número mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	50	40
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Al pertenecer nuestro terreno a la clasificación C-0, no es necesario efectuar ningún sondeo y el porcentaje de sustitución es nulo.

3.1 Trabajos realizados

Se ha realizado una calicata mecánica con posterior extracción de muestra alterada por medio de una retroexcavadora. Al mismo tiempo, se ha realizado un ensayo de penetración dinámica continua tipo Borro el mismo día.

Las características del equipo Borro utilizado en el ensayo son las siguientes:

- Varillaje: diámetro 32 mm
- Peso de la maza: 63,5 kg
- Altura de caída: 50 cm
- Puntaza:
 - o Sección cuadrada de 4x4 cm²
 - o Altura de 20 cm
 - o Punta piramidal con ángulo en el vértice de 90°

La resistencia del terreno a la penetración se expresará mediante el número de golpes para clavar continuamente la puntaza en tramos seguidos de 20 cm. El ensayo se considera acabado cuando en una tanda de 100 golpes no se consiguen los 20 cm, o cuando se alcanzan 75 golpes para profundizar 20cm durante tres veces seguidas.

3.1.1 Columna estratigráfica esquemática

Mediante la calicata mecánica realizada, se observan los materiales, a través de los cuales se pueden establecer tres niveles.

- Nivel 1: de 0,00 – 0,1 metros, tierra vegetal.
- Nivel 2: de 0,1 – 0,85 metros, fragmentos margocalizos.
- Nivel 3: por debajo de 0,85 metros, gravas margocalizas.

3.1.2 Ensayo de penetración dinámica

En el ensayo de penetración realizado, el rechazo se alcanza entre 6,55 y 6,73 metros de profundidad. Es decir, dicho ensayo alcanza el rechazo en el nivel 3 del presente informe, gravas siliciclásticas de origen Terciario. Según los ensayos, se deduce que dicho nivel de gravas aparece a partir de 0,85 metros de profundidad como puede apreciarse en la calicata abierta.

3.1.3 Ensayo de laboratorio

Para la determinación de las características intrínsecas de los materiales recogidos en campo se realizan ensayos granulométricos, límites de Atterberg, y contenido en sulfatos solubles de suelo y en agua.

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de granulometría del ensayo en el laboratorio:

Tabla 5. Resultados de granulometría

Granulometría		
UNE	% Traspasado	Límites
40	100	Líquido
25	93,8	NP
20	86,4	NP
5	69,46	Plástico
2	47,35	NP
0,4	39,11	Ind. Plasticidad
0,08	26,3	NP

3.2 Análisis de los resultados

3.2.1 Cimentaciones

El nivel de apoyo de una cimentación por zapatas debe situarse, según los resultados obtenidos, a partir de 0,30 metros de profundidad con respecto a la cota de boca de los ensayos que coincide con la superficie actual de la parcela

3.2.2 Carga admisible

Tabla 6. Presión admisible (Rodríguez Ortiz)

Terreno natural	Deformación (kg/cm ²)	V	Qadm (kg/cm ²)	
			Losa	Zapata
Gravas areno-arcillosas/limosas bien graduadas flojas	300	0,25	20	1
Gravas areno-arcillosas/limosas bien graduadas, compactadas, excavables con dificultad	600	0,2	3,5	2

Se propone adoptar como tensión admisible del terreno para una cimentación por zapatas de 2,00 kg/cm².

4. Conclusiones y recomendaciones de cimentación

El terreno es de tipo limoso semiduro sobre roca caliza de gran consistencia y resistencia en 2 Kg/cm². Los resultados de los análisis realizados en el laboratorio consideran como "apto" el terreno para llevar a cabo la ejecución del proyecto. En las calicatas no se ha alcanzado la capa freática hasta una

profundidad de 13 metros. El nivel de apoyo de la cimentación por zapatas debe situarse a partir de 0,30 metros, por lo tanto, se recomienda al promotor que lo sitúe entre 0,30 - 0,60 metros de profundidad. El nivel de apoyo por losa de hormigón se recomienda que sea de 10-25 cm de espesor.

En Medina del Campo, febrero de 2025

Fdo.: Carlos García López

Estudiante de Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO VII: INGENIERÍA DE LAS OBRAS

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO VII

1.	Caseta de riego	2
1.1	Necesidades	2
1.2	Diseño	2
1.3	Materiales	2
2.	Instalación de riego	3
2.1	Introducción	3
2.2	características del gotero	4
2.3	Ramales portagoteros	5
2.4	Tuberías terciarias	7
2.5	Dimensionamiento del cabezal de riego	9
2.5.1	Dispositivos de filtrado	9
2.5.2	Equipo de fertirrigación	11
2.6	Dimensionamiento de la instalación de bombeo	11
2.6.1	Potencia necesaria	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Número y superficie de los sectores de riego	3

1. Caseta de riego

1.1 Necesidades

En el interior de la caseta de riego se va a alojar la bomba y el cabezal de riego, tres tanques de 1000 L y otros dos tanques de 500 L, a mayores la caseta se utilizará para guardar herramientas para casos de emergencia. Con todos estos elementos se estima que el espacio necesario es de 15 m², que para facilitar la movilidad en el interior se duplicará el espacio, fijando el interior de la caseta en 30 m².

La caseta deberá contar con una iluminación y ventilación conveniente, por lo que se establecerá una ventana.

El acceso al interior de la caseta se hará mediante una puerta corredera de una hoja, para permitir la entrada y salida de equipos grandes de trabajo. Esta puerta corredera a su vez tendrá incorporada una puerta abatible de una hoja.

1.2 Diseño

Dimensiones de la caseta:

- Dimensiones exteriores: 6,00 x 5,00 m
- Altura lateral superior: 3,00 m
- Altura lateral inferior: 2,30 m
- Inclinación de la cubierta: 14 %

Las dimensiones del edificio van a permitir la ejecución in situ de la estructura mediante una losa de hormigón armado, muros de carga y perfiles metálicos para sostener la cubierta.

1.3 Materiales

La cimentación de la caseta consistirá en una losa de hormigón HA-25/P/20/I con 100 kg/m³ de acero B-500-S y unas dimensiones de 7,00 x 6,00 x 0,30 m. La cimentación irá sobre una superficie de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza.

El cerramiento de la caseta de riego también constituirá los muros de carga. Estos serán de bloque de hormigón de 40 x 20 x 20 cm cara vista y con acabado rugoso.

Para la cubierta se utilizarán paneles sándwich aislante de 50 mm de espesor, compuestos por una doble capa de chapa en la zona superior e inferior. Los paneles estarán apoyados sobre unas correas metálicas de perfil Z, apoyadas

directamente sobre el muro. El panel sándwich tendrá un vuelo de 15 cm para evitar que el agua golpee en la fachada.

La puerta será de chapa plegada de acero, de una hoja y será corredera a derechas. Esta a su vez tendrá una puerta abatible a derechas.

La puerta estará instalada en el alzado norte y tendrá unas dimensiones de 2,50 x 2,20 m.

La ventana para iluminación y ventilación será corredera de PVC y vidrio simple de 5 mm de espesor, de dos hojas y con unas dimensiones de 1,50 x 0,75 m, y se instalará a una altura de 1,75 m.

2. Instalación de riego

2.1 Introducción

La plantación va a ser regada mediante un sistema de riego por goteo, como se ha especificado en el Anejo III. Estudio de las alternativas.

El agua para el riego de la finca proviene de un pozo ya construido y que ha sido utilizado con anterioridad para riegos por aspersión. Este pozo tiene un caudal de 35 L/s y una profundidad de 20 m.

La parcela se va a dividir en cuatro sectores de riego ya que la geometría de la parcela y el caudal del pozo nos lo permiten. La división de los sectores, y por lo tanto sus superficies atienden a motivos geométricos.

Tabla 1. Número y superficie de los sectores de riego

Sector	Superficie (ha)
1	6,5
2	6,3
3	4,4
4	3,3

Para comprobar si tenemos un caudal suficiente en el pozo para regar los sectores de la parcela se aplicará la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{Nb * S}{3600 * t}$$

Donde:

- Nb: necesidades brutas de riego en el mes más desfavorable, en mm/día.
- S: superficie del sector más desfavorable, en m².

- t: tiempo de riego en el mes más desfavorable, en h.
- Q: caudal mínimo necesario para regar una superficie determinada, en L/s.

Por lo tanto:

$$Q = \frac{105,46 \frac{mm}{dia} * 65000 m^2}{3600 * 5 h} = 12,28 L/s$$

El caudal mínimo necesario para cubrir las necesidades en el mes más desfavorable y en el sector más desfavorable es de 12,28 L/s por lo que el caudal de nuestro pozo (35 L/s) es suficiente para nuestras necesidades.

Desde el cabezal de riego saldrán 4 tuberías, cada una se encargará de regar un sector diferente. De estas tuberías parten directamente los ramales portagotos, por lo que se colocarán 4 electroválvulas, una por tubería y se colocarán al principio para que se abran cuando corresponda el riego al sector que alimenta su tubería y se cierre cuando no corresponda.

2.2 características del gotero

Como se ha comentado con anterioridad en el anejo Ingeniería del proceso, se van a colocar 6 goteros por árbol cada gotero a una distancia de 1 m. Para ello se van a colocar dos tuberías portagotos por cada línea de plantación, de esta manera quedan 3 goteros a la izquierda y 3 goteros a la derecha de la línea de plantación, repartiendo de una manera más eficiente el agua. Colocando dos ramales portagotos por cada línea de plantación conseguimos acercar y alejar estos ramales según nos convenga para la realización de labores, además según vaya creciendo el árbol se irán separando los ramales de estos para forzar que el árbol extienda su sistema radicular.

La ecuación característica del gotero seleccionado es la siguiente:

$$Q = 4,21 * H^{0,03}$$

La presión nominal a la que trabajan estos emisores es de 10 m (1 bar).

2.3 Ramales portagoteros

Los ramales portagoteros o tuberías laterales son los encargados de aportar el agua a los emisores para que estos lo distribuyan en la parcela de manera uniforme.

La longitud de los ramales portagoteros va a depender del sector, siendo el portagoteros más largo de 245 m, perteneciente al sector 1.

Habrán 70 tuberías laterales, y cada una de ellas tendrá 147 goteros.

Para empezar a calcular se va a fijar que la variación de la tolerancia máxima de presiones debe de ser menor al 10% en el sector, que como se ha comentado se va a calcular para el sector 1, el cual es el más desfavorable.

Por ello:

$$\Delta \left(\frac{P}{\gamma} \right)_{Max. sector} = \frac{0,1}{x} * \left(\frac{Pa}{\gamma} \right) = \frac{0,1}{0,03} * 10 = 33,3 m$$

Donde:

- $\Delta \left(\frac{P}{\gamma} \right)_{Max. sector}$: tolerancia máxima de presiones, en m.
- $\left(\frac{Pa}{\gamma} \right)$: presión nominal del emisor, en m.
- x : exponente de descarga del emisor.

Ahora se va a proceder al dimensionado del lateral del riego. Para ello se debe calcular las pérdidas de carga admisibles en el lateral, que al no haber diferencia de cotas en la parcela es igual a la tolerancia máxima de presiones.

Por lo tanto:

$$\Delta H_{max} = 33,3 m$$

Con este dato hallo el diámetro comercial que me de unas pérdidas de carga menores a las pérdidas de carga admisibles en el ramal.

$$\Delta H_l = Fr * L * C * \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \leq \Delta H_{max}$$

$$D \geq \left(\frac{Fr * L * C * Q^{1,75}}{\Delta H_{max}} \right)^{\frac{1}{4,75}}$$

Ahora se va a calcular los componentes de la ecuación.

- L

$$L = L_o + L_{eq} = 247 + 22,05 = 269,05 \text{ m}$$

$$L_{eq} = 147 * 0,15 = 22,05 \text{ m}$$

- Fr

$$Fr = \frac{r + n * F - 1}{r + n - 1} = \frac{2,5 + 147 * 0,360 - 1}{2,5 + 147 - 1} = 0,366$$

- Q

$$Q = n * q = n * k * H^x = 147 * 4,21 * 10^{0,03} = 663,13 \frac{L}{h}$$

- C

Para 20°C tiene un valor de 0,464

Por lo tanto:

$$D \geq \left(\frac{Fr * L * C * Q^{1,75}}{\Delta H_{max}} \right)^{\frac{1}{4,75}} = \left(\frac{0,366 * 269 * 0,464 * 663,13^{1,75}}{33,3} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 11,7 \text{ mm}$$

Para 11,7 mm se va a escoger el diámetro comercial de 16 mm, que consta con un diámetro interior de 13,6 mm.

Como ya se ha obtenido el diámetro, se comprueba que las pérdidas de carga del lateral son menores que las pérdidas de carga admisibles.

$$\Delta H_l = Fr * L * C * \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \leq \Delta H_{max}$$

$$\Delta H_l = \frac{0,366 * 269 * 0,464 * 663,13^{1,75}}{13,6^{4,75}} = 16,3 \text{ m}$$

De este modo se comprueba que:

$$16,3 \text{ m} \leq 33,3 \text{ m}$$

La presión necesaria al inicio del ramal se calcula mediante:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4} * \Delta H_{max} + \frac{1}{2} * \alpha z_p = 10 + \frac{3}{4} * 16,3 = 22,2 \text{ m}$$

2.4 Tuberías terciarias

Ahora se procede a calcular el dimensionado de la tubería terciaria que va a alimentar a todo el sector de riego.

Para ello primero se calcula la máxima variación de presión en el sector que es igual a las pérdidas de carga del lateral:

$$\Delta \left(\frac{P}{\gamma} \right)_l = \Delta H_l = 16,3 \text{ m}$$

La máxima variación de presión en la tubería de terciaria se calcula mediante:

$$\Delta \left(\frac{P}{\gamma} \right)_{max. T} = \Delta \left(\frac{P}{\gamma} \right)_{Max. sector} - \Delta \left(\frac{P}{\gamma} \right)_l = 33,3 - 16,3 = 17 \text{ m}$$

Las pérdidas máximas de carga admisibles de la tubería terciaria van a ser igual a la máxima variación de presión en la tubería, debido a la ausencia de cotas en la parcela por lo que:

$$\Delta H_{maxT} = \Delta \left(\frac{P}{\gamma} \right)_{max. T} = 17 \text{ m}$$

Con este dato, al igual que antes se ha hecho con las tuberías laterales, se calcula el diámetro comercial de la tubería terciaria.

$$D \geq \left(\frac{km * Fr * L * C * Q^{1,75}}{\Delta H_{maxT}} \right)^{\frac{1}{4,75}}$$

Ahora se va a calcular los componentes de la ecuación.

- L

$$L = 247 \text{ m}$$

- Fr

$$Fr = \frac{r + n * F - 1}{r + n - 1} = \frac{70 * 0,389 - 1}{70 - 1} = 0,38$$

- Q

$$Q = n * q = 70 * 663,13 = 46419,1 \frac{L}{h}$$

- C

Para 20°C tiene un valor de 0,464

- Km

Tiene un valor de 1,2

$$D \geq \left(\frac{km * Fr * L * C * Q^{1,75}}{\Delta H_{maxT}} \right)^{\frac{1}{4,75}} =$$

$$= \left(\frac{1,2 * 0,38 * 247 * 0,464 * 46419,1^{1,75}}{17} \right)^{\frac{1}{4,75}} = 66,37 \text{ mm}$$

Se va a escoger un diámetro comercial de 90 mm, el cual tiene un diámetro interior de 78 mm.

$$\Delta H_t = \frac{1,2 * 0,38 * 247 * 0,464 * 46419,1^{1,75}}{78^{4,75}} = 7,89 \text{ m}$$

Por lo tanto, la presión necesaria al principio de la tubería terciaria debe de ser:

$$\frac{P_t}{\gamma} = \frac{P_o}{\gamma} + \frac{3}{4} * \Delta H_t = 28,11 \text{ m}$$

2.5 Dimensionamiento del cabezal de riego

2.5.1 Dispositivos de filtrado

2.5.1.1 Filtro de arena

Es el primer filtro, por lo tanto, se encarga del primer filtrado del agua, eliminando partículas de arena, u otro tipo partículas que estén en suspensión en el agua.

El proceso de filtración inicia cuando el agua ingresa al tanque por la parte superior y se distribuye uniformemente sobre la superficie del lecho de arena. A medida que el agua percola a través de la capa de arena, las partículas en suspensión quedan atrapadas en los espacios intersticiales entre los granos, permitiendo que el agua limpia fluya hacia la parte inferior del tanque. Allí, un sistema de colectores o drenajes recoge el agua filtrada y la dirige hacia la red de distribución del sistema de riego.

Se debe saber que la velocidad de filtrado no debe de superar la velocidad de 0,5 m/s, de esta manera se evitará que se produzca un arrastre de partículas, para nuestro caso se filtrará a una velocidad de 0,1 m/s.

La superficie del filtro de arena se calcula de la siguiente manera:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0,014}{0,1} = 0,14 \text{ m}^2$$

Donde:

- S: superficie filtrante en m².
- Q: caudal en m³/s.
- V: velocidad máxima del agua en m/s.

Para mayor comodidad se instalarán dos filtros de arena, así que la superficie de cada uno será la mitad de lo calculado, quedando una superficie por filtro de 0,07 m².

Para calcular el diámetro se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{(4 * S)}{\pi}} = \sqrt{\frac{(4 * 0,07)}{\pi}} = 0,3 \text{ m}$$

Siendo:

- D: diámetro del filtro de arena en m.
- S: superficie del filtrante en m².

Por lo que se instalaran dos filtros de arena, ambos con 0,3 m de diámetro y con un espesor de 40 cm.

Las pérdidas de carga que se producen en estos filtros no son superiores a 3 m.c.a siendo lo más común unas pérdidas de carga entre 1 y 2 m.c.a. Por lo que la limpieza de estos filtros se realizará cuando las pérdidas de carga alcancen los 2 m.c.a. Para saber cuándo es el momento de la limpieza se instalarán dos manómetros, uno a la entrada de los filtros y otro a la salida.

2.5.1.2 Filtro de malla

El filtro de malla consta de una carcasa que alberga en su interior una malla filtrante, la cual puede estar fabricada en materiales metálicos o plásticos. El agua ingresa al filtro y atraviesa la malla, quedando las partículas de mayor tamaño retenidas en su superficie. La eficacia de filtración está determinada por el tamaño de las aberturas de la malla, especificado en "mesh", que indica el número de aberturas por pulgada lineal. Para sistemas de riego por goteo, se recomienda una malla de 120-140 mesh.

La velocidad del agua adecuada dentro del filtro es de 0,4 m/s.

Se sabe que la superficie efectiva de estos filtros es el 30% de la superficie total.

Para calcular la superficie efectiva se hace mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0,014}{0,4 * 0,3} = 0,12 \text{ m}^2$$

Por lo que se colocará un filtro de malla con un filtrado de 120 mesh y con una superficie de filtrado de 0,12 m².

Las pérdidas de carga de estos filtros oscilan entre 1 y 3 m pero si están sucios se pueden llegar a elevar hasta 7 m. Por lo que habrá que efectuar un seguimiento periódico para evitar que se acumule mucha suciedad.

2.5.2 Equipo de fertirrigación

Como se ha comentado antes, en la caseta se colocarán 5 depósitos destinados a la fertirrigación, siendo 3 depósitos de 1000 L y 2 depósitos de 500 L.

Para la inyección del contenido de estos tanques a la red de riego se utilizarán fertilizadores de tipo Venturi, debido a su durabilidad y fiabilidad.

Estos dispositivos se instalarán en forma de derivación, es decir, en bypass. De esta forma se puede controlar el flujo que pasa a través del inyector mediante válvulas.

La presión mínima que se necesita para un funcionamiento eficaz es de 15 m por lo que nuestra presión cumple este requisito al disponer de una presión de 55 m.

Estos dispositivos producen unas pérdidas de carga del 30 % por lo que hay que calcular el 30 % de nuestra altura manométrica para averiguar las pérdidas de carga que nos va a producir el equipo de fertirrigación.

$$55 * 0,25 = 13,75 \text{ m. c. a}$$

La pérdida de presión producida por el equipo de fertirrigación es de 13,75 m.

2.6 Dimensionamiento de la instalación de bombeo

Las pérdidas de carga en el cabezal de riego son de 18,75 m, que junto a las del sector más desfavorable que son de 22,2 m y las de la tubería terciaria más desfavorable, que corresponden con 28,11 m. Con la altura del pozo que es de 20 m, suman un total de 89,06 m.

Este dato se usará para calcular la potencia de la bomba.

2.6.1 Potencia necesaria

La potencia necesaria de una bomba se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q * H}{75 * \eta} = \frac{12,28 * 89,06}{75 * 0,8} = 18,22 \text{ CV} = 13,5 \text{ kW}$$

Donde:

- Q: caudal máximo que va a impulsar la bomba en L/s.
- H: altura manométrica a impulsar por la bomba, en m.
- η : rendimiento característico de la bomba.

Por lo tanto, para llevar a cabo la impulsión correcta del agua para el riego será necesario la instalación de una bomba que como mínimo tenga una potencia de 13,5 kW.

Se ha optado por la adquisición de una bomba de 15 kW debido a que el proyecto requiere una potencia mínima de 13,5 kW. De este modo, se garantiza un margen de seguridad que permite cubrir posibles picos de demanda y asegurar un funcionamiento eficiente y continuo de la instalación, evitando trabajar al límite de capacidad de la máquina. Esta elección asegura fiabilidad, durabilidad y un mejor rendimiento global del sistema.

ANEJO VIII: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO VIII

1.	Introducción.....	3
2.	Legislación aplicable	3
3.	Descripción del proyecto	3
3.1	Ubicación del proyecto.....	4
4.	Acciones del proyecto	4
4.1	Acciones en fase de construcción.....	4
4.2	Acciones durante la fase de explotación.....	4
4.3	Acciones durante la fase de abandono o desmantelamiento.....	4
5.	Residuos, vertidos y emisiones	5
5.1	Residuos	5
5.2	Vertidos	5
5.3	Emisiones	5
5.4	Gestión ambiental de residuos y emisiones.....	5
6.	Inventario ambiental.....	6
6.1	Medio físico	6
6.2	Medio biológico	6
6.2.1	Flora.....	6
6.2.2	Fauna.....	7
6.2.3	Espacios protegidos.....	7
6.3	Medio socioeconómico.....	7
6.3.1	Usos del suelo	7
6.3.2	Infraestructuras y accesos	7
6.3.3	Patrimonio cultural y arqueológico	8
7.	Valoración de impactos ambientales	8
7.1	Criterios de valoración	8
7.2	Conclusiones	10
8.	Medidas preventivas, correctoras y compensatorias.	10
8.1	Medidas sobre el medio biológico	10
8.1.1	Flora.....	10

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

8.1.2	Fauna.....	10
8.2	Medidas sobre residuos y emisiones	10
8.3	Medidas sobre el medio socioeconómico y el patrimonio	11
8.4	Medidas compensatorias	11
9.	Conclusiones.....	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Criterios de evaluación	9

1. Introducción

La intención de este anejo es analizar los efectos que puedan tener la realización de este proyecto en el medio ambiente.

Por ello se van a establecer unas medidas de prevención, sobre los posibles efectos adversos que pueda provocar la plantación sobre el medio ambiente.

2. Legislación aplicable

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación ambiental. En el Anexo I de esta ley no hace referencia a ningún proyecto relacionado con una explotación agrícola como la que se desarrolla en este proyecto, por lo que no es necesario llevar a cabo una evaluación ambiental ordinaria según esta ley.

En el Anexo II, en cuanto a las actividades agrícolas hace varias referencias, pero ninguna se asemeja a este proyecto, por lo que no es necesario hacer una evaluación ambiental simplificada según esta ley.

- Decreto legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León. El proyecto no se encuentra en el Anexo I “Proyectos de obras, instalaciones o actividades sometidos a evaluación de impacto ambiental simplificada”, por lo que no es necesario someterse a una evaluación de impacto ambiental simplificada.

Tampoco se encuentra en el Anexo II “Actividades o instalaciones sometidas a autorización ambiental”, por lo que tampoco es necesario que se someta a una autorización ambiental. Pero si se encuentra en el Anexo III “Actividades o instalaciones sometidas a comunicación ambiental”, en el punto 2.7. “Actividades de almacenamiento de equipos y productos agrícolas”, ya que, aunque en la caseta de riegos no se almacenen productos agrícolas, sí se almacenarán equipos para el riego y para el fertirriego.

Por lo que será necesario hacer una comunicación ambiental.

3. Descripción del proyecto

El proyecto contempla la implantación de una plantación de pistacheros sobre una parcela rústica previamente destinada a cultivos herbáceos. Se utilizará riego por goteo para optimizar el uso del recurso hídrico.

Además, se construirá una caseta de riego de 6x5 m, con cimentación mediante losa de hormigón armado y cerramientos con panel sándwich, para albergar el cabezal de riego, sistema de fertirrigación y filtros.

3.1 Ubicación del proyecto

La parcela se encuentra en el término municipal de Moraleja de las Panaderas, dentro de la provincia de Valladolid. El entorno es rural, predominando cultivos de secano y algunas zonas de regadío modernizado. No se encuentra próxima a espacios protegidos ni zonas ZEPA.

4. Acciones del proyecto

El desarrollo del presente proyecto técnico conlleva una serie de acciones planificadas que implican una transformación significativa del terreno objeto de actuación. Estas acciones se agrupan en distintas fases, correspondientes a los momentos clave del ciclo del proyecto: fase previa o de implantación, fase de explotación y fase de abandono o desmantelamiento.

A continuación, se describen detalladamente cada una de las actuaciones previstas.

4.1 Acciones en fase de construcción

Esta fase incluye las siguientes acciones:

- Preparación del terreno
- Replanteo
- Construcción de la caseta de riego
- Instalación del sistema de riego por goteo

4.2 Acciones durante la fase de explotación

Las acciones más susceptibles de ocasionar un impacto negativo son las siguientes:

- Aplicación de tratamientos fitosanitarios
- Labores culturales y de mantenimiento
- Riego
- Gestión de los residuos de poda

4.3 Acciones durante la fase de abandono o desmantelamiento

Las acciones que pueden ocasionar efectos son:

- Retirada de las infraestructuras
- Eliminación de árboles

5. Residuos, vertidos y emisiones

En las distintas fases del proyecto se generarán diversos residuos, emisiones atmosféricas y vertidos, cuyo origen, tipología y tratamiento se detallan a continuación. Aunque el impacto ambiental derivado de estos elementos es, en general, de baja magnitud y fácil control, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar una correcta gestión conforme a la legislación vigente.

5.1 Residuos

- Restos de materiales de construcción
- Recortes de tuberías y componentes plásticos
- Envases de productos fitosanitarios
- Restos vegetales

5.2 Vertidos

Los vertidos esperables serán los siguientes:

- Aguas de escorrentía superficial, durante episodios de lluvia sin riesgo de arrastre de contaminantes significativos.
- Pequeñas pérdidas de agua del sistema de riego.

5.3 Emisiones

Las emisiones previstas en este proyecto son puntuales, de carácter temporal y baja magnitud.

- Emisiones de polvo
- Gases de combustión, derivados del uso de maquinaria agrícola.

5.4 Gestión ambiental de residuos y emisiones

Se establece un protocolo básico de actuación para garantizar la correcta gestión de los residuos y emisiones, que incluye:

- Recogida selectiva de residuos según tipología.
- Almacenamiento temporal en zonas específicas, protegidas frente a la lluvia.
- Retirada y entrega a gestores autorizados según tipología (RCD, SIGFITO, residuos plásticos).
- Registro documental de las entregas de residuos, en caso de inspección.
- Revisión periódica del estado del sistema de riego y maquinaria para evitar fugas, emisiones y pérdidas innecesarias.

En caso de vertido accidental o generación de residuos no contemplados, se actuará conforme a los protocolos establecidos en la legislación autonómica y nacional.

6. Inventario ambiental

El inventario ambiental tiene como objetivo describir, identificar y caracterizar los elementos del medio físico, biológico y socioeconómico presentes en el área de actuación del proyecto, así como en su entorno inmediato, con el fin de evaluar la posible afección derivada de las actuaciones proyectadas. Para ello, se ha tenido en cuenta la información cartográfica oficial, la normativa territorial y sectorial, así como la observación directa sobre el terreno.

6.1 Medio físico

La zona objeto del proyecto se encuentra enclavada en el ámbito de la Submeseta Norte, dentro de la cuenca sedimentaria del Duero. El sustrato geológico está formado principalmente por materiales de origen terciario, fundamentalmente arcillas, margas, arenas y limos, depositados en capas horizontales o ligeramente inclinadas. Se trata de materiales blandos, fácilmente erosionables, pero aptos para el uso agrícola.

No se localizan formaciones rocosas relevantes ni elementos geológicos singulares que deban ser protegidos.

6.2 Medio biológico

6.2.1 Flora

La parcela objeto del proyecto se encuentra destinada al uso agrícola, actualmente en estado de barbecho o cultivos herbáceos sin vegetación leñosa estable. La flora espontánea está compuesta por especies ruderales y arvenses típicas de ambientes agrícolas, como:

- *Sinapis arvensis*, *Lolium rigidum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Papaver rhoeas*, entre otras.

No se ha identificado la presencia de especies vegetales protegidas o incluidas en catálogos regionales o nacionales de flora amenazada.

6.2.2 Fauna

El entorno inmediato es de uso agrícola, con presencia de fauna asociada a medios agrarios:

- Aves comunes: perdiz roja (*Alectoris rufa*), abubilla (*Upupa epops*), golondrina (*Hirundo rustica*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*).
- Mamíferos: conejo (*Oryctolagus cuniculus*), zorro (*Vulpes vulpes*), roedores de campo.
- Herpetofauna: lagartija ibérica, sapillo pintojo.

No se ha detectado la existencia de especies protegidas, ni hábitats prioritarios dentro de la parcela. Tampoco se localizan corredores ecológicos relevantes.

6.2.3 Espacios protegidos

La parcela no se encuentra dentro de ningún espacio natural protegido, ni en zonas catalogadas como:

- Red Natura 2000 (LIC o ZEPA)
- Espacios Naturales de Castilla y León
- Humedales Ramsar
- Reservas o monumentos naturales

Tampoco existen límites de protección perimetral o afecciones ambientales derivadas de figuras de conservación cercanas.

6.3 Medio socioeconómico

6.3.1 Usos del suelo

El terreno sobre el que se desarrollará el proyecto está clasificado como suelo rústico de uso agrícola. No existe cambio de uso, ya que la actividad propuesta (cultivo de pistacho) mantiene la vocación agraria del terreno. No se prevén conflictos con otros usos ni ocupación de suelo forestal, urbano o protegido.

6.3.2 Infraestructuras y accesos

La parcela dispone de acceso rodado desde caminos rurales existentes. No se afectará a vías principales, líneas eléctricas, tuberías ni otras infraestructuras. Tampoco se requiere la apertura de nuevos viales.

6.3.3 Patrimonio cultural y arqueológico

Según la información proporcionada por el Inventario Arqueológico de Castilla y León, no se localizan yacimientos arqueológicos ni elementos de patrimonio cultural dentro de la parcela ni en sus inmediaciones.

En caso de aparecer hallazgos fortuitos durante las labores de ejecución, se notificará inmediatamente a la autoridad competente, paralizando los trabajos según lo dispuesto en la Ley de Patrimonio Histórico Español y su normativa autonómica.

7. Valoración de impactos ambientales

La valoración de los impactos ambientales constituye una herramienta fundamental para determinar el grado de afección que el desarrollo del proyecto puede provocar sobre los distintos componentes del medio. Dicha valoración permite, además, establecer medidas preventivas, correctoras o compensatorias adecuadas.

Los impactos han sido analizados considerando su origen en las acciones del proyecto y su posible afección sobre los factores ambientales recogidos en el Inventario Ambiental.

7.1 Criterios de valoración

Se emplean los siguientes criterios cualitativos para valorar los impactos:

- Naturaleza del impacto: Positivo (+) o negativo (–)
- Magnitud: Baja, media o alta
- Duración: Temporal o permanente
- Reversibilidad: Reversible o irreversible
- Momento: Fase en la que se produce (Implantación, Explotación, Abandono)
- Significancia global: Baja, moderada o alta (resultado de la combinación de los anteriores)

Tabla 1. Criterios de evaluación

Componente ambiental	Acción causante	Naturaleza	Magnitud	Duración	Reversibilidad	Fase	Significancia global
Suelo	Uso agrícola continuado	Negativo	Baja	Permanente	Reversible	Explotación	Baja
Agua superficial	Escorrentías puntuales	Negativo	Baja	Temporal	Reversible	Explotación	Baja
Agua subterránea	Riego por goteo	Negativo	Baja	Permanente	Reversible	Explotación	Baja
Atmósfera	Emisión de polvo y gases por maquinaria	Negativo	Baja	Temporal	Reversible	Implantación	Baja
Flora y vegetación	Eliminación de vegetación herbácea ruderal	Negativo	Baja	Temporal	Reversible	Implantación	Baja
Flora cultivada	Implantación del cultivo de pistacho	Positivo	Media	Permanente	No aplica	Explotación	Moderada
Fauna	Alteración del hábitat agrícola	Negativo	Baja	Permanente	Reversible	Explotación	Baja
Paisaje	Implantación del cultivo	Neutro	Baja	Permanente	Reversible	Explotación	Baja
Residuos	Generación de RCD	Negativo	Baja	Temporal	Reversible	Todas las fases	Baja
Medio socioeconómico	Actividad agraria y desarrollo local	Positivo	Media	Permanente	No aplica	Explotación	Moderado
Patrimonio cultural	No hay afección conocida	Neutro	Nula	-	-	-	-

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

7.2 Conclusiones

Del análisis anterior se concluye que:

- Los impactos ambientales generados por el proyecto son, en su mayoría, de baja magnitud, temporales y reversibles.
- Algunos impactos positivos, como la generación de actividad agraria, la implantación de cultivo leñoso y el aprovechamiento sostenible del suelo, pueden considerarse beneficiosos para el medio rural.
- No se identifican impactos significativos acumulativos o sinérgicos.
- El proyecto no afecta a espacios naturales protegidos, especies en peligro ni elementos del patrimonio cultural.
- En general, la significancia global del conjunto de impactos es baja, siendo plenamente asumible desde el punto de vista ambiental, siempre que se apliquen las medidas preventivas y correctoras establecidas en los apartados siguientes.

8. Medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

Con el fin de reducir o eliminar los impactos ambientales derivados del proyecto, se plantean una serie de medidas de carácter preventivo y corrector, cuya aplicación garantizará que la ejecución y explotación del proyecto se realice dentro de unos parámetros ambientales compatibles con el entorno. Asimismo, se contemplan medidas compensatorias, aunque en este caso se consideran poco necesarias dada la baja significancia de los impactos previstos.

8.1 Medidas sobre el medio biológico

8.1.1 Flora

- Se evitará, en caso de vegetación natural periférica, su destrucción innecesaria fuera del área estrictamente ocupada por el cultivo.
- No se utilizarán herbicidas de amplio espectro de forma indiscriminada.

8.1.2 Fauna

- En el diseño de la plantación y del sistema de riego no se instalarán elementos que puedan suponer trampas para fauna silvestre (p.ej., balsas abiertas sin rampas de salida).
- Se evitará el uso de productos fitosanitarios que puedan tener efectos tóxicos sobre fauna no objetivo, optando por alternativas autorizadas y compatibles con el control biológico.

8.2 Medidas sobre residuos y emisiones

- Los residuos de construcción y desbroce serán recogidos y gestionados por gestores autorizados.

- Se establecerá una zona temporal de acopio de residuos, debidamente señalizada y separada del área de cultivo.
- Los envases de fitosanitarios serán gestionados a través del sistema SIGFITO, almacenándose previamente en lugar seguro hasta su entrega.

8.3 Medidas sobre el medio socioeconómico y el patrimonio

- El acceso a la parcela no interferirá en caminos públicos ni cortará servidumbres de paso existentes.
- Se respetarán los elementos singulares del entorno (muros de piedra, lindes, caminos).
- En caso de aparición de restos arqueológicos durante las obras, se procederá a detener los trabajos y notificar inmediatamente a la Consejería de Cultura, de acuerdo con la Ley 12/2002 de Patrimonio Cultural de Castilla y León.

8.4 Medidas compensatorias

Dada la escasa significancia de los impactos y el carácter reversible y controlado de la mayoría de ellos, no se prevén necesarias medidas compensatorias específicas. No obstante, si durante la ejecución del proyecto surgieran nuevos elementos de valor ambiental no previstos, se evaluará su afección y, en su caso, se propondrán medidas compensatorias proporcionadas.

9. Conclusiones

A la vista del análisis realizado en el presente anejo, se concluye que el proyecto de plantación de pistachos mediante riego por goteo objeto de este estudio es ambientalmente viable, no suponiendo una afección significativa ni permanente sobre el medio físico, biológico o socioeconómico de su entorno inmediato.

ANEJO IX: PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO IX

1. Introducción.....	2
2. Actividades.....	2
3. Diagrama Gantt.....	3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Programación actividades.....	2

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución	3

1. Introducción

El objetivo del anejo es programar la ejecución del proyecto. De esta manera todas las labores a realizar estarán programadas para una fecha, en la que habrá que ejecutarlas, a no ser que las condiciones del terreno o climáticas, que, en ese caso, serán retrasadas hasta que se pueda continuar con la labor que había sido paralizada.

La ejecución del proyecto dará comienzo en cuanto se tengan todos los permisos necesarios para iniciar las mismas.

2. Actividades

En la siguiente tabla se muestran todas las actividades con las que se dará comienzo el proyecto. Las labores abarcan desde la solicitud de permisos, hasta que el cultivo ya esté implantado.

Tabla 1. Programación actividades

Nº	Actividad	Duración	Inicio	Fin
1	Solicitud de permisos	21	1/9/25	29/9/25
2	Replanteo general	6	1/10/25	8/10/25
3	Construcción caseta de riego	5	13/10/25	17/10/25
4	Instalación cabezal de riego	1	20/10/25	20/10/25
5	Enmienda orgánica	7	20/10/25	28/10/25
6	Laboreo en profundidad	1	28/10/25	29/10/25
7	Laboreo superficial	4	8/12/25	11/12/25
8	Replanteo	4	12/1/26	15/1/26
9	Instalación red de riego enterrada	8	1/4/26	10/4/26
10	Recepción de planta	1	4/5/26	4/5/26
11	Plantación	11	5/5/26	19/5/26
12	Instalación riego superficial	4	20/5/26	25/5/26
13	Riego de plantación	1	27/5/26	27/5/26
14	Colocación de mallas	2	1/6/26	2/6/26
15	Control de malas hierbas	23	1/7/26	31/7/26

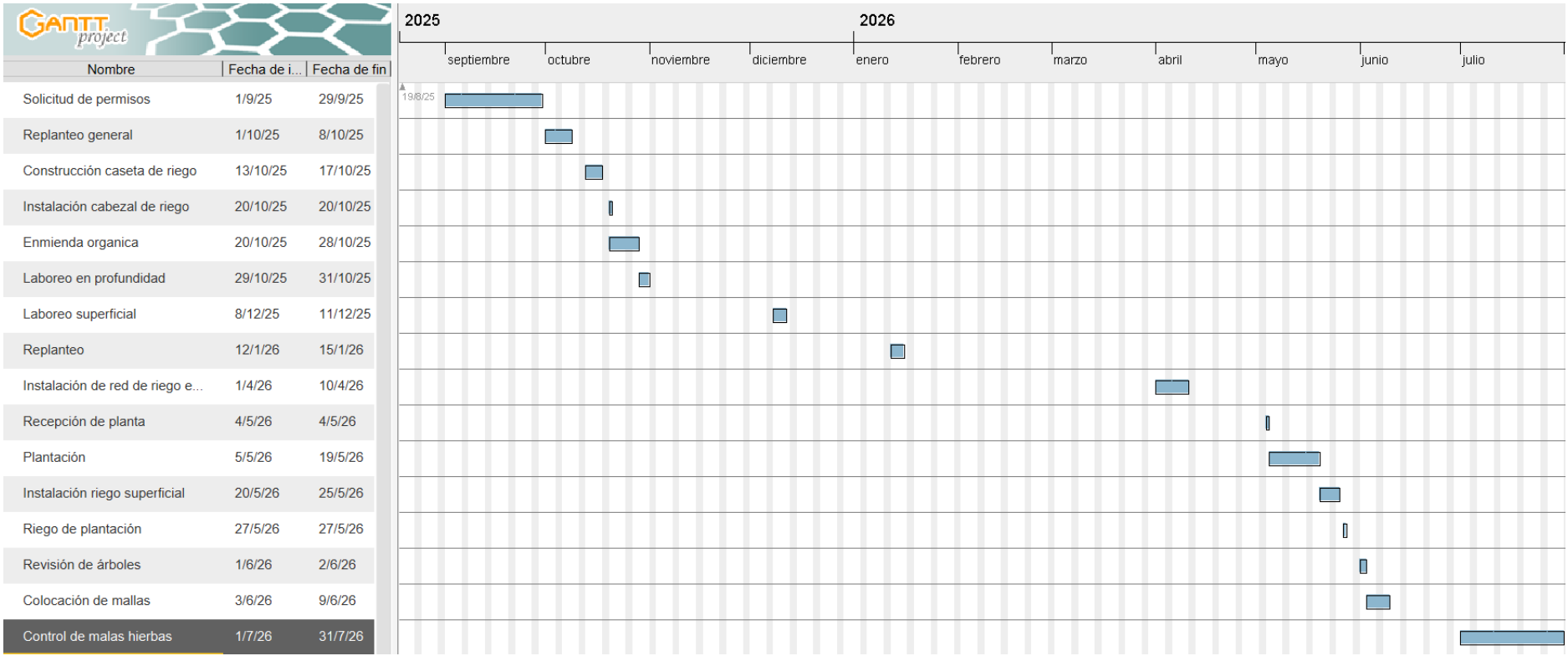
Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

3. Diagrama Gantt

Ilustración 1. Diagrama Gantt del proceso de ejecución



Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO X: ESTUDIO DE SEGURIDAD

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO X

1.	Objeto del estudio	2
2.	Descripción de la obra.....	2
3.	Identificación de riesgos.....	3
4.	Medidas preventivas y protectoras.....	4
4.1	Medidas generales.....	4
4.2	Equipos de protección individual (EPI).....	4
4.3	Manipulación de productos químicos	4
4.4	Trabajos en condiciones climáticas adversas	5
5.	Organización de la seguridad en la obra.....	5
5.1	Coordinación de seguridad y salud	5
5.2	Recursos preventivos.....	5
5.3	Formación e información.....	5
6.	Plan de emergencia	5
6.1	Procedimiento ante emergencias.....	5
6.2	Puntos de reunión y vías de evacuación.....	6
7.	Normativa aplicable.....	6

ÍNDICE TABLAS ANEJO X

Tabla 1.	Riesgos asociados a actividades	3

1. Objeto del estudio

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto establecer las normas y medidas necesarias para garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores que intervienen en la ejecución del "Proyecto de Plantación de 20,43 Ha de Pistachos con Riego Localizado en el Término Municipal de Moraleja de las Panaderas (Valladolid)".

Este anejo describe los riesgos asociados a cada fase de la obra, plantea las medidas preventivas y protectoras adecuadas y define los procedimientos de trabajo seguros conforme a la legislación vigente. Asimismo, se establecen las condiciones para un adecuado plan de emergencias y evacuación.

2. Descripción de la obra

El proyecto contempla la implantación de una plantación de pistachos sobre una superficie de 20,43 hectáreas mediante un sistema de riego localizado, así como la construcción de una caseta de riego que albergue el cabezal de riego y los equipos necesarios.

Datos principales de la obra:

- Superficie: 20,43 hectáreas.
- Sistema de riego: Localizado mediante goteo, dividido en 4 sectores.
- Infraestructura auxiliar: Caseta de riego de 30 m² construida con muros de bloque de hormigón y cubierta de panel sándwich.
- Emplazamiento: Polígono 6, parcelas 44 y 45, y Polígono 8, parcela 30, en Moraleja de las Panaderas (Valladolid).
- Promotor: María García López.
- Proyectista: Carlos García López.

Actividades principales a ejecutar:

- Labores de preparación del terreno: subsolado y cultivado.
- Instalación de red de riego: tuberías terciarias y ramales portagoteros.
- Plantación mecanizada de árboles.
- Construcción de la caseta de riego.

- Aplicación de tratamientos fitosanitarios.

3. Identificación de riesgos

Cada actividad lleva asociados unos riesgos específicos.

Tabla 1. Riesgos asociados a actividades

Fase	Riesgos
Preparación del terreno	Atropellos, vuelco de maquinaria, proyección de fragmentos de piedra, exposición a ruido y vibraciones.
Instalación de riego	Cortes con herramientas, atrapamientos, caídas a nivel, esfuerzo físico por manipulación manual de cargas.
Plantación	Caídas, atrapamientos, golpes con maquinaria, lesiones musculares por posturas forzadas.
Construcción de caseta	Caídas desde altura, desplomes parciales, inhalación de polvo, cortes con herramientas manuales y mecánicas.
Aplicación de fitosanitarios	Intoxicación por contacto e inhalación, contaminación ambiental, exposición a productos peligrosos.
Factores climatológicos	Golpes de calor, deshidratación, quemaduras solares, riesgos por tormentas y vientos fuertes.

Otros riesgos genéricos:

- Riesgos ergonómicos derivados de la manipulación manual de cargas.
- Riesgos por uso de maquinaria pesada (tractores, subsoladores, plantadoras).
- Riesgos químicos (fitosanitarios y fertilizantes).

4. Medidas preventivas y protectoras

4.1 Medidas generales

- Realizar inspecciones periódicas de la maquinaria y equipos de trabajo.
- Informar y formar a los trabajadores sobre los riesgos específicos de cada tarea.
- Se prohibirá la presencia de personal no autorizado en la zona de trabajo.
- Delimitar las zonas de trabajo mediante balizamiento y señalización adecuada.

4.2 Equipos de protección individual (EPI)

Se utilizarán los siguientes EPIs según el tipo de tarea:

- Casco de seguridad (UNE-EN 397).
- Gafas de protección contra impactos (UNE-EN 166).
- Guantes de protección anticorte (UNE-EN 388).
- Botas de seguridad con puntera reforzada (UNE-EN ISO 20345).
- Chaleco reflectante (UNE-EN 471).
- Mascarillas autofiltrantes para polvo (UNE-EN 149) y para fitosanitarios.
- Ropa de manga larga y protector solar para trabajos al aire libre.

4.3 Manipulación de productos químicos

- El almacenamiento de fitosanitarios se realizará en lugar ventilado y bajo llave.
- Los trabajadores manipuladores dispondrán del carnet de aplicador de productos fitosanitarios.
- Se seguirán las recomendaciones de uso establecidas en la ficha de datos de seguridad de cada producto.

4.4 Trabajos en condiciones climáticas adversas

- Se programarán los trabajos de campo en horarios de menor incidencia solar.
- Disponibilidad de agua potable en los puntos de trabajo.
- Se planificarán pausas en sombra para evitar golpes de calor.

5. Organización de la seguridad en la obra

5.1 Coordinación de seguridad y salud

Dado que el proyecto puede implicar diferentes empresas o subcontratas, se establecerá la figura de un Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución cuando así lo exija la legislación vigente.

5.2 Recursos preventivos

- Presencia de recurso preventivo en actividades de especial riesgo.
- Supervisión continua durante la aplicación de productos químicos.

5.3 Formación e información

- Formación específica en manejo de maquinaria agrícola.
- Formación en manipulación segura de fitosanitarios.
- Charlas de sensibilización sobre riesgos climatológicos.

6. Plan de emergencia

6.1 Procedimiento ante emergencias

- Accidentes leves: Primeros auxilios y traslado al centro sanitario si es necesario.

- Incendios: Activación inmediata de los extintores, evacuación ordenada hacia un punto de reunión.
- Vertidos de productos químicos: Contención y limpieza con material absorbente, notificación inmediata.

6.2 Puntos de reunión y vías de evacuación

Se definirán zonas seguras fuera del ámbito de trabajo como puntos de reunión en caso de evacuación.

7. Normativa aplicable

- Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, disposiciones mínimas de seguridad para la utilización de equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas relativas a la utilización de equipos de protección individual.
- Reglamento de almacenamiento de productos químicos (RAPQ).
- Normativa medioambiental sobre la gestión de residuos agrarios.

En Medina del Campo, abril 2025

Fdo.: Carlos García López

Estudiante de Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ANEJO X: ESTUDIO ECONÓMICO

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE ANEJO XI

1.	Introducción.....	3
2.	Criterios de evaluación.....	3
3.	Vida útil del proyecto	4
4.	Descomposición de los pagos.....	4
4.1	Pago de la inversión.....	4
4.2	Pagos ordinarios	5
4.2.1	Maquinaria	5
4.2.2	Materias primas y materiales	5
4.2.3	Empresas de servicios	6
4.2.4	Resumen	6
4.3	Pagos extraordinarios	7
5.	Cobros.....	7
5.1	Cobros ordinarios.....	7
6.	Parámetros para la evaluación del proyecto	8
6.1	Financiación.....	8
6.2	Tasas anuales y de actuación	8
6.2.1	Inflación	8
6.2.2	Incremento de cobros y pagos.....	9
6.2.3	Tasa de actualización.....	10
7.	Resultado de los análisis.....	11
7.1	Estructura de los flujos de caja	11
7.2	Indicadores de rentabilidad	13
7.3	Análisis de sensibilidad	14
8.	Conclusiones.....	15

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Histograma de flujos de caja anuales	12
Ilustración 2.	Relacion entre VAN y tasa de actualización.....	14
Ilustración 3.	Árbol de sensibilidad	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pago de la inversión	4
Tabla 2. Pagos ordinarios de maquinaria	5
Tabla 3. Pagos ordinarios de materias y materiales	6
Tabla 4. Pagos ordinarios a empresas de servicios	6
Tabla 5. Resumen de pagos por años	6
Tabla 6. Subvención PAC	7
Tabla 7. Beneficio total	7
Tabla 8. Cobros por cosecha por años	8
Tabla 9. Tasa de inflación	9
Tabla 10. Tasa de precios percibidos y precios pagados	9
Tabla 11. Tasa de actualización	10
Tabla 12. Resultados de flujos de caja	11
Tabla 13. Indicadores de rentabilidad	13
Tabla 14. Datos del árbol de sensibilidad	14

1. Introducción

El objeto del anejo es valorar la viabilidad económica del proyecto. Para ello se utilizará el programa “VALPROIN” mediante el cual se realizará el estudio necesario.

Los principales parámetros de una inversión son los siguientes:

- Pago de la inversión (K): número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto empiece a funcionar como tal.
- Vida útil de proyecto (n): es el número de años estimados durante los cuales el proyecto genera rendimientos.
- Flujo de caja (Ri): es la diferencia entre cobros y pagos, ya puedan ser ordinarios o extraordinarios, en cada uno de los años de vida del proyecto.

2. Criterios de evaluación

Los indicadores para la valoración de la viabilidad del proyecto van a ser el VAN y el TIR.

- Valor Actual Neto (VAN)

Es la ganancia neta generada por el proyecto, es decir la diferencia entre la inversión inicial y lo que la inversión devuelve. Si el VAN es superior a cero, el proyecto se considera viable económicamente. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+i)^j} - K$$

Siendo:

Rj: flujos de caja.

n: vida útil del proyecto.

j: tasa de actualización.

K: pago de la inversión.

- Relación beneficio/inversión (Q)

Es la relación entre el valor actualizado de los beneficios y el valor actualizado de los costes, a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable. Cuanto mayor sea Q, más rentable será la inversión. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{VAN}{K}$$

- Plazo de recuperación o payback

Es el valor estático de valoración de inversiones que permite seleccionar un proyecto en base al tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial a través de los flujos de caja. Este parámetro ayuda al inversor a estimar en cuanto tiempo va a recuperar la inversión. Se calcula mediante el sumatorio acumulado de los flujos de caja hasta que este valor sea igual a la inversión inicial.

3. Vida útil del proyecto

La vida útil de una plantación de pistachos se estima que es entre 50 y 80 años, para este caso vamos a fijar la vida útil en 50 años.

4. Descomposición de los pagos

4.1 Pago de la inversión

Para poner en marcha el proyecto se requiere tener una infraestructura inicial.

Tabla 1. Pago de la inversión

Pago de la inversión	
Concepto	Pagos (€)
Caseta de riego	7.824,04
Instalación de riego	61.008,10
Plantación	125.419,10
Maquinaria	29.130,85
Seguridad y salud	180,60
Estudio geotécnico	1.946,01
Presupuesto de contrata	109.935,23
Honorarios	13.169,00
Total	348.612,39

4.2 Pagos ordinarios

Pagos ordinarios son gastos regulares y previsibles que se realizan durante la vida del proyecto como parte de su operación estándar. Forman parte del flujo de caja operativo, que incluye tanto ingresos como egresos relacionados con la operación del proyecto.

Estos costes son imprevisibles ya que varían a lo largo de los años y en función de diferentes variables.

4.2.1 Maquinaria

En este apartado se estima el costo del empleo de maquinaria mediante sus insumos.

Tabla 2. Pagos ordinarios de maquinaria

Maquinaria		
Año 1 y 2		(€/año)
Horas uso (h)	170,00	
Combustible (l)	4100,00	7560,00
Mantenimiento (€)	200,00 €	200,00 €
Seguro (€)	120,00 €	120,00 €
Total		7.880,00 €
Año 3, 4 y 5		(€/año)
Horas uso (h)	310,00	
Combustible (l)	9050,00	13.213,00
Mantenimiento (€)	400,00 €	400,00 €
Seguro (€)	120,00	120,00 €
Total		13.733,00 €
Año 6, y siguientes años		(€/año)
Horas uso (h)	400,00	
Combustible (l)	13210,00	19.286,6 €
Mantenimiento (€)	470,00 €	470,00 €
Seguro (€)	120,00	120,00
Total		19.876,6 €

4.2.2 Materias primas y materiales

El coste anual de las materias primas, fitosanitarios y materiales que se necesita para la plantación, se estima como el coste anual de los fertilizantes.

Como el precio de los fertilizantes varía mucho, se ha estimado un precio medio para la máxima dosis, la cual es a partir del año número siete, en adelante.

Tabla 3. Pagos ordinarios de materias y materiales

Materias y materiales				
Glifosato				
Clorpirifirós				
Azadiractin				
Etofentrox				
Piretrinas				
Polvo de azufre al 98%				
Silicato de aluminio				
Spinosad				
Trampas con feromonas				
Boscalida				
Subtotal			8.000,00 €	
Fertilizante				
	(kg/ha)	kg	€/kg	€
Nitrógeno	90	1.838,7	1,2	2.206,44
Fósforo	12	245,16	0,4	98,06
Potasio	75	1.532,25	0,3	459,67
Subtotal				2.764.17

4.2.3 Empresas de servicios

A continuación, se muestran los costes anuales de los servicios de alquiler.

Tabla 4. Pagos ordinarios a empresas de servicios

Empresa de servicios	Nº Horas	Precio (€/h)	Importe (€/actividad)
Poda de formación	150	15	2.250,00
Poda de fructificación	220	15	3.300,00
Transporte de cosecha	10	60	600,00

4.2.4 Resumen

A continuación, se muestra un resumen de todos los pagos anuales

Tabla 5. Resumen de pagos por años

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6 y sucesivos
7.880,00	7.880,00	13.733,00	13.733,00	19.876,6	19.876,6
2.764,17	2.764,17	2.764,17	2.764,17	2.764,17	2.764,17
2.250,00	2.250,00	2.250,00	2.250,00	3.300,00	3.300,00
				600,00	600,00
12.894,17	12.894,17	18.747,17	18.747,17	26.540,77	26.540,77

4.3 Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios son los derivados de la renovación de maquinaria y de instalaciones. Para este proyecto no se prevé renovar maquinaria ni las instalaciones, ya que la propia sirve para la vida útil del proyecto.

5. Cobros

5.1 Cobros ordinarios

Se consideran como cobros ordinarios los ingresos que se obtienen cada año por la venta de la cosecha. A estos cobros se suman también las ayudas económicas recibidas por realizar el cultivo de forma ecológica y por tratarse de un cultivo de frutos de cáscara. A continuación, se presentan los datos recopilados.

- Subvenciones
 - Subvención por cultivo de frutos de cáscara.

Tabla 6. Subvención PAC

Valor subvención			
Ayuda	(€/ha)	Total ha	Valor anual (€)
Subvención frutos de cáscara	120,75	20,43	2.466,92

- Beneficios
 - El beneficio obtenido de la cosecha varía depende del año y de la producción de los árboles de pistacho. Los rendimientos medios del cultivo de pistacho varían entre 1.500 y 2.000 kg/ha. El precio medio del kilo de pistachos es de 8 €.

Tabla 7. Beneficio total

Rendimiento (kg/ha)	Superficie	% abiertos	% cerrados	Precio pistacho (€/kg)	Total anual €
1.500	20,43	80%	20%	8	208.386

Tabla 8. Cobros por cosecha por años

Descomposición de los cobros					
Etapas	Año	Producción %	Cobro producción	Cobro subvención	Total
Implantación	1	0,00	0	2.466,92	2.466,9
	2	0,00	0	2.466,92	2.466,9
	3	0,00	0	2.466,92	2.466,9
Entrada en producción	4	25%	61.290	2.466,92	63.756,9
	5	40%	98.064	2.466,92	100.530,9
	6	50%	122.580	2.466,92	125.046,9
	7	70%	171.612	2.466,92	174.078,9
	8	80%	196.128	2.466,92	198.597,9
	9	90%	200.180	2.466,92	202.646,9
Plena producción	10 - 60	100%	208.386	2.466,92	210.852,9

6. Parámetros para la evaluación del proyecto

6.1 Financiación

Se realizará un préstamo parcial de 200.000€ a un interés del 3,5% a devolver en 10 años.

6.2 Tasas anuales y de actuación

6.2.1 Inflación

Para calcular la tasa de inflación se realiza la media de la tasa de variación de los últimos 10 años. Los datos se obtienen del Instituto Nacional de Estadística, mediante el parámetro del IPC (índice de precios de consumo).

Tabla 9. Tasa de inflación

Año	Índice General
2013	1,4
2014	-0,2
2015	-0,5
2016	-0,2
2017	2
2018	1,7
2019	0,7
2020	-0,3
2021	3,1
2022	8,4
2023	3,5
Media	1,96

6.2.2 Incremento de cobros y pagos

La tasa de incremento de precios percibidos mide el porcentaje de variación de esos precios en un período determinado respecto a otro.

La tasa de incremento de precios pagados mide la variación porcentual de esos costes en un periodo.

Estas tasas permiten analizar si los ingresos crecen más o menos rápido que los costes.

Tabla 10. Tasa de precios percibidos y precios pagados

Año	Variación precios percibidos	Variación precios pagados
2013	3,53	-0,05
2014	-6,79	-3,71
2015	6,05	-1,53
2016	-3,67	-3,43
2017	7,42	0,31
2018	-0,57	3,76
2019	-4,16	0,89
2020	0,19	-2,59
2021	8,98	13,66
2022	24,52	31,74
2023	13,13	-6,84

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Media	4,863	3,221

6.2.3 Tasa de actualización

Esta tasa se obtiene a partir del tipo de interés medio de las obligaciones del estado. Los datos son aportados por el Tesoro Público y se utilizarán los datos de los últimos 10 años.

Está tasa será mayorada para asegurar la viabilidad del proyecto, aunque esto produzca una devaluación del euro.

Tabla 11. Tasa de actualización

Año	Índice general
2013	4,7
2014	4,73
2015	4,59
2016	4,22
2017	3,92
2018	3,61
2019	3,34
2020	3,11
2021	2,72
2022	2,34
2023	2,11
Media	3,939

La tasa de actualización mayorada que se va a tener en cuenta para el estudio es de 5%.

7. Resultado de los análisis

Para hacer los diferentes cálculos y obtener los resultados para proceder con la evaluación económica del proyecto se ha utilizado el programa “VALPROIN”.

7.1 Estructura de los flujos de caja

Tabla 12. Resultados de flujos de caja

Año	COBROS		PAGOS (Incluida inversión)		FLUJOS		INCREMENTO DE FLUJO
	Ordinarios	Extraordin.	Ordinarios	Extraordin.	Final	Inicial	
0		200.000,00		348.612,00			
1	2.586,79		13.309,36	24.048,27	-34.770,84	6.836,87	-41.607,72
2	2.712,51		13.737,92	24.048,27	-35.073,69	7.169,14	-42.242,83
3	2.844,34		20.617,09	24.048,27	-41.821,02	7.517,56	-49.338,59
4	77.084,42		21.280,96	24.048,27	31.755,19	7.882,92	23.872,27
5	127.452,64		31.098,02	24.048,27	72.306,34	8.266,03	64.040,32
6	166.238,67		32.099,38	24.048,27	110.091,01	8.667,76	101.423,26
7	242.669,45		33.132,98	24.048,27	185.488,20	9.089,01	176.399,19
8	290.304,31		34.199,86	24.048,27	232.056,17	9.530,74	222.525,44
9	310.619,45		35.301,10	24.048,27	251.270,08	9.993,93	241.276,15
10	338.905,11		36.437,79	24.048,27	278.419,04	10.479,63	267.939,41
11	355.375,89		37.611,09		317.764,80	10.988,94	306.775,86
12	372.647,16		38.822,17		333.825,00	11.523,01	322.301,99
13	390.757,81		40.072,24		350.685,57	12.083,03	338.602,55
14	409.748,64		41.362,57		368.386,08	12.670,26	355.715,82
15	429.662,43		42.694,44		386.967,99	13.286,04	373.681,95
16	450.544,02		44.069,20		406.474,82	13.931,74	392.543,08
17	472.440,46		45.488,23		426.952,23	14.608,82	412.343,41
18	495.401,07		46.952,95		448.448,12	15.318,81	433.129,31
19	519.477,56		48.464,84		471.012,72	16.063,30	454.949,42
20	544.724,17		50.025,40		494.698,77	16.843,98	477.854,79
21	571.197,77		51.636,22		519.561,54	17.662,60	501.898,95
22	598.957,98		53.298,91		545.659,07	18.521,00	527.138,07
23	628.067,33		55.015,13		573.052,20	19.421,12	553.631,08
24	658.591,41		56.786,62		601.804,78	20.364,98	581.439,80
25	690.598,95		58.615,15		631.983,80	21.354,72	610.629,08
26	724.162,06		60.502,56		663.659,50	22.392,56	641.266,94
27	759.356,33		62.450,74		696.905,59	23.480,84	673.424,75
28	796.261,05		64.461,65		731.799,40	24.622,01	707.177,39
29	834.959,34		66.537,32		768.422,02	25.818,64	742.603,38
30	875.538,36		68.679,82		806.858,54	27.073,42	779.785,12
31	918.089,53		70.891,31		847.198,21		847.198,21
32	962.708,68		73.174,01		889.534,67		889.534,67
33	1.009.496,32		75.530,22		933.966,10		933.966,10
34	1.058.557,84		77.962,29		980.595,55		980.595,55

Alumno: Carlos García López

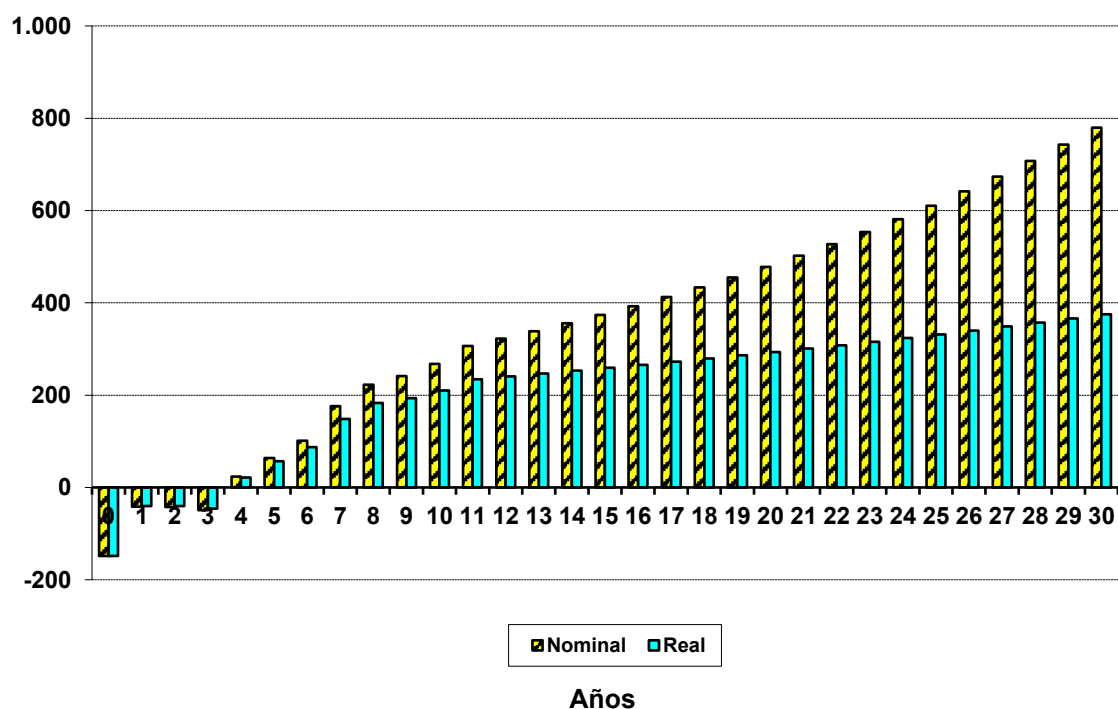
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

35	1.110.003,75		80.472,67		1.029.531,08		1.029.531,08
36	1.163.949,93		83.063,89		1.080.886,04		1.080.886,04
37	1.220.517,90		85.738,55		1.134.779,35		1.134.779,35
38	1.279.835,07		88.499,33		1.191.335,74		1.191.335,74
39	1.342.035,06		91.349,01		1.250.686,04		1.250.686,04
40	1.407.257,96		94.290,45		1.312.967,51		1.312.967,51
41	1.475.650,70		97.326,60		1.378.324,09		1.378.324,09
42	1.547.367,32		100.460,52		1.446.906,80		1.446.906,80
43	1.622.569,37		103.695,35		1.518.874,02		1.518.874,02
44	1.701.426,24		107.034,34		1.594.391,91		1.594.391,91
45	1.784.115,56		110.480,84		1.673.634,71		1.673.634,71
46	1.870.823,57		114.038,33		1.756.785,25		1.756.785,25
47	1.961.745,60		117.710,36		1.844.035,24		1.844.035,24
48	2.057.086,44		121.500,63		1.935.585,80		1.935.585,80
49	2.157.060,84		125.412,95		2.031.647,88		2.031.647,88
50	2.261.893,99		129.451,25		2.132.442,74		2.132.442,74

De estos valores reflejados en la tabla anterior se obtiene el siguiente gráfico,

Ilustración 1. Histograma de flujos de caja anuales



Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Este gráfico nos muestra que los flujos de caja son positivos a partir del cuarto año.

7.2 Indicadores de rentabilidad

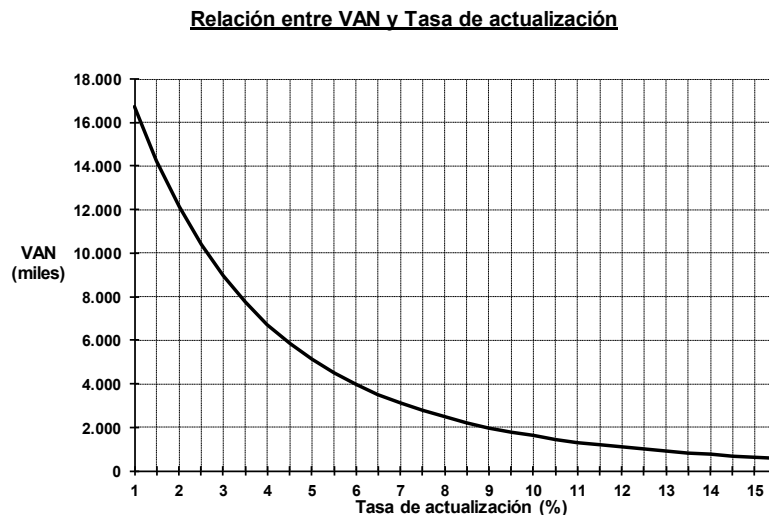
En la siguiente tabla se muestran los valores de los indicadores de rentabilidad para la valoración del proyecto.

Tabla 13. Indicadores de rentabilidad

Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)	Tasa de actualización (%)	Valor actual neto (VAN)	Tiempo de recuperación (años)	Relación Benefic. Invers. (VAN/Inv.)
0,50	16.734.013,58	7	112,60	8,00	2.223.082,12	8	14,96
1,00	14.229.764,58	7	95,75	8,50	1.995.759,19	8	13,43
1,50	12.151.773,30	7	81,77	9,00	1.796.063,39	8	12,09
2,00	10.421.141,47	7	70,12	9,50	1.620.009,97	8	10,90
2,50	8.974.424,68	7	60,39	10,00	1.464.257,66	8	9,85
3,00	7.760.474,62	7	52,22	10,50	1.325.996,38	8	8,92
3,50	6.737.948,89	8	45,34	11,00	1.202.855,58	8	8,09
4,00	5.873.343,10	8	39,52	11,50	1.092.829,49	9	7,35
4,50	5.139.432,46	8	34,58	12,00	994.215,79	9	6,69
5,00	4.514.035,09	8	30,37	12,50	905.565,37	9	6,09
5,50	3.979.028,42	8	26,77	13,00	825.640,88	9	5,56
6,00	3.519.565,34	8	23,68	13,50	753.382,62	9	5,07
6,50	3.123.448,09	8	21,02	14,00	687.880,31	9	4,63
7,00	2.780.627,02	8	18,71	14,50	628.349,67	9	4,23
7,50	2.482.798,60	8	16,71	15,00	574.112,99	9	3,86

La relación entre el VAN y las tasas de actualización se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 2. Relacion entre VAN y tasa de actualización



7.3 Análisis de sensibilidad

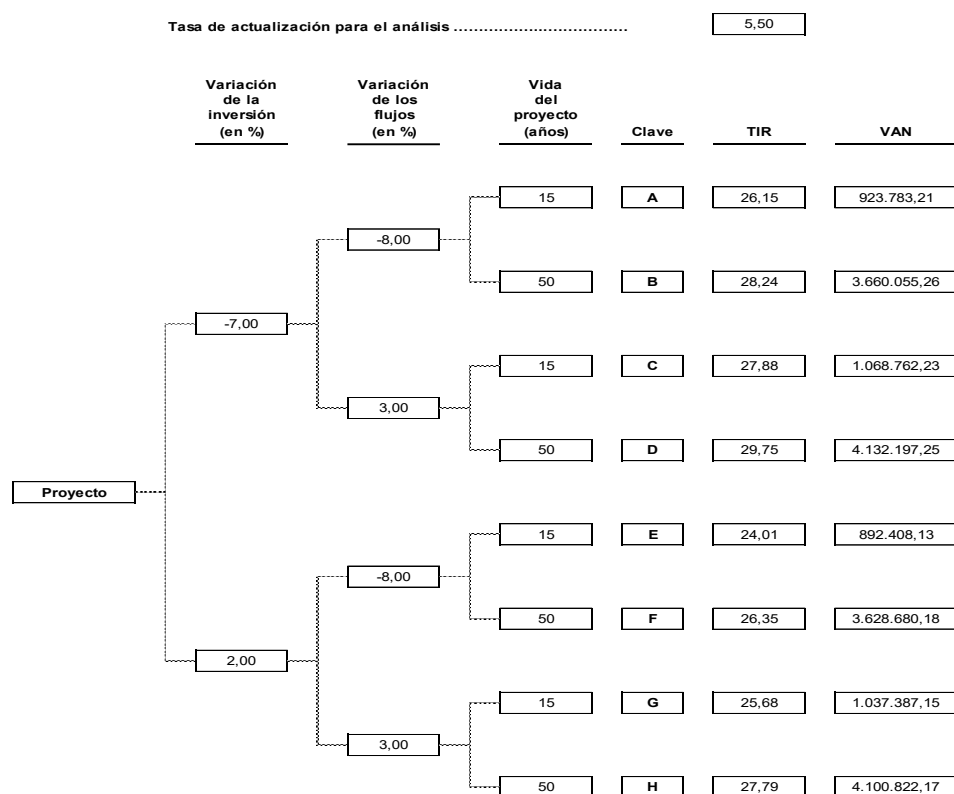
En el análisis de sensibilidad se analizan el TIR y el VAN y su sensibilidad frente a variaciones de la inversión. Los flujos de caja y la vida útil del proyecto.

Se muestran los datos obtenidos en la tabla y la representación completa en el árbol.

Tabla 14. Datos del árbol de sensibilidad

Clave	TIR	Clave	VAN
D	29,75	D	4.132.197,25
B	28,24	H	4.100.822,17
C	27,88	B	3.660.055,26
H	27,79	F	3.628.680,18
F	26,35	C	1.068.762,23
A	26,15	G	1.037.387,15
G	25,68	A	923.783,21
E	24,01	E	892.408,13

Ilustración 3. Árbol de sensibilidad



El árbol de sensibilidad nos muestra que todas las situaciones son rentables ya que el TIR siempre es mayor a la tasa de actualización del 5.5% y el VAN siempre es mayor a cero.

8. Conclusiones

Con un Valor Actual Neto de 3.979.028 €, una Tasa Interna de Retorno del 27,17 % y una relación beneficio-inversión de 26,77, el proyecto presenta una alta rentabilidad. A partir del cuarto año, los flujos de caja son consistentemente positivos.

El tiempo en el que se recupera la inversión es de 8 años, a partir de ese año se obtendrán beneficios durante toda la vida útil del proyecto.

Por lo tanto, se concluye que el proyecto es económicamente viable, suponiendo que se va a cosechar todos los años y que se va a cosechar unos rendimientos medios parecidos a los de la zona.

DOCUMENTO 2: PLANOS

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE PLANOS

Plano 1. Localización y emplazamiento

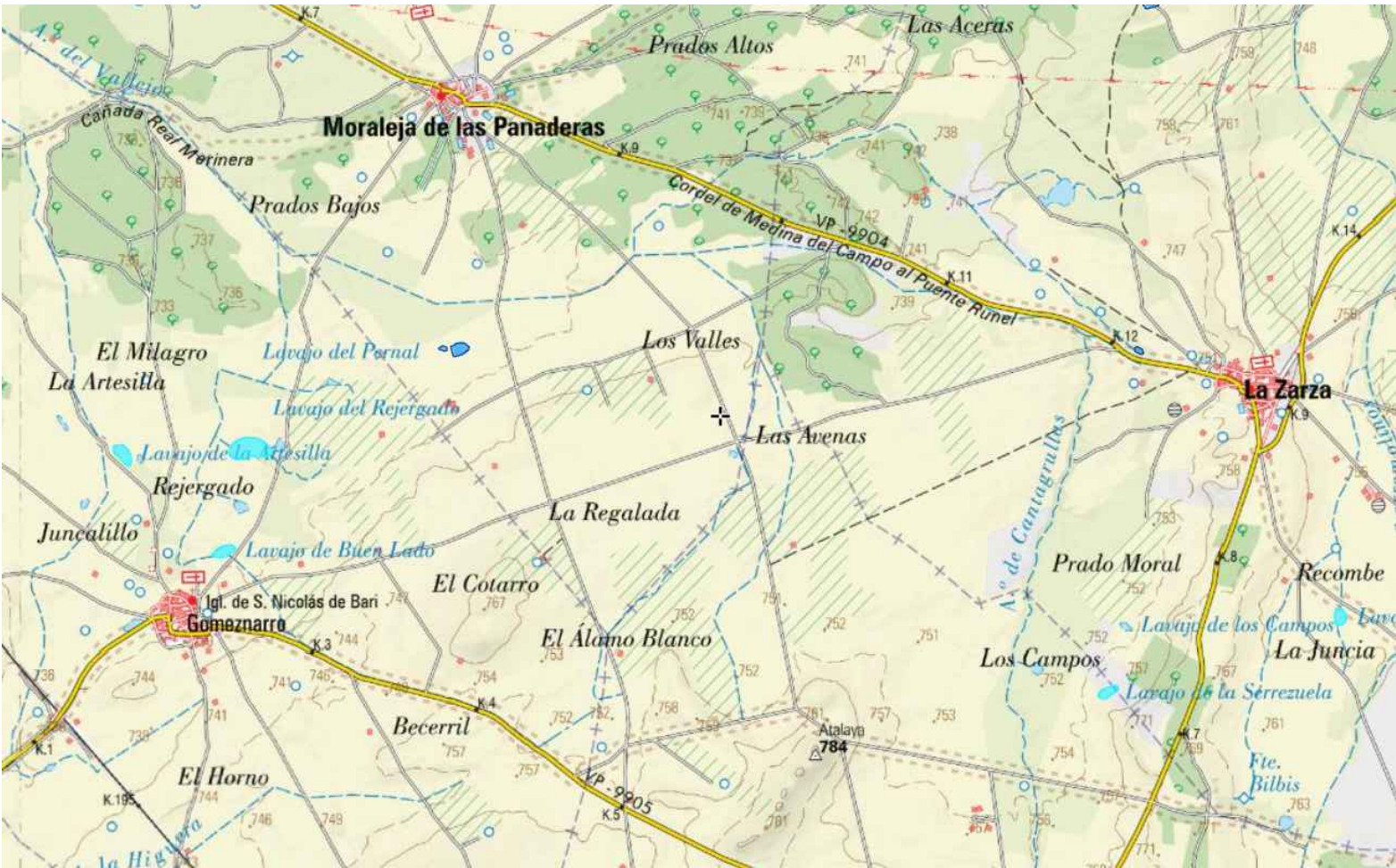
Plano 2. Árboles parcela

Plano 3. Árboles parcela detalle

Plano 4. Caseta de riego

Plano 5. Ramales portagoteros

Plano 6. Sectores de la parcela



- 1 Entrada a la parcela
- 2 Camino de Gomezanarro
- 3 Camino de Moraleja de las Panaderas
- 4 Camino de La Zarza
- 5 Camino de Ramiro
- 6 Camino de Ataques



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)

Proyecto de plantación de 20,43 ha de pistachos con riego localizado en el T.M de Moraleja de las Panaderas (Valladolid)



TÍTULO DEL PROYECTO

María García López

PROMOTOR

Varias

ESCALA

1

Nº PLANO

Situación y emplazamiento

TÍTULO DEL PLANO

Grado en ingeniería agrícola y del medio rural

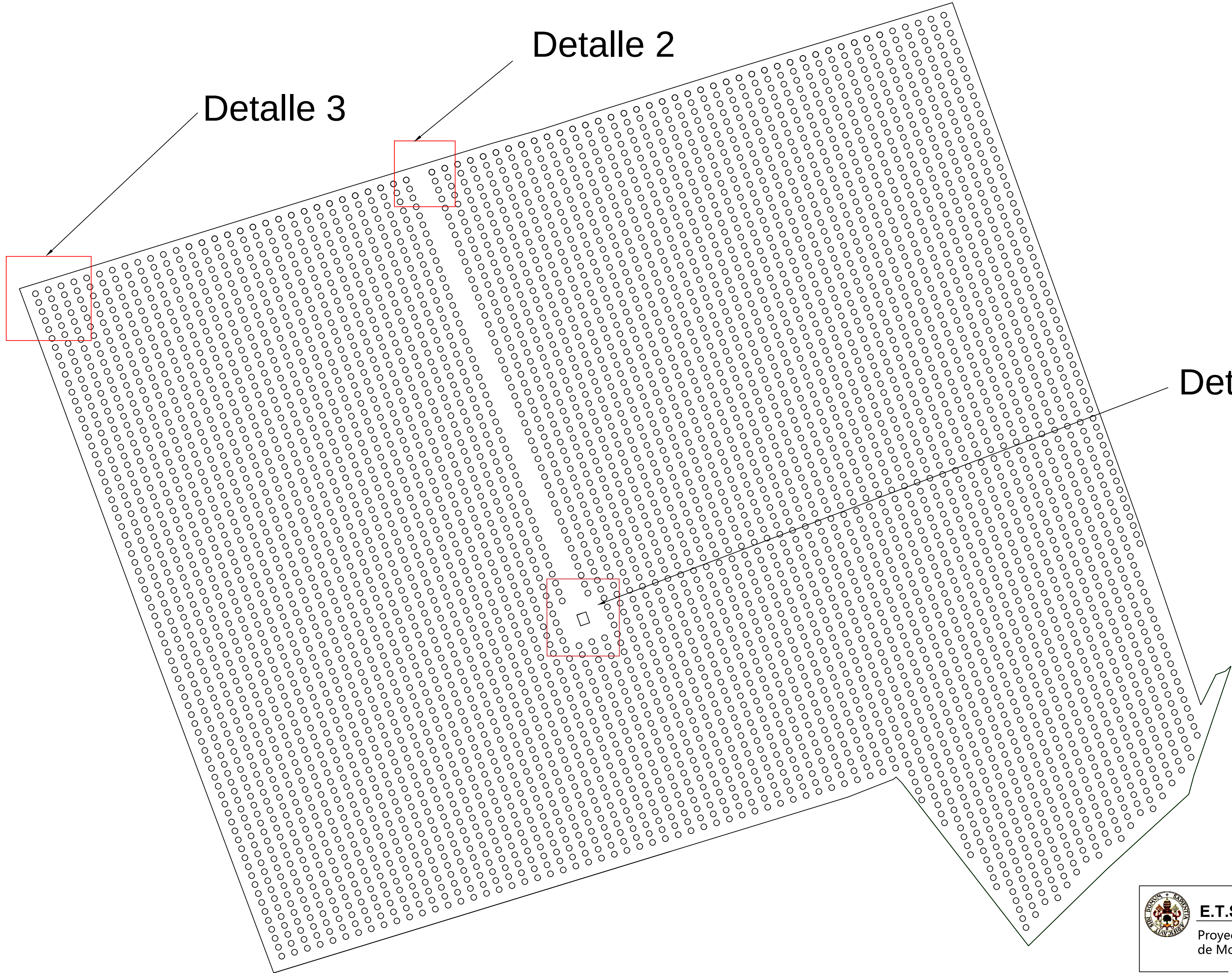
TITULACIÓN

ALUMNO/A: Carlos García López

FECHA: 15 de marzo de 2025

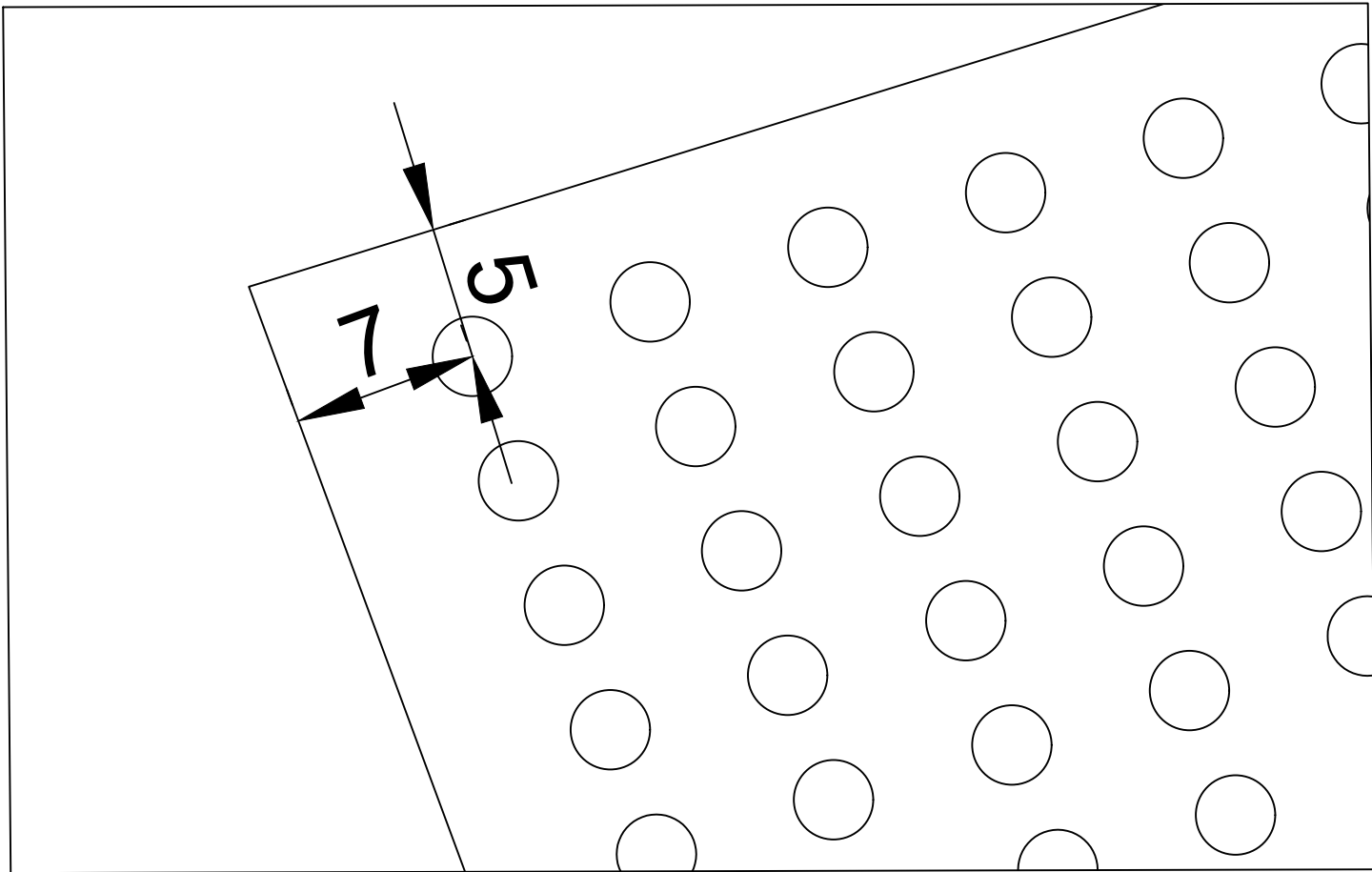
FIRMA



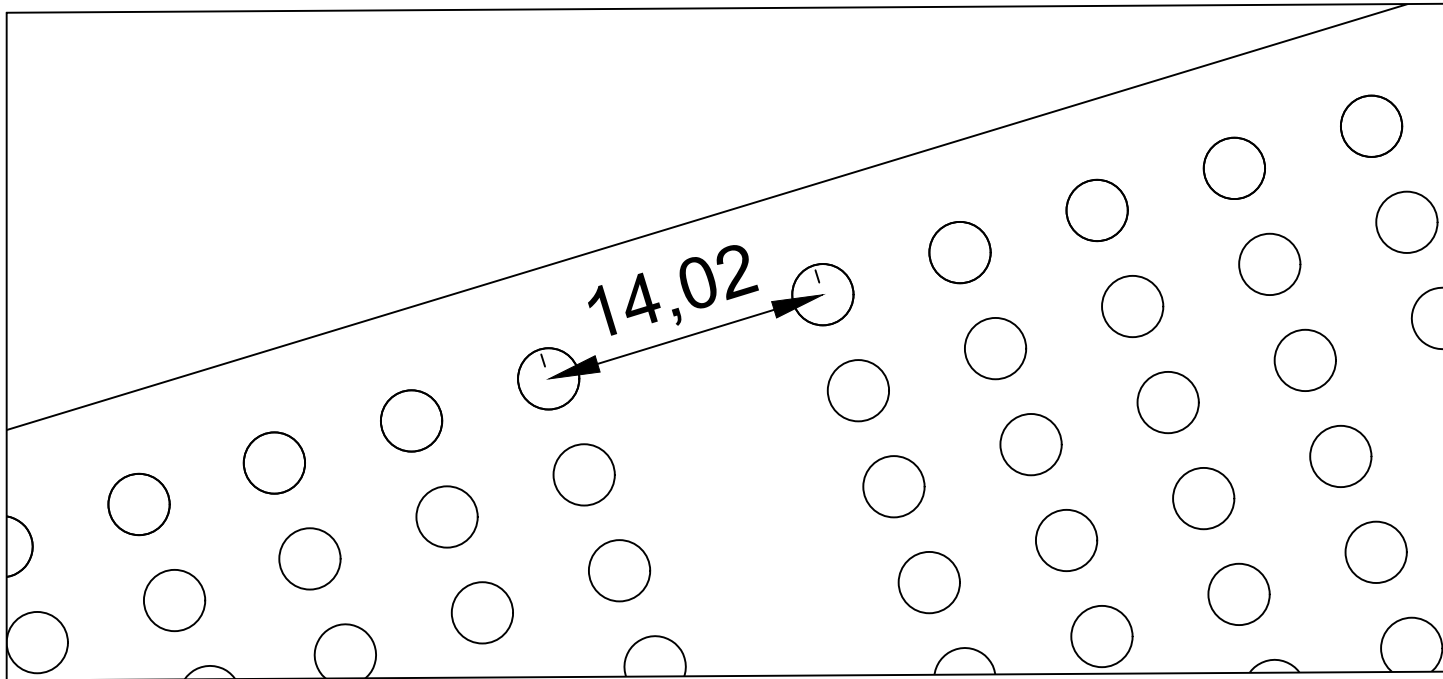


 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) 		
Proyecto de plantación de 20,43 ha de pistacho en el T.M de Moraleja de las Panaderas (Valladolid)		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
María García López	1:150	2
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____
Distribución de árboles en la parcela		ALUMNO/A: Carlos García López
TÍTULO DEL PLANO _____		FECHA: 15 de marzo de 2025
Ingeniería Agrícola y del Medio Rural		FIRMA _____
TITULACIÓN _____		

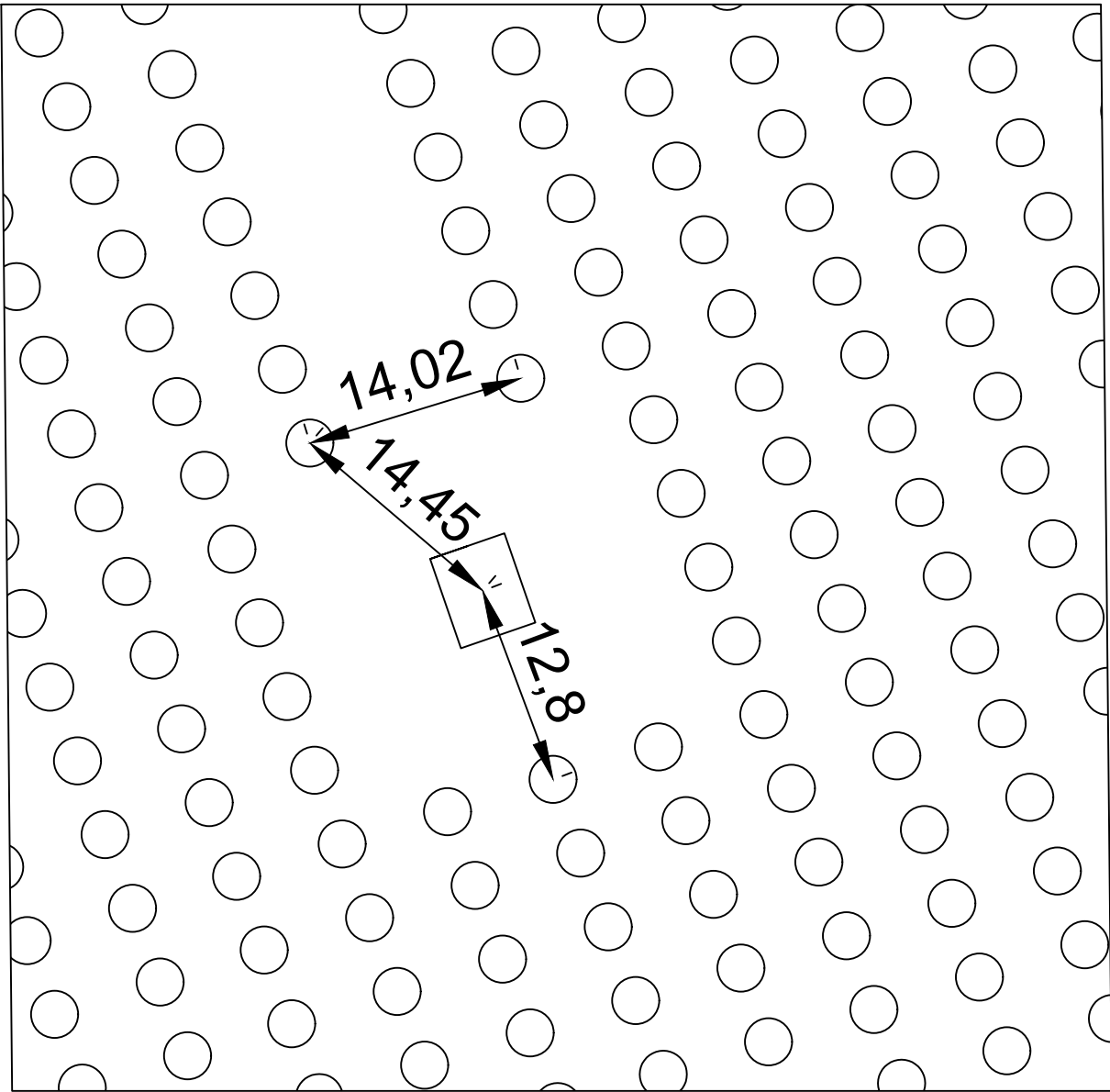
Detalle 2



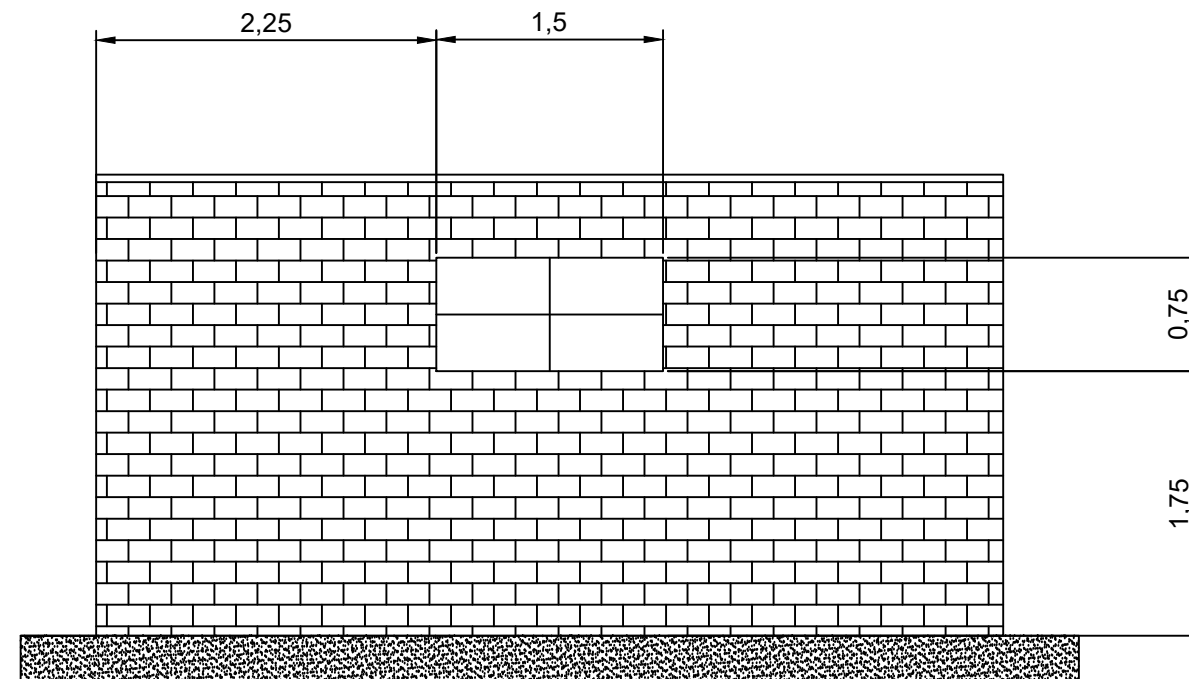
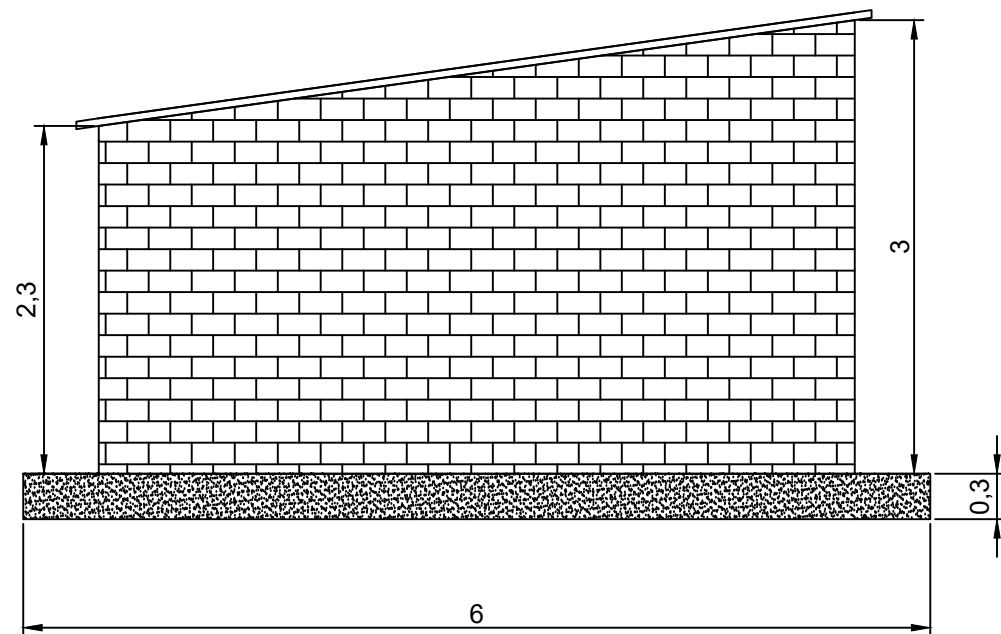
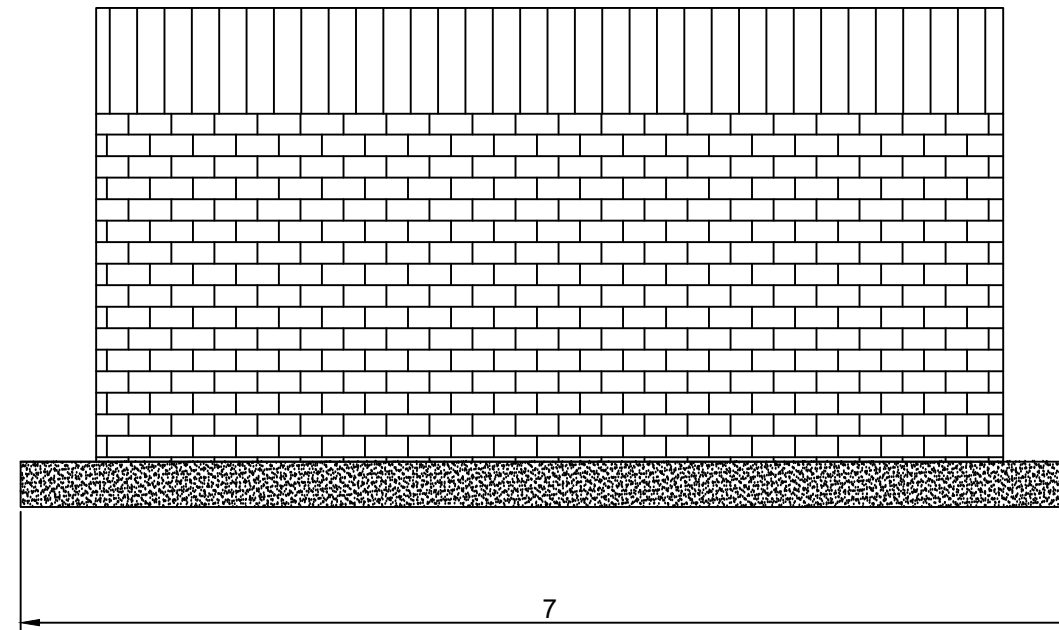
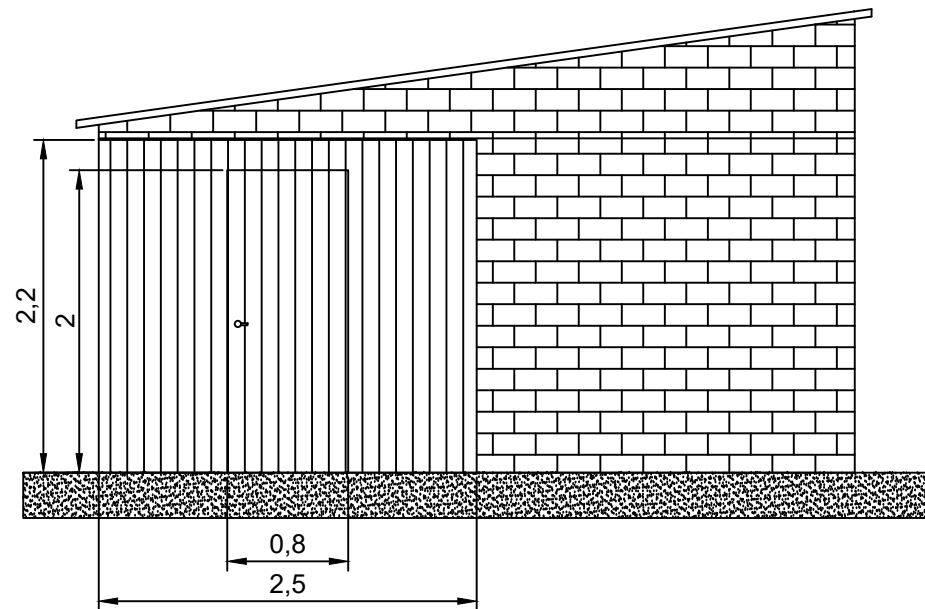
Detalle 3



Detalle 1



	UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)	
Proyecto de plantación de 20,43 ha de pistacho en el de Moraleja de las Panaderas (Valladolid)		
TÍTULO DEL PROYECTO		
María García López	Varias	3
PROMOTOR	ESCALA	Nº PLANO
Detalles del plano 2		ALUMNO/A: Carlos García López
TÍTULO DEL PLANO		FECHA: 15 de marzo de 2025
Ingeniería Agrícola y del Medio Rural		FIRMA
TITULACIÓN		



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



Proyecto de plantación de 20,43 ha de pistacho con riego localizado en el T.M de Moraleja de las Panaderas (Valladolid)

TÍTULO DEL PROYECTO

María García López

PROMOTOR

1:50

ESCALA

4

Nº PLANO

Vistas de la caseta

TÍTULO DEL PLANO

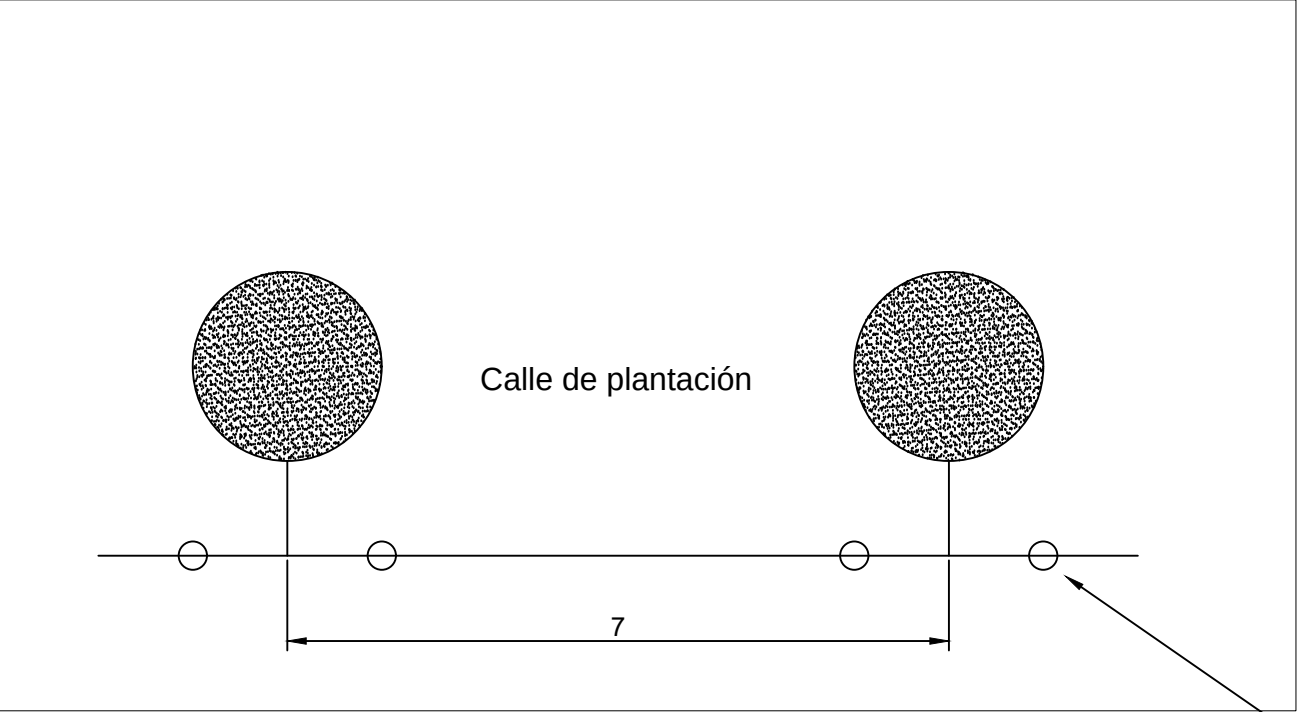
Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN

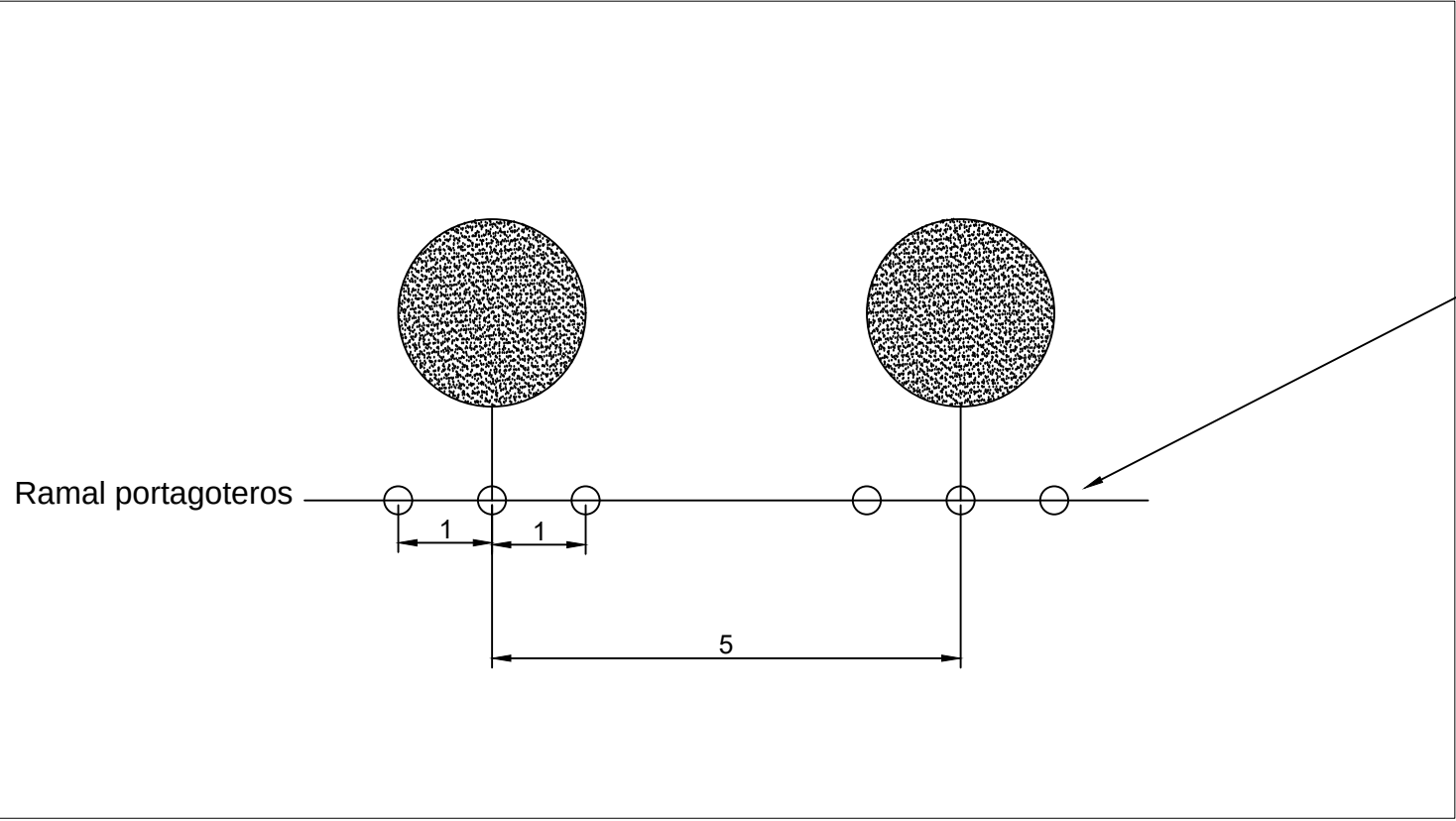
ALUMNO/A: Carlos García López

FECHA: 15 de marzo de 2025

FIRMA



Goteros



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA)



Proyecto de plantación de 20,43 ha de pistachos en el T.M de Moraleja de las Panaderas (Valladolid)

TÍTULO DEL PROYECTO

María García López

PROMOTOR

1:80

ESCALA

5

Nº PLANO

Ramales portagoteros

TÍTULO DEL PLANO

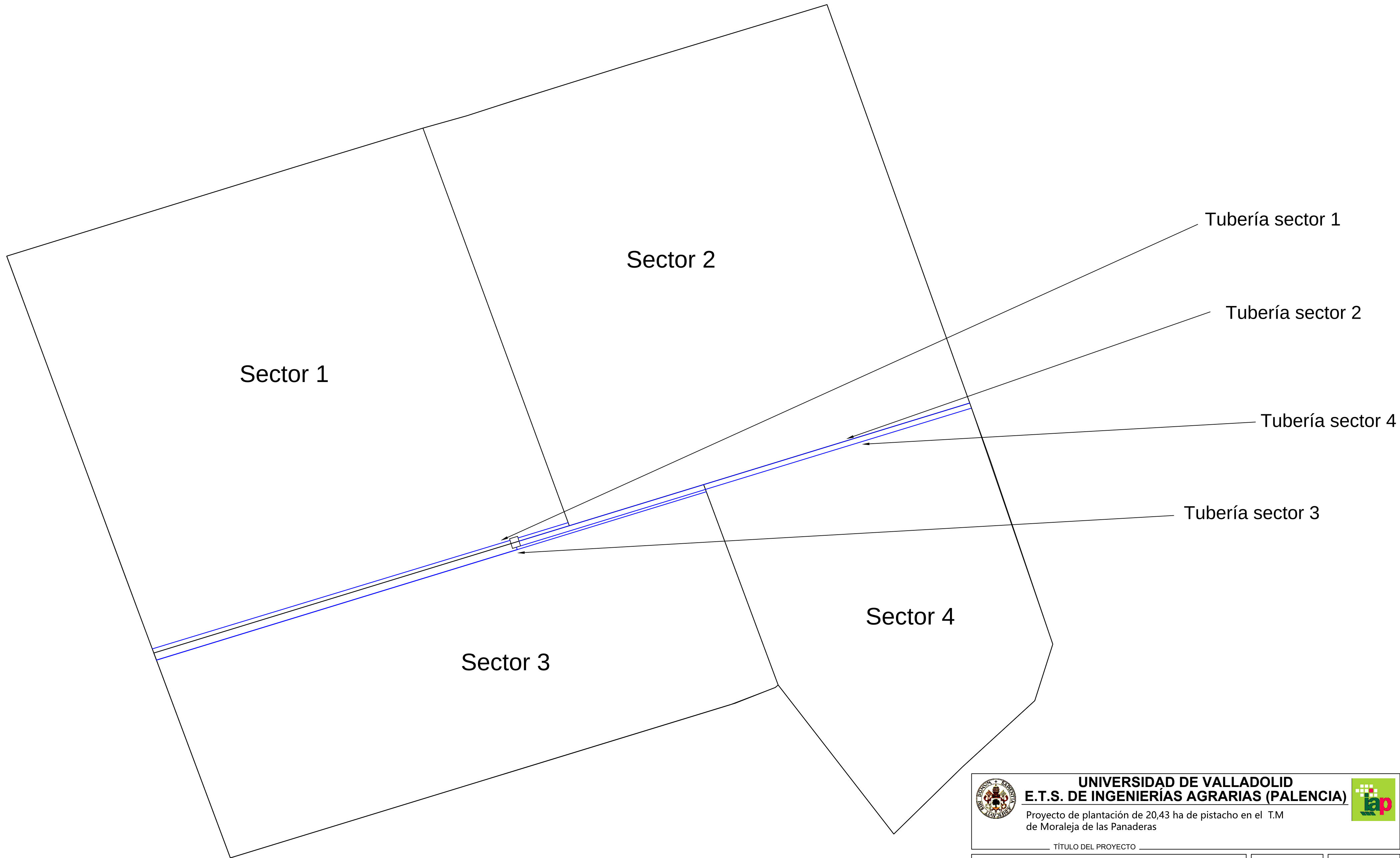
Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

TITULACIÓN

ALUMNO/A: Carlos García López

FECHA: 15 de marzo de 2025

FIRMA



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS (PALENCIA) Proyecto de plantación de 20,43 ha de pistacho en el T.M de Moraleja de las Panaderas 		
TÍTULO DEL PROYECTO _____		
María García López	1:150	6
PROMOTOR _____	ESCALA _____	Nº PLANO _____
Sector 3		ALUMNO/A: Carlos García López
TÍTULO DEL PLANO _____		FECHA: 15 de marzo de 2025
Ingeniería Agrícola y del Medio Rural	FIRMA _____	
TITULACIÓN _____		

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

INDICE PLIEGO DE CONDICIONES

TITULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PRIMERA PARTE:	
CONDICIONES GENERALES	13
Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general.....	13
Artículo 2. Documentación del contrato de obra	13
Artículo 3. Calidad de los materiales	13
Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales	14
Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto	14
Artículo 6. Condiciones generales de ejecución	14
SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO CAPÍTULO I: LABORES	
GENERALES DE CULTIVO	14
Artículo 1. Diseño de plantación	14
Artículo 2. Labores previas	14
Artículo 3. Plantación	14
Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones.....	15
Artículo 5. Plazo de plantación	15
Artículo 6. Reposición de marras.....	15
CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO	15
Artículo 7. Calendario de las labores	15
CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA	16
Artículo 8. Normas a seguir	16
Artículo 9. Mano de obra.....	16
Artículo 10. Mantenimiento	16
Artículo 11. Restos de poda.....	16
CAPÍTULO IV: RIEGO.....	16
Artículo 12. Calendario y dosis de riego	16
Artículo 13. Revisiones	16
Artículo 14. Reparaciones.....	16
Artículo 15. Mantenimiento	17
CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN	17

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Artículo 16. Normativa	17
Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes	17
Artículo 18. Envasado y etiquetado	17
Artículo 19. Facturas.....	17
Artículo 20. Fraude	17
Artículo 21. Peticiones	17
Artículo 22. Manejo	18
Artículo 23. Almacenamiento	18
Artículo 24. Empleo	18
CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO	18
Artículo 25. Normas a seguir	18
Artículo 26. Mano de obra.....	18
Artículo 27. Forma y dosis de aplicación	18
Artículo 28. Labor de segadora.....	18
CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS	18
Artículo 29. Manejo	18
Artículo 30. Limpieza	19
Artículo 31. Almacenamiento	19
Artículo 32. Normativa	19
Artículo 33. Fraude	19
Artículo 34. Seguridad	19
Artículo 35. Mezcla	19
Artículo 36. Aplicación	19
Artículo 37. Envasado y etiquetado	20
Artículo 38. Facturas.....	20
Artículo 38b. Cuaderno de la explotación	20
CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN	20
Artículo 39. Normas a seguir	20
Artículo 40. Mano de obra.....	20
Artículo 41. Plazo de tiempo	20

Artículo 42. Material	20
CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS	21
Artículo 43. Características	21
Artículo 44. Utilización	21
Artículo 45. Manejo y mantenimiento	21
Artículo 46. Almacenamiento	21
Artículo 47. Averías	21
Artículo 48. Seguridad personal	21
Artículo 49. Reglamentación	21
CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS	22
Artículo 50. Obligaciones del capataz	22
Artículo 51. Obligaciones del empleado	22
CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN	23
Artículo 52. Manejo	23
Artículo 53. Transporte	23
TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN	23
CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	23
Artículo 1. Emplazamiento	23
Artículo 2. Sistema general de distribución	23
Artículo 3. Profundidad de la cimentación	23
Artículo 4. Obras accesorias	23
Artículo 5. Movimiento de tierras	24
5.1. Explanación y préstamos	24
5.2. Excavación en zanjas y pozos	27
5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos	31
5.3.3. Medición y abono	32
Artículo 6. Base de zahorra natural	32
Artículo 7. Hormigones	34
7.1. De los componentes	34
7.2. De la ejecución del elemento.	43

7.3. Medición y abono	52
Artículo 8. Morteros	52
Artículo 9. Carpintería metálica.....	53
9.1. De los Componentes	53
9.2. De la ejecución Preparación.....	54
9.3. Medición y abono	56
9.4. Mantenimiento	56
Artículo 10. Pintura	56
10.1. De los componentes Productos constituyentes	57
10.2. De la ejecución Preparación	58
10.2. Fases de ejecución	58
Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión	59
11.1. De los componentes	59
11.2. De la ejecución Preparación	61
11.3. Medición y abono	63
11.4. Mantenimiento	64
Artículo 12. Precauciones que adoptar	64
Artículo 13. Control del hormigón	64
CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO	
CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.....	65
Artículo 1. Definición.....	65
1.1. Emisor (gotero).....	65
1.2. Emisor autocompensante (o de caudal fijo)	65
1.3. Entrada del emisor	65
1.4. Salida del emisor	65
1.5. Presión nominal de ensayo (Pn).....	65
1.6. Campo de variación de presiones de trabajo	65
1.7. Intervalo de regulación	65
1.8. Caudal nominal de ensayo (qn).....	66
1.9. Tubo portaemisores o lateral de riego	66

Artículo 2. Clasificación	66
2.1. Uniformidad categoría A	66
2.2. Uniformidad categoría B	66
Artículo 3. Identificación	66
Artículo 4. Construcción y materiales	66
4.1. Construcción	66
4.2. Materiales	67
Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos	67
5.1. Muestras para ensayo	67
5.2. Descripción de las condiciones del ensayo	67
5.3. Precisión de los aparatos de medida	68
Artículo 6. Ensayos de comprobación de características	68
6.1. Aspecto	68
6.2. Conductos interiores del emisor	68
6.3. Resistencia a la presión hidrostática	68
Artículo 7. Ensayos de funcionamiento	69
7.1. Uniformidad de caudal	69
7.1.1. Emisores autocompensantes	69
7.2. Curva caudal-presión	70
7.2.1. Emisores autocompensantes	70
Artículo 8. Datos para facilitar por el fabricante	70
CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO	71
Artículo 1. Condiciones generales	71
1.1. Campo de aplicación	71
1.2. Definiciones	72
Artículo 2. Medidas y tolerancias	74
2.1. Medidas y tolerancias	74
2.2. Diámetros nominales	74
2.3. Diámetro exterior medio	74
2.4. Espesor puntual	74

2.5.	Diámetro interior medio	75
2.6.	Ovalación	75
2.7.	Longitud de los tubos	75
Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo		75
3.1.	Materiales componentes de los tubos de PE	75
3.2.	Ensayos de los materiales.....	76
3.2.1.	Aspecto	76
3.2.2.	Determinación de la densidad.....	76
3.2.3.	Determinación del índice de fluidez	77
3.2.4.	Contenido en volátiles.....	77
3.2.5.	Contenido en cenizas	77
Artículo 4. Fabricación		77
4.1.	Procedimiento de fabricación	77
4.2.	Acabado de tuberías	78
4.3.	Laboratorio y banco de pruebas	78
Artículo 5. Características de los tubos		78
5.1.	Aspecto	78
5.2.	Contenido en negro de carbono	78
5.3.	Dispersión del negro de carbono.....	78
5.4.	Índice de fluidez.....	78
5.5.	Resistencia a la tracción.....	79
5.6.	Alargamiento en la rotura	79
5.7.	Resistencia a la presión interna en función del tiempo.....	79
5.8.	Estanqueidad	79
5.9.	Comportamiento al calor	79
5.10.	Juntas	80
5.11.	Uniformidad.....	80
5.12.	Marcado de tubos y accesorios	80
Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo.....		81
6.1.	Ensayos y pruebas en fábrica	81

6.1.1.	Prueba de aspecto.....	81
6.1.2.	Determinación de las dimensiones	81
6.1.3.	Determinación de la densidad.....	82
6.1.4.	Determinación del contenido en negro de carbono.....	82
6.1.5.	Determinación de la dispersión del negro de carbono	82
6.1.6.	Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura	82
6.1.7.	Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo	82
6.1.8.	Prueba de estanqueidad.....	82
6.1.9.	Determinación del comportamiento al calor	82
6.2.	Pruebas de obra	83
CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO		84
Artículo 1. Condiciones generales		84
1.1.	Campo de aplicación	84
1.2.	Definiciones	84
1.3.	Características de los tubos	86
1.5.	Accesorios para tuberías	89
1.6.	Uniformidad	89
1.7.	Marcado de los tubos y accesorios	89
Artículo 2. Materiales		90
2.1.	Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido Los materiales que emplear en la fabricación de los tubos del resto de los elementos de PVC rígido que forman parte de la tubería instalada deberán cumplir las especificaciones contenidas en este pliego.	90
2.2.	Resina sintética de policloruro de vinilo.....	90
2.3.	Policloruro de vinilo no plastificado (rígido)	90
2.4.	Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado	91
2.5.	Adhesivos disolventes para juntas soldadas	91
2.6.	Lubricantes para juntas elásticas	91

2.7. Pintura y otros revestimientos	91
2.8. Otros materiales no especificados.....	92
Artículo 3. Fabricación	92
3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos	92
3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios.....	92
3.3. Fabricación en serie	92
3.4. Laboratorio y banco de pruebas	92
Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo	93
4.1. Clasificación	93
4.2. Pruebas en fábrica	93
4.3. Pruebas en obra	97
4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior	97
Artículo 5. Tolerancias.....	99
1.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio	99
1.2. Tolerancias en el espesor de la pared	100
1.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios.....	100
1.4. Tolerancia en la longitud nominal	100
1.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica	100
1.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica	100
1.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos.....	100
1.8. Tolerancias en la alineación	100
CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO	101
Artículo 1. Equipos de impulsión.....	101
1.1. Definiciones.....	101
1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión	102
1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba.....	103
1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo	103

1.5.	Automatización de estaciones de bombeo	103
1.6.	Condiciones para los acopios.....	104
1.7.	Características de las bombas utilizadas	104
1.8.	Condiciones de los materiales.....	104
1.9.	Ejecuciones generales	105
1.10.	Ensayo y pruebas	106
Artículo 2.	Filtro.....	106
2.1.	Definición.....	106
2.2.	Etiquetado	106
2.3.	Velocidad de filtración y composición de filtros	107
2.4.	Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza..	107
Artículo 3.	Válvulas	108
3.1.	Válvulas de compuerta	108
3.2.	Válvulas de mariposa	109
Artículo 4.	Tubería de acero galvanizado	110
4.1.	Definición.....	110
4.2.	Espesores y timbrajes	110
4.3.	Pruebas en las conducciones.....	111
Artículo 5.	Ventosas	111
5.1.	Calidad de los materiales	111
5.2.	Control de calidad.....	112
TITULO II:	CONDICIONES FACULTATIVAS	115
CAPÍTULO I.	DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS	115
Artículo 1.	El Ingeniero director.....	115
Artículo 4.	El Constructor	116
Artículo 5.	El Promotor.....	117
Artículo 6.	El proyectista	118
Artículo 7.	El director de obra	118
Artículo 8.	El director de la ejecución de la obra	118
Artículo 9.	Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas	

capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.	118
Artículo 10. Los suministradores de productos	119
Artículo 11. Agentes que intervienen en la obra.....	119
Artículo 12. Agentes en materia de seguridad y salud	119
Artículo 13. La dirección facultativa	119
Artículo 14. Visitas facultativas	119
CAPÍTULO II. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES	120
Artículo 1. El promotor	120
Artículo 3. El constructor o contratista	122
Artículo 4. El director de obra	124
Artículo 5. El director de la ejecución de la obra.....	126
Artículo 6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.	129
Artículo 7. Los propietarios y los usuarios	129
Artículo 8. Documentación final de obra: libro del edificio.....	129
Artículo 9. Los propietarios y los usuarios	130
TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL	130
Artículo 1.....	130
Artículo 2.....	130
CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS	130
Artículo 3.....	130
Artículo 4. Fianza provisional.....	131
Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza	131
Artículo 6. De su devolución general	131
Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales Si el Promotor, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le	

devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantías.....	131
CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS	131
Artículo 8. Composición de los precios unitarios	131
Artículo 10. Precios contradictorios	134
Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios	134
Artículo 12. De la revisión de los precios contratados	134
Artículo 13. Acopio de materiales	135
CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN	135
Artículo 14. Administración	135
Artículo 15. Obras por Administración directa.....	135
Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta	135
Artículo 17. Liquidación de obras por Administración	136
Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor delegada los realizará el Promotor mensualmente según aprobados por el propietario o por su delegado representante de las cuentas de Administración las partes de trabajos realizados	137
Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos	137
Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros	137
Artículo 21. Responsabilidad del Constructor	138
CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	138
Artículo 22. Formas varias de abono de las obras.....	138
Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones	139
Artículo 24. Pagos	140
Artículo 25. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía	140
CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS	141
Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	141
Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario.....	141
CAPÍTULO VII: VARIOS.....	141
Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	141

Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	142
Artículo 33. Seguro de las obras.....	142
Artículo 34. Conservación de la obra.....	143
Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor	143
TITULO IV: PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA	144
MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.....	144
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	144
NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	144
CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO	145
CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	145
TITULO V: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO.....	145
C CIMENTACIONES.....	145
E ESTRUCTURAS	146
I INSTALACIONES	147
TITULO VI. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	147

TITULO I: CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PRIMERA PARTE: CONDICIONES GENERALES

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene como objetivo regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

Artículo 2. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, planos, mediciones y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones particulares.
4. El Pliego General de Condiciones.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Artículo 3. Calidad de los materiales

Todos los materiales que se van a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con el Reglamento (UE) N.º 305/2011, que establece condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción en la Unión Europea.

Artículo 4. Pruebas y ensayos de materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad y seguridad.

Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artículo 5. Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artículo 6. Condiciones generales de ejecución

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán minuciosamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7, del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Este Real Decreto establece las exigencias básicas de calidad y seguridad que deben cumplir los edificios y las instalaciones en función de su uso.

SEGUNDA PARTE: DE CARÁCTER AGRARIO CAPÍTULO I: LABORES GENERALES DE CULTIVO

Artículo 1. Diseño de plantación

La disposición de la plantación, densidad, marco de plantación y orientación de las filas, se realizará de acuerdo con las descripciones efectuadas en el Anejo III: Estudio de alternativas.

Artículo 2. Labores previas

Las labores previas a la plantación se realizarán conforme al orden en que se describen en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 3. Plantación

La plantación de los árboles se realizará con el arado plantador de la forma que se indica en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, realizándose seguidamente un riego de plantación y una revisión de plantones.

Artículo 4. Procedencia y tipo de plantones

Los plantones utilizados procederán de viveros especializados, que garanticen la calidad y sanidad de los mismos, siendo estos de las características que se adjuntan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso. Dichos plantones serán revisados por el capataz inmediatamente después de ser recibidos, pudiendo éste rechazar aquellos que no cumplan las condiciones exigidas

El material vegetal utilizado será selecto y de calidad, es decir, será planta certificada por el Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, sometida a la selección clonal y libre de virus.

Artículo 5. Plazo de plantación

La plantación se realizará siguiendo rigurosamente normas, orden y tiempos que se marcan en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 6. Reposición de marras

A principios del mes de mayo, del mismo año en que se lleva a cabo la plantación, se procederá a la revisión de la plantación, realizando la reposición de marras habidas en la plantación, y realizando las posibles correcciones de las mismas, así como, la revisión sanitaria de los plantones.

CAPÍTULO II: TÉCNICAS DE CULTIVO

Artículo 7. Calendario de las labores

En la recolección, poda y tratamientos fitosanitarios, se deberán de cumplir las fechas de inicio y de fin de las mismas, impuestas por afección al cultivo o comercialización de los frutos.

El capataz o encargado de la plantación, puede contratar personal eventual en horas extras, si fuese necesario, para cumplir las normas que se indican en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

El capataz de la finca podrá variar los calendarios de labores, siempre y cuando haya una causa que los justifique y no afecten a las normas básicas y principios expresados en el Documento 1: Memoria, haciendo hincapié en lo referente al mantenimiento del suelo y la formación de árboles.

CAPÍTULO III: FORMACIÓN Y PODA

Artículo 8. Normas a seguir

El sistema de formación elegido se realizará conforme a lo establecido, siguiendo los pasos y fechas descritos en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado con la formación del árbol, ya que de ello depende el futuro de la plantación y su buena recolección.

Artículo 9. Mano de obra

Durante el primer año la poda será realizada por el capataz. En los años sucesivos se llevará a cabo por el capataz ayudado de personal cualificado en esta tarea.

Artículo 10. Mantenimiento

El equipo utilizado en la poda (tijeras neumáticas) será cuidado y mantenido con buen filo, así como desinfectado en una solución anticriptogámica, para evitar enfermedades.

Artículo 11. Restos de poda

Los restos de poda serán triturados con una segadora-trituradora, con el fin de que no entorpezcan el paso por la calle.

CAPÍTULO IV: RIEGO

Artículo 12. Calendario y dosis de riego

Se autoriza al capataz de la explotación a realizar los cambios oportunos en el calendario de riegos y dosis por año, conforme a las directrices marcadas en el Anejo IV: Ingeniería del proceso, siempre que los cambios se ajusten a la realidad de la finca.

Artículo 13. Revisiones

El técnico de la instalación instruirá y asesorará al capataz en el manejo y mantenimiento del sistema de riego, ya que será el encargado de su mantenimiento y funcionamiento.

Artículo 14. Reparaciones

En caso de avería importante del sistema y que requiera la presencia de un técnico, el capataz será el encargado de llamar lo antes posible al técnico correspondiente para que la avería suponga el mínimo trastorno posible en el calendario de riego.

Artículo 15. Mantenimiento

Se tendrá en la finca las piezas de reposición más frecuentes, así como las herramientas necesarias para su colocación.

El capataz, como encargado del mantenimiento, realizará la limpieza asidua de las tuberías y depósitos con ácido nítrico, y realizará lavados de arena y anillas de los filtros, así como la limpieza de los goteros obstruidos.

CAPÍTULO V: FERTILIZANTES Y FERTIRRIGACIÓN

Artículo 16. Normativa

Los abonos orgánicos y minerales que se utilicen en la explotación deberán ajustarse a la normativa vigente relativa a la pureza y a la composición de estos.

Artículo 17. Riqueza de los fertilizantes

La riqueza de los fertilizantes debe venir expresada como N, para el nitrógeno, P₂O₅ para el fósforo y K₂O para el potasio.

Artículo 18. Envasado y etiquetado

Todos los abonos envasados o transportados en camiones cisterna, deberán llevar en la etiqueta de la factura, expresado en letra, el porcentaje de riqueza de cada elemento fertilizante, la denominación y clase de abono, el peso neto y la dirección del fabricante o comerciante que los elabore o manipule. Los envases y camiones cisterna deben de ir precintados.

Artículo 19. Facturas

Además de los detalles expuestos en el artículo 18, en las facturas deberán figurar el número y clase de envase, el precio total de la partida y la firma de conformidad de ambas partes.

Artículo 20. Fraude

En caso de fraude o sospecha del mismo, con relación a los fertilizantes adquiridos, se inmovilizará la partida en cuestión y se tomarán tres muestras por los ingenieros agrónomos o técnicos agrícolas del Servicio de Defensa contra Fraudes, para su posterior análisis, del que derivarán las responsabilidades mencionadas anteriormente.

Artículo 21. Peticiones

El capataz será el encargado de realizar la petición de las partidas de abonos, así como de programar la fertirrigación conforme a lo expuesto en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Artículo 22. Manejo

Las mezclas y distribución de abonos se harán bajo las recomendaciones técnicas que correspondan a cada caso, ajustándose siempre a los criterios de compatibilidad de los abonos.

Artículo 23. Almacenamiento

El almacenamiento de los abonos se hará siempre de modo que conserven intactas todas sus propiedades, guardándose en los tanques de la caseta preservados de toda humedad.

Artículo 24. Empleo

Se seguirán las normas, en cuanto a las dosis y tipos de fertilizantes, expresadas en el proyecto. En caso de no disponer de ninguno de ellos, se consultará la utilización de otro producto alternativo.

CAPÍTULO VI: MANTENIMIENTO DEL SUELO

Artículo 25. Normas a seguir

El sistema de mantenimiento elegido se realizará conforme a lo establecido (siguiendo los pasos y fechas) en el Anejo IV. Ingeniería del proceso, teniendo especial cuidado durante los primeros años, debido a que en estos el árbol será más delicado.

Artículo 26. Mano de obra

Dichas labores de mantenimiento serán realizadas por el capataz.

Artículo 27. Forma y dosis de aplicación

La aplicación de los herbicidas será por medio del pulverizador. El tipo y dosis de estos productos se especifica en el Anejo IV. Ingeniería del proceso.

Artículo 28. Labor de segadora

Se realizará con la trituradora de restos de poda, siguiendo la forma de llevarla a cabo y la época que se reseña en el proyecto (Anejo IV. Ingeniería del proceso).

CAPÍTULO VII: PRODUCTOS FITOSANITARIOS

Artículo 29. Manejo

El capataz será el encargado de la conducción del tractor y aplicación de los productos fitosanitarios por medio del atomizador. El usuario deberá ir con el equipo de protección, compuesto por una máscara, traje y guantes.

Artículo 30. Limpieza

Después de cada tratamiento fitosanitario, se realizará una limpieza del equipo de tratamientos, para evitar la mezcla de los mismos. El capataz se encargará de realizar estas operaciones.

Artículo 31. Almacenamiento

Los productos fitosanitarios se guardarán en la nave almacén, bien cerrados y en sus envases, siendo controlado su uso y llevando un riguroso control de las cantidades utilizadas. El capataz será el encargado de realizar estas tareas.

Artículo 32. Normativa

Los productos fitosanitarios que se empleen en la explotación deberán cumplir la normativa vigente, según el Real Decreto 1311/2012 – BOE con sus posteriores modificaciones Última modificación: 28 de septiembre de 2019.

Artículo 33. Fraude

En caso de duda sobre la autenticidad de los productos o de sus etiquetas, se realizarán los análisis oportunos en la delegación de agricultura, o bien en el servicio de defensa contra fraudes del ministerio de agricultura.

Artículo 34. Seguridad

En caso de utilizar cualquier producto se adoptarán las medidas que se reflejan en el artículo 29, pero en caso de afección o intoxicado se seguirán las indicaciones que aparezcan en la etiqueta del producto usado.

En los tratamientos, fundamentalmente en los previos a la recolección, se tendrán en cuenta los plazos de seguridad que estipula el fabricante y se cumplirán estrictamente.

Se instalará un botiquín de urgencia equipado según las normas del ministerio de sanidad y seguridad social, en el que figuren visiblemente las pautas a seguir en caso de intoxicación.

Artículo 35. Mezcla

El uso y mezcla de productos fitosanitarios se hará bajo asesoramiento técnico y con las correspondientes medidas de seguridad.

Artículo 36. Aplicación

El capataz, como encargado jefe de la explotación no usará nuevos productos fitosanitarios, ni variará la dosis de los utilizados, sin consultar previamente con el director técnico, el cual deberá determinar por escrito las normas de utilización de los mismos. Los tratamientos fitosanitarios se darán en la época y forma en

que se explica en los cuadros de cultivo y a la dosis estrictamente indicada en el Anejo IV: Ingeniería del proceso.

Artículo 37. Envasado y etiquetado

Los productos deberán estar envasados, precintados y etiquetados según el modelo oficial. En él constará el número de registro del producto y la composición química, así como la expresión de riqueza de la materia activa.

Artículo 38. Facturas

Las facturas de compra de productos fitosanitarios consignarán todos los datos que se relacionan en las etiquetas, expuestos en el artículo 37, así como el firmado de conformidad de ambas partes.

Artículo 38b. Cuaderno de la explotación

Según El Real Decreto 1311/2012 en su artículo 16.1, establece que cada explotación agraria deberá mantener actualizado un registro de tratamientos fitosanitarios denominado “cuaderno de explotación” en el que se anotarán todos los tratamientos fitosanitarios realizados.

CAPÍTULO VIII: RECOLECCIÓN

Artículo 39. Normas a seguir

Las pautas a seguir en la recolección serán las expresadas en el Anejo V. Ingeniería del proceso.

Artículo 40. Mano de obra

Se contratarán peones no especializados para la recolección, siendo esta una operación supervisada por el capataz.

Artículo 41. Plazo de tiempo

Se tendrá un cuidado extremo en las fechas de inicio y fin de la recolección, como se adjunta en el Anejo V. Ingeniería del proceso.

Si fuese necesario se realizarán horas extras para llevar a cabo el cumplimiento de estas. Se podrán adelantar o retrasar estas fechas, siendo labor del capataz elegir la fecha adecuada, cuando la cosecha, debido a las condiciones climatológicas, se adelante o se retrase.

Artículo 42. Material

Las cajas y material utilizado en la recolección serán tal y como se reflejan en el Anejo V. Ingeniería del proceso.

CAPÍTULO IX: MAQUINARIA Y EQUIPOS

Artículo 43. Características

Las características de la maquinaria están reseñadas en el Anejo V. Ingeniería del proceso, maquinaria y equipos. Si por alguna circunstancia, no fueran exactamente estas, queda autorizado el capataz de la explotación a introducir las variantes oportunas, siempre y cuando las innovaciones introducidas estén de acuerdo con las labores a efectuar y la experiencia del capataz, sin que repercuta en las condiciones económicas y establecidas.

Artículo 44. Utilización

La maquinaria de la explotación solo será utilizada por manos expertas y en los trabajos para los cuales fueron adquiridas.

Artículo 45. Manejo y mantenimiento

Se cumplirán las normas que figuren en los libros de instrucciones de la maquinaria, en especial cuando concierne a engrase, ajuste y conservación de los diferentes elementos, siendo el capataz el que debe de realizarlo.

Todos los residuos de la maquinaria (aceites utilizados, ruedas gastadas, piezas...) serán depositados en contenedores especiales o lugares habilitados para ello.

Artículo 46. Almacenamiento

La maquinaria permanecerá en el almacén siempre que no se esté utilizando, evitando con ello su deterioro por exposición a la intemperie.

Artículo 47. Averías

Las averías producidas en la maquinaria durante su uso en la explotación son incumbencia del propietario y los gastos de reparación correrán por su cuenta. Para averías de reconocida entidad mecánica, solo estará facultado, para su reparación, el especialista de la casa distribuidora, recibiendo la ayuda, si esta fuera necesaria, del capataz.

Artículo 48. Seguridad personal

En lo que al uso de maquinaria se refiere, el operario deberá trabajar en las condiciones de máxima seguridad.

Artículo 49. Reglamentación

Los tractores deberán estar inscritos en la sección agronómica de las delegaciones de la conserjería de agricultura de la junta de Castilla y León, tienen que cumplir con los requisitos de dicha inscripción.

CAPÍTULO X: OBLIGACIONES DEL CAPATAZ Y EMPLEADOS

Artículo 50. Obligaciones del capataz

Es obligación del capataz el conocer las técnicas de cultivo de la plantación.

Es obligación del capataz el contratar al personal necesario para la realización de las labores de poda y de recolección, siempre con la previa conformidad del propietario.

El capataz atenderá a cuantas ordenes le sean comunicadas por el propietario o por el director de obra.

Es obligación del capataz llevar al día las distintas partes de la organización y control de las técnicas de cultivo, llevando estrictamente el cuaderno diario de la explotación, donde anotará aspectos que tengan relación con la misma, como pueden ser los tiempos invertidos en las técnicas de cultivo, las fechas de realización de estas, las materias primas utilizadas, el personal eventual utilizado y su paga y el control de la maquinaria y del riego.

Todas las salidas y entradas en la explotación, en materias de contabilidad, serán anotadas y archivadas en forma de facturas y/o recibos.

Cualquier variación de los precios de los jornales debe de ser comunicada por el capataz al propietario de la explotación.

Es responsabilidad del capataz el abrir y cerrar la nave, cuidando que ningún material o equipo quede fuera de la nave, excepto causa de fuerza mayor, una vez se haya cerrado la nave.

Es obligación del capataz el empleo y realización de las técnicas de cultivo de la explotación que estén bajo su tutela, según el Documento 1. Memoria.

El capataz poseerá una copia de las técnicas de cultivo, de los jornales, del estudio económico... que se incluyen en el proyecto.

Artículo 51. Obligaciones del empleado

Es obligación de todos los empleados el cumplir las normas de uso y seguridad de la maquinaria y de los productos fertilizantes y fitosanitarios.

Una vez puestas en conocimiento del capataz estas condiciones, y verificando el oportuno reconocimiento, se podrán llevar esas condiciones a un documento, que deberá de ser firmado por el propietario y por empleados.

Los empleados serán los responsables de los fallos cometidos por el cumplimiento de las presentes condiciones.

CAPÍTULO XI: COMERCIALIZACIÓN

Artículo 52. Manejo

Los frutos serán depositados en remolques, de la forma especificada en el Anejo V: Ingeniería del proceso.

Artículo 53. Transporte

Los remolques cargados con los frutos serán transportados hasta el almacén que haya comprado la producción, habiendo sido la compra previamente pactada.

TERCERA PARTE: CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Artículo 1. Emplazamiento

El emplazamiento de la explotación será el indicado en el Documento 2. Planos.

Artículo 2. Sistema general de distribución

Todas las unidades de obra que se detallan en las hojas adjuntas de mediciones, presupuesto y las complementarias, serán ejecutadas de acuerdo con las normas de la construcción.

Artículo 3. Profundidad de la cimentación

Por la propia naturaleza de la cimentación, se entenderá que las cotas de profundidad que se citan en el proyecto no son sino un primer dato aproximado, dicho dato puede confirmarse o variarse parcial o totalmente en vista de la naturaleza real del terreno, sin que el contratista tenga otro derecho que el de percibir el importe que resulta en caso de la variación.

Artículo 4. Obras accesorias

Se consideran obras accesorias aquellas de importancia secundaria o que por su naturaleza no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Se consideran con arreglo a los proyectos particulares que se redacten durante la construcción, a medida que se vaya conociendo su necesidad, y quedarán

sujetos a las mismas condiciones que rigen para los análogos que figuran en la contrata con proyecto definido.

Artículo 5. Movimiento de tierras

5.1. Explanación y préstamos

Comprende los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombro, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.

La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

5.1.1. De los componentes. Productos constituyentes Tierras de préstamo o propias. Control y aceptación

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, no contengan restos vegetales y no estén contaminadas.

El contratista comunicará al director de obra, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado.

En el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: Identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").

El material inadecuado, se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

5.1.2. De la ejecución Preparación

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Replanteo. Se marcarán unos puntos de nivel sobre el terreno, indicando el espesor de tierra vegetal a excavar.

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado.

A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste.

Cuando el terreno natural presente inclinaciones superiores a 1/5, se excavará, realizando mermas de una altura entre 50 y 80 cm y una longitud no menor de 1.50 m, con pendientes de mesetas del 4%, hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Fase de ejecución

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas adecuadas para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas o descontroladas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente.

La tierra vegetal se extenderá en el interior de la finca objeto del proyecto

Evacuación de las aguas y agotamientos:

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y para que no se produzcan erosiones de los taludes.

Tierra vegetal:

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el director de obra.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra deberán eliminarse.

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Para aceptar la unidad, se realizarán 2 comprobaciones cada 1000 m² de planta.

Los puntos de observación para la realización de las comprobaciones serán los siguientes:

- Limpieza y desbroce del terreno.
- El control de los trabajos de desbroce se realizará mediante inspección ocular, comprobando que las superficies desbrozadas se ajustan a lo especificado. Se controlará:
 - Situación del elemento. Cota de la explanación. Situación de vértices del perímetro.
 - Distancias relativas a otros elementos. Forma y dimensiones del elemento.
 - Horizontalidad: nivelación de la explanada.

- Altura: grosor de la franja excavada. Condiciones de borde exterior. Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

- Retirada de tierra vegetal: Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

Conservación hasta la recepción de las obras

No se concentrarán cargas superiores a 200 kg/m junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación.

Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a técnico competente que dictaminará su importancia y en su caso la solución a adoptar.

No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Se mantendrán exentos de vegetación, tanto en la superficie como en los taludes.

5.1.3. Medición y abono

Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno. Con medios manuales o mecánicos.

Metro cúbico de retirada de tierra vegetal. Retirado y apilado de capa de tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos

5.2. Excavación en zanjas y pozos

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

5.2.1. De los componentes

Productos constituyentes:

- Entibaciones. Tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria. Pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- Materiales auxiliares. Bomba de agua, etc.

5.2.2. De la ejecución Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja. Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Fase de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para

proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de un mínimo de 60 cm.

Acabados

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques, y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos.

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobreancho de excavación, inadmisibles bajo el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado.

En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 20 m o fracción, y los pozos cada unidad.

Controles durante la ejecución

Los puntos de observación serán los siguientes:

- Replanteo.
- Cotas entre ejes.
- Dimensiones en planta.

- Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2.5/1000 y variaciones iguales o superiores a ± 10 cm.
- Durante la excavación del terreno.
- Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.
- Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
- Comprobación cota de fondo.
- Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
- Nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.
- Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.
- Comprobación final.
- El fondo y paredes de las zanjas y pozos terminados tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de ± 5 cm, con las superficies teóricas.
- Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa. Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

5.2.3. Medición y abono

– Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

– Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras. En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

5.3. Relleno y apisonado de zanjas y pozos

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

5.3.1. De los componentes

Productos constituyentes

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

El soporte

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

5.3.2. De la ejecución

Preparación

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

Fase de ejecución

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Proctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

Control y aceptación

Las zanjas se inspeccionarán cada 50 m³ o fracción, y no se realizarán menos de una inspección por zanja.

Se rechazará si la compactación no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie. Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

Conservación hasta la recepción de las obras

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

5.3.3. Medición y abono

- Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante. Compactado, incluso refino de taludes.
- Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos. Con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

Artículo 6. Base de zahorra natural

Los materiales serán áridos no triturados procedentes de graveras o depósitos naturales, o bien suelos granulares, o mezcla de ambos.

La fracción cernida por el tamiz 0,063 UNE, será menor que los dos tercios ($2/3$) de la fracción cernida por el tamiz 0,25 UNE, en peso.

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO_3), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil ($< 0,5 \%$) donde los materiales están en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento ($< 1 \%$) en los demás casos.

El tamaño máximo no será superior a la mitad ($1/2$) del espesor de la tongada extendida y compactada.

El coeficiente de desgaste medido por el ensayo de Los Ángeles será inferior a cuarenta

(40). El ensayo se realizará según la norma UNE-EN 1097-2.

El material estará exento de terrones de arcilla, marga, materia orgánica o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza según la Norma UNE 146130 deberá ser inferior a dos (2). El Equivalente de Arena será mayor de treinta (30).

Tendrá un C.B.R. mayor de veinte (20).

El material será “no plástico” (UNE 103104).

La compactación exigida para la base de zahorra natural será de noventa y ocho por ciento (98 %) de la máxima obtenida en el ensayo “Proctor modificado” y se realizará por tongadas, convenientemente humectadas, de un espesor comprendido entre diez y treinta centímetros (10 cm - 30 cm), después de compactarlas.

La zahorra natural no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y forma previstas, con las tolerancias establecidas.

La ejecución de la base deberá evitar la segregación del material, creará las pendientes necesarias para el drenaje superficial y contará con una humectación uniforme. Todas las operaciones de aportación de agua tendrán lugar antes de la compactación. Después la única humectación admisible será la destinada a lograr en superficie la humedad necesaria para la ejecución de la capa siguiente. La superficie acabada no podrá tener irregularidades superiores a veinte milímetros (20 mm.) y no podrá rebasar a la superficie teórica en ningún punto. Las zavorras naturales se podrán emplear siempre que las condiciones climatológicas no hayan producido alteraciones en la humedad del material tales que se supere en más de dos (2) puntos porcentuales la humedad óptima.

Se suspenderá la ejecución con temperatura ambiente a la sombra, igual o inferior a dos grados centígrados (2°C).

En todos los extremos no señalados en el presente Pliego, la ejecución de esta unidad de obra se ajustará a lo indicado en el artículo “Zahorras” del PG-3.

Medición y abono

Esta unidad se medirá y abonará al precio que para el metro cúbico (m3) de subbase de zahorra natural figura en el Cuadro de Precios Número 1 que incluye el material, su manipulación, transporte, extendido, humectación, compactación y operaciones complementarias de preparación de la superficie de asiento y terminación.

Artículo 7. Hormigones

El hormigón armado es un material compuesto por otros dos: el hormigón (mezcla de cemento, áridos y agua y, eventualmente, aditivos y adiciones, o solamente una de estas dos clases de productos) y el acero, cuya asociación permite una mayor capacidad de absorber solicitaciones que generen tensiones de tracción, disminuyendo además la fisuración del hormigón y confiriendo una mayor ductilidad al material compuesto.

Nota: Todos los artículos y tablas citados a continuación se corresponden con el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, salvo indicación expresa distinta.

7.1. De los componentes

Productos constituyentes

- Hormigón para armar. Se tipificará de acuerdo con el artículo 39.2 indicando la resistencia característica especificada, que no será inferior a 25 N/mm² en hormigón armado, (artículo 30.5); el tipo de consistencia, medido por su asiento en cono de Abrams, (artículo 30.6); el tamaño máximo del árido (artículo 28.2) y la designación del ambiente (artículo 8.2.1).
- Tipos de hormigón.
- Hormigón fabricado en central de obra o preparado.
- Hormigón no fabricado en central.
- Materiales constituyentes.

Cemento.

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16), correspondan a la clase

resistente 32,5 o superior y cumplan las especificaciones del artículo 26 de la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

El cemento se almacenará de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.3; si el suministro se realiza en sacos, el almacenamiento será en lugares ventilados y no húmedos; si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aíslen de la humedad.

Agua.

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no contendrá sustancias nocivas en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales. Deberá cumplir las condiciones establecidas en el artículo 27.

Áridos.

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en el artículo 28. Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables. Los áridos se designarán por su tamaño mínimo y máximo en mm.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- ☐ 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45° con la dirección del hormigonado;
- ☐ 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45° con la dirección de hormigonado,
- ☐ 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación por el ambiente, y especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas.

Deberán también adoptarse las necesarias precauciones para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

Otros componentes.

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

La Instrucción para la recepción de cementos (RC-08) recoge únicamente la utilización de cenizas volantes y el humo de sílice (artículo 29.2).

Las armaduras pasivas serán de acero y estarán constituidas por:

☐ Barras corrugadas: Los diámetros nominales se ajustarán a la serie siguiente: 6- 810 - 12 - 14 - 16 -20 -25 - 32 y 40 mm.

☐ Mallas electrosoldadas: Los diámetros nominales de los alambres corrugados empleados se ajustarán a la serie siguiente: 5 - 5,5 - 6- 6,5 - 7 - 7,5 - 8- 8,5 -

9 - 9,5 - 10 -10,5 - 11 - 11,5- 12 y 14 mm.

Cumplirán los requisitos técnicos establecidos en las UNE 36068:2011, entre ellos las características mecánicas mínimas, especificadas en el artículo 31 de la instrucción CTE.

Tanto durante el transporte como durante el almacenamiento, las armaduras pasivas se protegerán de la lluvia, la humedad del suelo y de posibles agentes agresivos. Hasta el momento de su empleo se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias.

Control y aceptación

A. Hormigón fabricado en central de obra u hormigón preparado

– Control documental.

En la recepción se controlará que cada carga de hormigón vaya acompañada de una hoja de suministro, firmada por persona física, a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren, los datos siguientes:

1. Nombre de la central de fabricación de hormigón.
2. Número de serie de la hoja de suministro.
3. Fecha de entrega.
4. Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
5. Especificación del hormigón.
 - a) Tipo, clase, y marca del cemento.
 - b) Consistencia.
 - c) Tamaño máximo del árido.
 - d) Tipo de aditivo, según UNE-EN 934-2:2010+A1:2012, si lo hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - e) Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice, artículo 29.2) si la hubiere, y en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
6. Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
7. Cantidad del hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
8. Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.
9. Hora límite de uso para el hormigón.

La dirección de obra podrá eximir de la realización del ensayo de penetración de agua cuando, además, el suministrador presente una documentación que permita el control documental sobre los siguientes puntos:

1. Composición de las dosificaciones de hormigón que se va a emplear.
 2. Identificación de las materias primas.
 3. Copia del informe con los resultados del ensayo de determinación de profundidad de penetración de agua bajo presión realizados por laboratorio oficial o acreditado, como máximo con 6 meses de antelación.
 4. Materias primas y dosificaciones empleadas en la fabricación de las probetas utilizadas en los anteriores ensayos, que deberán coincidir con las declaradas por el suministrador para el hormigón empleado en obra.
- Ensayos de control del hormigón.

El control de la calidad del hormigón comprenderá el de su resistencia, consistencia y durabilidad:

1. Control de la consistencia (artículo 83.2). Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
2. Control de la durabilidad (artículo 85). Se realizará el control documental, a través de las hojas de suministro, de la relación a/c y del contenido de cemento. Si la clase de exposición es IV o cuando el ambiente presente cualquier clase de exposición específica, se realizará el control de la penetración de agua. Se realizará siempre que se fabriquen probetas para controlar la resistencia, en control reducido o cuando lo ordene la dirección de obra.
3. Control de la resistencia (artículo 84). Con independencia de los ensayos previos y característicos (preceptivos si no se dispone de experiencia previa en materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos), y de los ensayos de información complementaria, la Instrucción CTE establece con carácter preceptivo el control de la resistencia a lo largo de la ejecución del elemento mediante los ensayos de control, indicados en el artículo 88.

Ensayos de control de resistencia.

Tienen por objeto comprobar que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto. El control podrá realizarse según las siguientes modalidades:

1. Control a nivel reducido (artículo 88.2).

2. Control al 100 por 100, cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas (artículo 88.3).

3. Control estadístico del hormigón cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan (artículo 88.4 de la Instrucción CTE- 08). Este tipo de control es de aplicación general a obras de hormigón estructural. Para la realización del control se divide la obra en lotes con unos tamaños máximos en función del tipo de elemento estructural de que se trate. Se determina la resistencia de N amasadas por lote y se obtiene la resistencia característica estimada. Los criterios de aceptación o rechazo del lote se establecen en el artículo 88.5.

B. Hormigón no fabricado en central.

En el hormigón no fabricado en central se extremarán las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

– Control documental.

El constructor mantendrá en obra, a disposición de la dirección de obra, un libro de registro donde constará:

1. La dosificación o dosificaciones nominales a emplear en obra, que deberá ser aceptada expresamente por la dirección de obra. Así como cualquier corrección realizada durante el proceso, con su correspondiente justificación.

2. Relación de proveedores de materias primas para la elaboración del hormigón.

3. Descripción de los equipos empleados en la elaboración del hormigón.

4. Referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación del cemento.

5. Registro del número de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados, en su caso. En cada registro se indicará el contenido de cemento y la relación agua cemento empleados y estará firmado por persona física.

– Ensayos de control del hormigón.

Ensayos previos del hormigón.

Para establecer la dosificación, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos previos, según el artículo 86, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

□ Ensayos característicos del hormigón: Para comprobar, en general antes del comienzo de hormigonado, que la resistencia real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto, el fabricante de este tipo de hormigón deberá realizar ensayos, según el artículo 87, que serán preceptivos salvo experiencia previa.

□ Ensayos de control del hormigón: Se realizarán los mismos ensayos que los descritos para el hormigón fabricado en central.

□ De los materiales constituyentes:

Cemento (artículos 26 y 81.1 de la Instrucción CTE, Instrucción RC- 16).

Se establece la recepción del cemento conforme a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-16). El responsable de la recepción del cemento deberá conservar una muestra preventiva por lote durante 100 días.

Control documental

Cada partida se suministrará con un albarán y documentación anexa, que acredite que está legalmente fabricado y comercializado, de acuerdo con lo establecido en el apartado 9, Suministro e Identificación de la Instrucción RC-16

Ensayos de control

Antes de comenzar el hormigonado, o si varían las condiciones de suministro y cuando lo indique la dirección de obra, se realizarán los ensayos de recepción previstos en la Instrucción RC-16 y los correspondientes a la determinación del ion cloruro, según el artículo 26 de la Instrucción CTE.

Al menos una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la dirección de obra, se comprobarán: componentes del cemento, principio y fin de fraguado, resistencia a compresión y estabilidad de volumen.

Distintivo de calidad. Marca AENOR. Homologación MICT.

Cuando el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-CTE, se le eximirá de los ensayos de recepción. En tal caso, el suministrador deberá aportar la documentación de identificación del cemento y los resultados de autocontrol que se posean.

Con independencia de que el cemento posea un distintivo reconocido o un CC-CTE, si el período de almacenamiento supera 1, 2 o 3 meses para los cementos de las clases resistentes 52,5, 42,5, 32,5, respectivamente, antes de los 20 días anteriores a su empleo se realizarán los ensayos de principio y fin de fraguado y

resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase es 32,5) o a 2 días (las demás clases).

Agua (artículos 27 y 81.2).

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, se realizarán los siguientes ensayos según normas UNE: Exponente de hidrógeno pH. Sustancias disueltas. Sulfatas. Ion Cloruro. Hidratos de carbono. Sustancias orgánicas solubles en éter.

Áridos (artículo 28).

Control documental

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la dirección de obra, y en la que figuren los datos que se indican en el artículo 28.4.

Ensayos de control: (según normas UNE): Terrones de arcilla. Partículas blandas (en árido grueso). Materia que flota en líquido de p.e. = 2. Compuesto de azufre. Materia orgánica (en árido fino). Equivalente de arena. Azul de metileno. Granulometría. Coeficiente de forma. Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2:96. Determinación de cloruros. Además para firmes rígidos en viales: Friabilidad de la arena. Resistencia al desgaste de la grava. Absorción de agua. Estabilidad de los áridos.

Salvo que se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos que vayan a utilizarse emitido como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial o acreditado, deberán realizarse los ensayos indicados.

Aditivos (artículo 29).

Control documental

No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física. Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice, se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos en el artículo 29.2.

Ensayos de control

Se realizarán los ensayos de aditivos y adiciones indicados en los artículos 29 y 81.4 acerca de su composición química y otras especificaciones.

Antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos citados en el artículo 86.

Acero en armaduras pasivas.

Control documental

a) Aceros certificados (con distintivo reconocido o CC-CTE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:

1. Acreditación de que está en posesión del mismo.
2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
3. Certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física, en el que se indiquen los valores límites de las diferentes características expresadas en los artículos 31.2 (barras corrugadas), 31.3 (mallas electrosoldadas) y 31.4 (armaduras básicas electrosoldadas en celosía) que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la Instrucción CTE.

b) Aceros no certificados (sin distintivo reconocido o CC-CTE según artículo 1): Cada partida de acero irá acompañada de:

1. Resultados de los ensayos correspondientes a la composición química, características mecánicas y geométricas.
2. Certificado específico de adherencia, en el caso de barras y alambres corrugados.
3. CC-CTE, que justifiquen que el acero cumple las exigencias establecidas en los artículos 31.2, 31.3 y 31.4, según el caso.

Ensayos de control

Se tomarán muestras de los aceros para su control según lo especificado en el artículo 90, estableciéndose los siguientes niveles de control:

a) Control a nivel reducido, sólo para aceros certificados. Se comprobará sobre cada diámetro que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, realizándose dos verificaciones en cada partida; no formación de grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

b) Control a nivel normal. Las armaduras se dividirán en lotes que correspondan a un mismo suministrador, designación y serie. Se definen las siguientes series:

1. Serie fina: diámetros inferiores o iguales 10 mm
2. Serie media: diámetros de 12 a 25 mm
3. Serie gruesa: diámetros superiores a 25 mm

El tamaño máximo del lote será de 40 t para acero certificado y de 20 t para acero no certificado.

Se comprobará sobre una probeta de cada diámetro, tipo de acero y suministrador en dos ocasiones:

1. Límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura. Por cada lote, en dos probetas, se comprobará que la sección equivalente cumple lo especificado en el artículo 31.1, se comprobarán las características geométricas de los resaltos, según el art. 31.2, se realizará el ensayo de doblado-desdoblado indicado en el artículo 31.2 y 31.3.
2. En el caso de existir empalmes por soldadura se comprobará la soldabilidad (artículo 90.4). Las condiciones de aceptación o rechazo se establecen en el artículo 90.5.

Compatibilidad

Se prohíbe el empleo de aluminio en moldes que vayan a estar en contacto con el hormigón. Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada. Se adoptarán las prescripciones respecto a la durabilidad del hormigón y de las armaduras, según el artículo 37, con la selección de las formas estructurales adecuadas, la calidad adecuada del hormigón y en especial de su capa exterior, el espesor de los recubrimientos de las armaduras, el

valor máximo de abertura de fisura, la disposición de protecciones superficiales en el caso de ambientes muy agresivos y en la adopción de medidas contra la corrosión de las armaduras, quedando prohibido poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

7.2. De la ejecución del elemento.

Preparación

Deberán adoptarse las medidas necesarias durante el proceso constructivo, para que se verifiquen las hipótesis de carga consideradas en el cálculo de la estructura (empotramientos, apoyos, etc.).

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las normas y disposiciones que exponen la Instrucción de Hormigón Estructural CTE y la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02. En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que den las Instrucciones, siendo intérprete la dirección facultativa de las obras. Documentación necesaria para el comienzo de las obras.

Disposición de todos los medios materiales y comprobación del estado de los mismos. Replanteo de la estructura que va a ejecutarse. Condiciones de diseño

Fases de ejecución

– Ejecución de la ferralla.

Corte. Se llevará a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica, utilizando cizallas, sierras, discos o máquinas de oxicorte y quedando prohibido el empleo del arco eléctrico.

Doblado, según artículo 66.3. Las barras corrugadas se doblarán en frío, ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto, se realizará con medios mecánicos, con velocidad moderada y constante, utilizando mandriles de tal forma que la zona doblada tenga un radio de curvatura constante y con un diámetro interior que cumpla las condiciones establecidas en el artículo 66.3.

Los cercos y estribos podrán doblarse en diámetros inferiores a los indicados con tal de que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. En ningún caso el diámetro será inferior a 3 cm ni a 3 veces el diámetro de la barra.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen también siempre las limitaciones que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura.

Colocación de las armaduras. Las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las bañas durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolventes sin dejar coqueras.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos bañas aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de bañas, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes:

2 cm

El diámetro de la mayor.

1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Separadores. Los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero o plástico o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos.

Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto, que en cualquier caso cumplirán los mínimos del artículo 37.2.4.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Anclajes. Se realizarán según indicaciones del artículo 66.5.

Empalmes. No se dispondrán más que aquellos empalmes indicados en los planos y los que autorice la dirección de obra. En los empalmes por solapo, la separación entre las bañas será de 4 diámetros como máximo.

En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas.

Para los empalmes por solapo en grupo de barras y de mallas electrosoldadas se ejecutará lo indicado respectivamente, en los artículos 66.6.3 y 66.6.4. Para empalmes mecánicos se estará a lo dispuesto en el artículo 66.6.6.

Los empalmes por soldadura deberán realizarse de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832:97, y ejecutarse por operarios debidamente cualificados.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 mm.

– Fabricación y transporte a obra del hormigón.

Las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento.

La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará por peso. No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior.

Hormigón fabricado en central de obra o preparado.

En cada central habrá una persona responsable de la fabricación, con formación y experiencia suficiente, que estará presente durante el proceso de producción y que será distinta del responsable del control de producción.

En la dosificación de los áridos, se tendrá en cuenta las correcciones debidas a su humedad, y se utilizarán básculas distintas para cada fracción de árido y de cemento. El tiempo de amasado no será superior al necesario para garantizar la uniformidad de la mezcla del hormigón, debiéndose evitar una duración excesiva que pudiera producir la rotura de los áridos.

La temperatura del hormigón fresco debe, si es posible, ser igual o inferior a 30°C e igual o superior a 5°C en tiempo frío o con heladas. Los áridos helados deben ser descongelados por completo previamente o durante el amasado.

Hormigón no fabricado en central

La dosificación del cemento se realizará por peso. Los áridos pueden dosificarse por peso o por volumen, aunque no es recomendable este segundo procedimiento. El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad del régimen, no inferior a noventa segundos.

El fabricante será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia.

Transporte del hormigón preparado.

El transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media.

En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

– Cimbras, encofrados y moldes (artículo 65).

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares.

El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado por la dirección facultativa. Las superficies internas se limpiarán y humedecerán antes del vertido del hormigón. La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros.

No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

Los encofrados se realizarán de madera o de otro material suficientemente rígido. Podrán desmontarse fácilmente, sin peligro para las personas y la construcción, apoyándose las cimbras, pies derechos, etc. que sirven para mantenerlos en su posición, sobre cuñas, cajas de arena y otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Las cimbras, encofrados y moldes poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir sin deformaciones perjudiciales las acciones que puedan producirse como consecuencia del proceso de hormigonado, las presiones del hormigón fresco y el método de compactación empleado.

Las caras de los moldes estarán bien lavadas. Los moldes ya usados que deban servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

Puesta en obra del hormigón

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección de obra.

El hormigonado de cada elemento se realizará de acuerdo con un plan previamente establecido en el que se deberán tenerse en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

En general, se controlará que el hormigonado del elemento se realice en una jornada.

Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro.

– Compactación, según artículo 70.2.

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por:

Picado con barra: los hormigones de consistencia blanda o fluida se picarán hasta la capa inferior ya compactada.

Vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. Vibrado enérgico: Los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm.

– Hormigonado en temperaturas extremas.

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no será inferior a 5°C.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la dirección de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa.

Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos el soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseque.

- Curado del hormigón, según artículo 74.

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. y será determinada por la dirección de obra.

Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar.

- Descimbrado, desencofrado y desmoldeo, según artículo 75.

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido, durante y después de estas operaciones, y en cualquier caso, precisarán la autorización de la dirección de obra.

En el caso de haber utilizado cemento de endurecimiento normal, pueden tomarse como referencia los períodos mínimos de la tabla 75.

Acabados

Las superficies vistas, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra a su aspecto exterior.

Para los acabados especiales se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

Para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, en general se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4mm Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

Control y aceptación

- Directorio de agentes involucrados. Existencia de libros de registro y órdenes reglamentarios.
- Existencia de archivo de certificados de materias, hojas de suministro, resultados de control, documentos de proyecto y sistema de clasificación de cambios de proyecto o de información complementaria. Revisión de planos y documentos contractuales.
- Existencia de control de calidad de materiales de acuerdo con los niveles especificados.
- Comprobación general de equipos: certificados de tarado, en su caso.
- Suministro y certificado de aptitud de materiales.
- Comprobaciones de replanteo y geométricas.
- Comprobación de cotas, niveles y geometría.
- Comprobación de tolerancias admisibles,
- ☐ Cimbras y andamiajes
- Existencia de cálculo, en los casos necesarios.
- Comprobación de planos.
- Comprobación de cotas y tolerancias.
- Revisión del montaje.
- Armaduras.
- Disposición, número y diámetro de barras, según proyecto.
- Corte y doblado.
- Almacenamiento.
- Tolerancias de colocación.
- Recubrimientos y separación entre armaduras. Utilización de calzos, separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta.
- Estado de anclajes, empalmes y accesorios
- Encofrados
- Estanqueidad, rigidez y textura.

- Tolerancias.
- Posibilidad de limpieza, incluidos los fondos.
- Geometría.
- Transporte, vertido y compactación del hormigón.
- Tiempos de transporte
- Limitaciones de la altura de vertido. Forma de vertido no contra las paredes de la excavación o del encofrado.
- Espesor de tongadas.
- Localización de amasadas a efectos del control de calidad del material.
- Frecuencia del vibrador utilizado.
- Duración, distancia y profundidad de vibración en función del espesor de la tongada (cosido de tongadas).
- Vibrado siempre sobre la masa hormigón.

☐ Curado del hormigón.

–Mantenimiento de la humedad superficial en los 7 primeros días. Protección de superficies.

–Predicción meteorológica y registro diario de las temperaturas.

–Actuaciones:

En tiempo frío: prevenir congelación.

En tiempo caluroso: prevenir el agrietamiento en la masa del hormigón

En tiempo lluvioso: prevenir el lavado del hormigón o En tiempo ventoso: prevenir evaporación del agua

Temperatura $\leq -4^{\circ}\text{C}$ o $\geq 40^{\circ}\text{C}$, con hormigón fresco: Investigación.

- Desmoldado y descimbrado.
- Control de sobrecargas de construcción.
- Comprobación de los plazos de descimbrado.
- Comprobación final.
- Reparación de defectos y limpieza de superficies

- Tolerancias dimensionales. En caso de superadas, investigación. Se comprobará que las dimensiones de los elementos ejecutados presentan unas desviaciones admisibles para el funcionamiento adecuado de la construcción. El autor del proyecto podrá adoptar el sistema de tolerancias de la Instrucción CTE, Anejo 10, completado o modificado según estime oportuno.

Conservación hasta la recepción de las obras

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños irreversibles en los elementos ya hormigonados.

7.3. Medición y abono

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 8. Morteros

Dosificación de morteros

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

Fabricación de morteros

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

Medición y abono

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose

su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

Artículo 9. Carpintería metálica

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

9.1. De los Componentes

Productos constituyentes

Precerco, en los casos que se incluye, este podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

El espesor mínimo de pared en los perfiles es 1,5 mm, En el caso de perfiles vierteaguas 0,5 mm y en el de junquillos 1 mm

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; y burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios. Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

Control y aceptación

El nombre del fabricante o marca comercial del producto. Ensayos (según normas UNE):

- Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
- Espesor del recubrimiento anódico.
- Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.

Inercia de los perfiles (podrá atenderse a lo especificado en la norma NTE-FCL). Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica. Distintivo de calidad (Sello PNCE).

Los perfiles y chapas serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano, y sus encuentros formarán ángulo recto. La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrá las dimensiones adecuadas. Y los orificios de desagüe serán al menos 3 por m.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El soporte

La fábrica que reciba la carpintería deberá estar terminada, a falta de revestimientos. En su caso el precerco deberá estar colocado y aplomado.

Deberá estar dispuesta la lámina impermeabilizante entre antepecho y el vierteaguas de la ventana.

Compatibilidad

Protección del contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, o si no existe precerco, mediante algún tipo de protección, cuyo espesor será según el certificado del fabricante.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

9.2. De la ejecución Preparación

El almacenamiento en obra será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con

el terreno. Antes de su colocación hay que asegurarse de que la carpintería conserva su protección, igual que llegó a la obra.

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso del precerco.

Fase de ejecución

Repaso general de la carpintería: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc. Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto y del recibido.

Fijación de la carpintería al precerco, o recibido de las patillas de la ventana a la fábrica, con mortero de cemento.

Los mecanismos de cierre y maniobra serán de funcionamiento suave y continuo. Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Se podrán tener en cuenta las especificaciones de la norma NTE-FLC/74.

Acabados

La carpintería quedará aplomada. Se retirará la protección después de revestir la fábrica y se limpiará para recibir el acristalamiento.

Una vez colocadas se sellarán las juntas de la carpintería con la fachada en todo su perímetro exterior. La junta será continua y uniforme, y se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanquidad al aire y al agua.

El acristalamiento de la carpintería podrá ajustarse a lo dispuesto en la norma NTE- FVP. Fachadas. Vidrios. Planos. Las persianas, guías y hueco de alojamiento podrán seguir las condiciones especificadas en la norma NTE-FDP. Fachadas. Defensas. Persianas.

Control y aceptación

Los materiales que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

La prueba de servicio, para comprobar su estanqueidad, debe consistir en someter los paños más desfavorables a escorrentía durante 8 horas conjuntamente con el resto de la fachada, pudiendo seguir las disposiciones de la norma NTE-FCA.

Controles durante la ejecución: puntos de observación. Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 50 unidades.

- Fijaciones laterales: mínimo dos en cada lateral. Empotramiento adecuado.
- Fijación a la caja de persiana o dintel: tres tornillos mínimo.
- Fijación al antepecho: taco expansivo en el centro del perfil (mínimo)
- Comprobación de la protección y del sellado perimetral.
- Se permitirá un desplome máximo de 2 mm por m en la carpintería. Y en algunos casos ésta deberá estar enrasada con el paramento.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

9.3. Medición y abono

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo los herrajes de cierre y de colgar, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos.

9.4. Mantenimiento

- Uso. No se modificará la carpintería, ni se colocarán acondicionadores de aire sujetos a la misma, sin que previamente se aprueben estas operaciones por técnico competente.
- Conservación. Cada tres años, o antes si se apreciara falta de estanquidad, roturas o mal funcionamiento, se inspeccionará la carpintería. Se repararán los defectos que puedan aparecer en ella.
- Todos los años se limpiará la suciedad y residuos de polución, detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.
- Reparación y reposición. En caso de rotura o pérdida de estanquidad de perfiles, deberán reintegrarse las condiciones iniciales o precederse a la sustitución de los elementos afectados.

Artículo 10. Pintura

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la

superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

10.1. De los componentes Productos constituyentes

– Imprimación. Servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no féreos, imprimación anticorrosiva (de efecto barrera o de protección activa), imprimación para madera o tapa poros, imprimación selladora para yeso y cemento, etc.

– Pinturas y barnices. Constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:

– Medio de disolución.

– Agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.).

– Disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitro celulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vindica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).

– Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).

– Pigmentos.

– Aditivos en obra. Anti-siliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

Control y aceptación

- ☐ • Pintura. Identificación de la pintura de imprimación y de acabado.
- ☐ • Distintivos. Marca AENOR.
- ☐ • Ensayos. Determinación del tiempo de secado, viscosidad, poder cubriente, densidad, peso específico, determinación de la materia fija y volátil, resistencia a la inmersión, determinación de adherencia por corte enrejado, plegado, espesor de la pintura sobre material ferromagnético.
- ☐ • Lotes. Cada suministro y tipo.

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite

el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El soporte

En caso de ladrillo, cemento y derivados, éstos estarán limpios de polvo y grasa y libres de adherencias o imperfecciones. Las fábricas nuevas deberán tener al menos tres semanas antes de aplicar sobre ellas impermeabilizantes de silicona.

En general, las superficies a recubrir deberán estar secas si se usan pinturas de disolvente orgánico; en caso de pinturas de cemento, el soporte deberá estar humedecido.

Compatibilidad

En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo, cemento y derivados: pintura a la cal, al silicato, al cemento, plástica, al esmalte y barniz hidrófugo.

En interiores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:

- Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.
- Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte.
- Sobre cemento y derivados: pintura al temple, a la cal, plástica y al esmalte.

10.2. De la ejecución Preparación

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapa poros, selladora, anticorrosiva, etc.

10.2. Fases de ejecución

En general la aplicación se realizará según las indicaciones del fabricante y el acabado requerido. La superficie de aplicación estará nivelada y uniforme.

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Asimismo, se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

Para la pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.

Artículo 11. Instalación eléctrica baja tensión

Instalación de la red de distribución eléctrica para tensiones entre 230/400 V, desde el final de la acometida de la compañía suministradora en el cuadro o caja general de protección, hasta los puntos de utilización en el edificio.

11.1. De los componentes

Productos constituyentes

Genéricamente la instalación contará con:

- Acometida.
- Caja general de protección (CGP)
- Línea repartidora.
- Conductores unipolares en el interior de tubos de PVC, en montaje superficial o empotrados.
- Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores de cobre aislados con cubierta metálica en montaje superficial.
- Interruptor seccionador general
- Centralización de contadores.
- Derivación individual
- Conductores unipolares en el interior de tubos en montaje superficial o empotrados.
- Canalizaciones prefabricadas.
- Conductores aislados con cubierta metálica en montaje superficial siendo de cobre.
- Cuadro general de distribución.
- Interruptores diferenciales.

- Interruptor magnetotérmico general automático de corte omnipolar.
- Interruptores magnetotérmicos de protección bipolar.
- Interruptor de control de potencia.
- Instalación interior.
- Circuitos
- Puntos de luz y tomas de corriente.
- Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores, zumbadores.
- En algunos casos la instalación incluirá grupo electrógeno y/o SAI. Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos se expone a continuación.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

Conductores y mecanismos

- Identificación. Según especificaciones de proyecto
- Distintivo de calidad. Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Fomento para materiales y equipos eléctricos.

Contadores y equipos

- ☐ •Distintivos. Centralización de contadores. Tipo homologado por el MICT. Cuadros generales de distribución. Tipos homologados por el MICT.
- ☐ •El instalador debe poseer calificación de Empresa Instaladora.

Aparatos y pequeño material eléctrico para instalaciones de baja tensión

- Distintivo de calidad. Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento. Cables eléctricos, accesorios para cables e hilos para electrobobinas.
- Distintivo de calidad. Marca AENOR homologada por el Ministerio de Fomento.

El resto de las componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4 cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm.

11.2. De la ejecución Preparación

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de baja tensión coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

Al marcar los tendidos de la instalación se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm con la instalación de fontanería. Se comprobará la situación de la acometida, ejecutada esta según R.E.B.T. y normas particulares de la compañía suministradora.

Fase de ejecución

Se colocará la caja general de protección en lugar de permanente acceso desde la vía pública, y próxima a la red de distribución urbana o centro de transformación. La caja de la misma deberá estar homologada y disponer de dos orificios que alojarán los conductos (metálicos protegidos contra la corrosión, fibrocemento o PVC rígido, autoextinguible de grado 7 de resistencia al choque) para la entrada de la acometida de la red general. Dichos conductos tendrán un diámetro mínimo de 150 mm o sección equivalente, y se colocarán inclinados hacia la vía pública. La caja de protección quedará empotrada y fijada sólidamente al paramento por un mínimo de 4 puntos, las dimensiones de la hornacina superarán las de la caja en 15 cm en todo su perímetro y su profundidad será de 30 cm como mínimo.

Las puertas serán de tal forma que impidan la introducción de objetos, colocándose a una altura mínima de 20 cm sobre el suelo, y con hoja y marco

metálicos protegidos frente a la corrosión. Dispondrán de cerradura normalizada por la empresa suministradora y se podrá revestir de cualquier material.

Se ejecutará la línea repartidora hasta el recinto de contadores, discurriendo por lugares de uso común con conductores aislados en el interior de tubos empotrados, tubos en montaje superficial o con cubierta metálica en montaje superficial, instalada en tubo cuya sección permita aumentar un 100% la sección de los conductos instalada inicialmente. La unión de los tubos será roscada o embutida. Cuando tenga una longitud excesiva se dispondrán los registros adecuados. Se procederá a la colocación de los conductores eléctricos, sirviéndose de pasa hilos (guías) impregnadas de sustancias que permitan su deslizamiento por el interior.

El recinto de contadores se construirá con materiales no inflamables, no estará atravesado por conducciones de otras instalaciones que no sean eléctricas. Sus paredes no tendrán resistencia inferior a la del tabicón del 9 y dispondrá de sumidero, ventilación natural e iluminación (mínimo 100 lx). Los módulos de centralización quedarán fijados superficialmente con tornillos a los paramentos verticales, con una altura mínima de 50 cm y máxima de 1,80 cm.

Se ejecutará la derivación individual, previo trazado y replanteo, que se realizarán a través de canaladuras empotradas o adosadas. Los tubos por los que se tienden los conductores se sujetarán mediante bases soportes y con abrazaderas y los empalmes entre los mismos se ejecutarán mediante manguitos de 100 mm de longitud. Se colocará el cuadro general de distribución e interruptores de potencia ya sea en superficie fijada como mínimo por 4 puntos o empotrada, en cuyo caso se ejecutará como mínimo en tabicón de 12 cm de espesor.

Se ejecutará la instalación interior. Las cajas de derivación quedarán a una distancia de 20 cm del techo. El tubo aislante penetrará 0,5 cm en las cajas donde se realizará la conexión de los cables (introducidos estos con ayuda de pasa hilos) mediante bornes o dedales aislantes.

El recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada. Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Acabados

Terminada la instalación eléctrica interior, se protegerán las cajas y cuadros de distribución para evitar que queden tapados por los revestimientos posteriores

de los paramentos. Una vez realizados estos trabajos se descubrirán y se colocarán los automatismos eléctricos, embellecedores y tapas.

Control y aceptación

- Situación. Adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores. Instalación interior: Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.
- Dimensiones trazado de las rozas.
- Identificación de los circuitos. Tipo de tubo protector. Diámetros.
- Identificación de los conductores. Secciones. Conexiones.
- Paso a través de elementos constructivo. Juntas de dilatación.
- Acometidas a cajas.
- Se respetan los volúmenes de prohibición y protección en locales húmedos.
- Red de equipotencialidad: dimensiones y trazado de las rozas. Tipo de tubo protector. Diámetro. Sección del conductor. Conexiones.
- De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fases y tierra.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación del contacto con materiales agresivos y humedad.

11.3. Medición y abono

Los conductores se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, todo ello completamente colocado incluyendo tubo, bandeja o canal de aislamiento y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de los elementos de la instalación, como caja general de protección, módulo de contador, mecanismos.

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de enchufes y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

11.4. Mantenimiento

El papel del usuario debe limitarse a la observación de la instalación y sus prestaciones, y avisar a instalador autorizado de cualquier anomalía encontrada. Limpieza superficial con trapo seco de los mecanismos interiores, tapas, cajas...

Conservación

- Caja general de protección.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual el estado del interruptor de corte y de los fusibles de protección, el estado frente a la corrosión de la puerta del nicho y la continuidad del conductor de puesta a tierra del marco metálico de la misma.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

- Línea repartidora.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual los bornes de abroche de la línea repartidora en la CGP. Se comprobarán las condiciones de ventilación, desagüe e iluminación, así como de apertura y accesibilidad al local.

Cada 5 años se comprobará el aislamiento entre fases y entre cada fase y neutro. Centralización de contadores: Se verificará el estado del interruptor de corte en carga, comprobándose su estabilidad y posición.

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Artículo 12. Precauciones que adoptar

Las precauciones que adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

Artículo 13. Control del hormigón

Además de los controles establecidos en anteriores apartados y los que en cada momento dictamine la Dirección Facultativa de las obras, se realizarán todos los que prescribe la Instrucción CTE para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón estructural.

CUARTA PARTE: CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA DEL SISTEMA DE RIEGO

CAPÍTULO I. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LOS EMISORES UTILIZADOS EN EL RIEGO LOCALIZADO.

El objeto de este pliego es establecer las especificaciones de diseño y de operación de

los emisores, y sus métodos de ensayo, así como los datos que deben ser proporcionados por el fabricante para permitir la correcta instalación y manejo en el campo.

Artículo 1. Definición

1.1. Emisor (gotero)

Dispositivo instalado en un ramal de riego y destinado a suministrar agua en forma de gotas, y cuyo caudal, en régimen normal de funcionamiento, no sobrepasa de 16 litros/hora.

1.2. Emisor autocompensante (o de caudal fijo)

Emisor de caudal fijo a presión de agua variable dentro de los límites especificados en la entrada del gotero.

1.3. Entrada del emisor

Sección a través de la cual el agua entra en el emisor.

1.4. Salida del emisor

Orificio, o conjunto de orificios, del emisor a través del cual el agua es emitida y dirigida hacia un punto determinado.

1.5. Presión nominal de ensayo (Pn)

Presión de trabajo descrita en la publicación del fabricante como “Presión nominal de ensayo”.

1.6. Campo de variación de presiones de trabajo

Campo de variación de presiones del agua a la entrada del emisor, entre la presión de trabajo mínima (Pmin.) y la presión de trabajo máxima (Pmax.) especificadas por el fabricante del gotero para asegurar su correcto funcionamiento.

1.7. Intervalo de regulación

Intervalo de presiones a la entrada del emisor autocompensante, dentro del cual éste se comporta como autocompensante.

1.8. Caudal nominal de ensayo (qn)

Caudal del emisor en el punto medio del campo de variación de presiones, a la temperatura del agua de 23 ± 20 C.

1.9. Tubo portaemisores o lateral de riego

Ramal de riego que suministra el agua directamente a los emisores instalados en el mismo.

Artículo 2. Clasificación

Los emisores se clasifican, de acuerdo con su uniformidad de caudal y su ajuste al caudal nominal, en las dos categorías siguientes:

2.1. Uniformidad categoría A

Emisores de elevada uniformidad de caudal y pequeña desviación respecto del nominal.

2.2. Uniformidad categoría B

Emisores de baja uniformidad de caudal y considerable desviación del caudal respecto del nominal.

Artículo 3. Identificación

Cada emisor debe llevar marcados clara y permanentemente los siguientes datos:

- Nombre del fabricante o de su marca comercial registrada.
- Caudal nominal de ensayo (litros/hora).
- Letra A o B, de acuerdo con su categoría.
- Flecha indicadora de la dirección del flujo (en caso necesario).

Artículo 4. Construcción y materiales

4.1. Construcción

El emisor y todos sus elementos deberán estar bien ejecutados y fabricados, de acuerdo con las recomendaciones de la buena práctica.

Los componentes que pertenezcan a emisores desmontables del mismo tamaño y modelo y producidos por el mismo fabricante, deberán ser intercambiables.

La construcción de un emisor desmontable debe permitir la sustitución de sus distintos elementos componentes. Si son necesarias herramientas especiales deberá suministrarlas el fabricante.

Los diferentes componentes del emisor deberán estar libres de defectos que puedan afectar adversamente a la operación del emisor o reducir su resistencia mecánica.

La conexión del emisor al lateral deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, siempre que la conexión cumpla con los requisitos de estas prescripciones relativos a la resistencia a la presión hidráulica interna y a la tracción.

Las dimensiones del tubo de polietileno utilizado en el lateral serán las especificadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas.

4.2. Materiales

Los materiales utilizados en la construcción del emisor serán inalterables por el agua, los fertilizantes y los productos químicos comúnmente aplicados en el riego, incluidas las aguas residuales depuradas.

Los emisores no llevarán componentes metálicos sensibles a la corrosión.

Los materiales deberán ser de un tipo que no soporte el crecimiento de algas bacterianas.

Los elementos de plástico del emisor expuestos a la luz del sol deberán estar protegidos contra la degradación por rayos ultravioleta.

Artículo 5. Muestras y condiciones generales de los ensayos

5.1. Muestras para ensayo

Los emisores destinados a ensayo deberán obtenerse al azar a partir de una población de 500 unidades, como mínimo. El número de emisores de la muestra será, como mínimo, de 25. El número de ejemplares destinados a cada ensayo se especifica en el apartado correspondiente.

5.2. Descripción de las condiciones del ensayo

Para la realización de los ensayos, los emisores de la muestra deben estar acoplados a los tubos, siguiendo las recomendaciones del fabricante relativas al tipo de tubo a emplear, al sistema de conexión y a las herramientas a utilizar.

Si el fabricante suministra normalmente los emisores incorporados a los tubos, se utilizará como muestra para el ensayo una cierta longitud del tubo con los goteros incorporados.

Los ensayos deben realizarse con agua filtrada a través de una malla de 100 a 75 micras y a una temperatura del aire ambiente de 23 ± 20 C.

5.3. Precisión de los aparatos de medida

La presión del agua debe medirse con una aproximación de $\pm 0,2$ m. Durante el ensayo, la presión no debe variar en más del 1%.

El caudal del gotero debe medirse con una aproximación de $\pm 1\%$.

Artículo 6. Ensayos de comprobación de características

6.1. Aspecto

Desmontar el emisor en sus elementos componentes (siempre que los elementos estén diseñados para desmontarse). Preparar una sección transversal de cada elemento o del emisor (se éste está hecho de una sola pieza), y comprobar visualmente los defectos estructurales.

El emisor y sus elementos no deberán presentar defectos de fabricación tales como rayas, surcos o resaltes, ni grietas o burbujas sobre la superficie del conducto de agua.

6.2. Conductos interiores del emisor

Medir la más pequeña dimensión del conducto del emisor, con una precisión de 0,02 mm La dimensión más pequeña del conducto debe estar conforme con la dimensión declarada por el fabricante con una desviación admisible de -15%.

6.3. Resistencia a la presión hidrostática

Se conectará un extremo de la tubería a una frente de presión hidrostática y se cerrará el otro extremo.

Se realizará el ensayo con un mínimo de 5 emisores instalados en la tubería. Se realizará el ensayo en dos etapas:

Ensayar la estanqueidad del conjunto de la forma siguiente. Se incrementará la presión en tres intervalos: 5 minutos a 0,4 veces la presión máxima de trabajo, a continuación

5 minutos a 0,8 veces la presión máxima de trabajo, por último 60 minutos a 1,2 veces la presión máxima de trabajo.

No deberá producirse pérdida alguna a través de los componentes del emisor o sus conexiones a la tubería, a excepción de los puntos de descarga del emisor.

Inmediatamente después de completada la etapa (a), se aumentará la presión hasta dos veces la presión máxima de trabajo, y se mantendrá esta situación durante 5 minutos.

Los emisores deberán resistir el ensayo sin sufrir daños y sin desconectarse del conjunto.

Nota: Si el emisor puede ser desmontado para su limpieza o sustitución de elementos y montado de nuevo, el ensayo se realizará después del montaje del emisor, siguiendo las instrucciones del fabricante, tres veces sucesivas.

Artículo 7. Ensayos de funcionamiento

7.1. Uniformidad de caudal

Emisor de salida simple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un mínimo de 25 emisores. Emisor de salida múltiple.

La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un número de emisores comprendido entre 10 y 25. Todas las salidas de los emisores pertenecientes a la muestra deberán estar abiertas y todas ellas se incluirán en el ensayo.

7.1.1. Emisores autocompensantes

Previamente al inicio del ensayo de los emisores de la muestra se someterán, durante un tiempo no inferior a 1 h., a una presión igual al valor central del intervalo de presiones efectivas de trabajo. A continuación, los emisores se someterán por tres veces consecutivas a la presión máxima ($P_{m\acute{a}x.}$) y, de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima ($P_{m\acute{i}n.}$). Estas presiones extremas se mantendrán, en cada operación, durante un mínimo de 3 minutos. En los 10 minutos posteriores, se situará la presión en el valor medio del intervalo de compensación.

A continuación, y sin alterar la presión de entrada, se realizará el ensayo de caudal de acuerdo con lo expresado en el apartado 7.1.1., exceptuando lo

referido a la presión que se mantendrá en el valor medio del intervalo de compensación.

Los emisores se ajustarán a las prescripciones descritas en 7.1.1.

7.2. Curva caudal-presión

Se numerarán los emisores ensayados en el apartado 7.1 de acuerdo con el caudal obtenido. (El numero 1 corresponderá al emisor de menor caudal y el nº 25 corresponderá al emisor de mayor caudal).

Se seleccionarán 4 emisores de la serie, concretamente los números 3, 12, 13 y 23 y se estudiará con ellos la variación de caudal producido al variar la presión a la entrada del emisor, con incrementos sucesivos no superiores a 50 kPa.

Cada emisor se someterá a presiones comprendidas entre 0 1,2 P_{máx}. Los emisores autocompensantes se ensayarán a 3 o más diferentes valores de presión, comprendidos en el intervalo de compensación, ascendiendo y descendiendo de nuevo por los valores elegidos para el ensayo. Las mediciones de caudales deberán realizarse después de transcurridos 3 minutos desde que se haya alcanzado la presión de ensayo.

Si en el proceso de ensayo la presión a la entrada del emisor excediera en más de 10 kPa. la presión prevista, durante el ascenso o el descenso, se retomará al valor de presión O y se iniciará de nuevo el ensayo.

7.2.1. Emisores autocompensantes

Se calculará para cada valor de su presión de entrada P, la media de los caudales q vertidos por los cuatro emisores, al incrementar y disminuir posteriormente la presión. (Para obtener el valor de q se operará pues con 8 valores de caudal).

La curva q deberá ser conforme a la curva facilitada en las publicaciones del fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del + 5% para todos los valores de presión.

Artículo 8. Datos para facilitar por el fabricante

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, información por escrito que contenga los siguientes datos:

8.1. Indicaciones generales

- a) Año de fabricación.
- b) Número de catálogo del emisor.

- c) Instrucciones para la conexión del emisor.
 - d) Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones.
 - e) Limitaciones del uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
 - f) Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.
 - g) Instrucciones para la limpieza y prevención de obturación del emisor.
 - h) Caudal nominal en proceso de lavado (si corresponde).
 - i) Categoría del emisor en relación a su uniformidad de caudal.
- 8.2. Instrucciones de funcionamiento
- a) Instrucciones de mantenimiento, almacenaje y reparaciones.
 - b) Intervalo de presiones efectivas de trabajo.
 - c) Curva caudal-presión.
 - d) Ecuación característica del emisor según apartado 7.3.
 - e) Intervalo de autocompensación.
 - f) Longitud equivalente en m. de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.
 - g) Coeficiente de variación del caudal, de acuerdo con lo expresado en el apartado 9.1.

CAPÍTULO II. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO

Artículo 1. Condiciones generales

1.1. Campo de aplicación

En este pliego se establecen las prescripciones técnicas que han de cumplir los tubos de polietileno de baja, media y alta densidad, así como sus accesorios, utilizados en las redes de conducción de agua a presión para el riego localizado.

1.2. Definiciones

1.2.1. Polietileno

Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

1.2.2. Tubo de polietileno

Se fabrica mediante un proceso de extrusión a base de resma de polímero de etileno, en forma de granza o de polvo, y de un pigmento de negro de carbono que lo protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por lo tanto, aumenta su estabilidad. El negro de carbono entra en una proporción de 2,5 % + 0,5 % en peso.

1.2.3. Tubo de polietileno de baja densidad (LDPE)

También denominado PE-32, es aquel cuya resma base, sin pigmentar, tiene una densidad 3 igual o menor de 0,930 gr./cm. Los tubos son relativamente blandos y flexibles.

1.2.4. Diámetro nominal

Es el diámetro exterior teórico, expresado en mm, especificado en la norma UNE 53- 131 y que forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí en una instalación.

1.2.5. Diámetro exterior medio en una recta (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,124 , redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.6. Diámetro exterior en un punto cualquiera (Di)

Es todo diámetro medido en un punto de cualquier sección recta del tubo, redondeado al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.7. Espesor nominal (e)

Los espesores nominales se establecen en la norma UNE 53-131.

1.2.8. Espesor en un punto cualquiera (ei)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediato superior.

1.2.9. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores de espesor de la pared del tubo medidos en cuatro puntos equidistantes, tomados al azar, en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediato superior.

1.2.10. Diámetro interior medio en una sección recta (Di)

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el doble del espesor medio, medidos ambos en la misma sección recta del tubo.

1.2.11. Ovalación

Es la diferencia entre el diámetro exterior medio y el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera. Se tomará la diferencia de mayor valor absoluto.

1.2.12. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada del tubo que contiene agua a 200 C. El coeficiente de seguridad tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material. La presión nominal se expresa en mega pascales (MPa).

1.2.13. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión hidráulica interior máxima, dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometido el tubo a su temperatura de utilización una vez instalado definitivamente. Es la presión determinada en el proyecto, y se expresa en MPa (1 MPa = 10 Kg/cm²). La presión de trabajo a 20°C se corresponde con la presión nominal (Pn).

1.2.14. Esfuerzo tangencial de trabajo (σ)

Es el esfuerzo máximo que se puede aplicar a una tubería en condiciones normales, para que al cabo de 50 años mantenga el coeficiente de seguridad utilizado en el cálculo de la presión nominal. Se toma, para el esfuerzo tangencial:

- En los tubos de PE-32: $\sigma = 3,2$ MPa.
- En los tubos de PE-50: $\sigma = 5,0$ MPa.

1.2.15. Serie

Es la relación entre el esfuerzo tangencial de trabajo $\sim$ a 20° C y la presión nominal (Pn) de diseño.

Artículo 2. Medidas y tolerancias

2.1. Medidas y tolerancias

Teniendo en cuenta que en los tubos de PE-32 el proceso de fabricación calibra el diámetro exterior, y el sistema de unión entre dos secciones de tubo se realiza por ajuste interior de un accesorio, gotero, etc., se requiere un control de tolerancia del diámetro exterior medio, del espesor en un punto cualquiera y del diámetro interior medio, si bien el hecho de cumplir las dos primeras no supone necesariamente que se cumpla la tercera.

2.2. Diámetros nominales

Los diámetros y los espesores nominales para tubos de polietileno serán los que figuran en la norma UNE 53-131.

2.3. Diámetro exterior medio

Las tolerancias máximas admisibles para el diámetro exterior medio serán positivas ($\pm x$), calculándose a partir de la fórmula $x = 0,009 D_n$, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso y con un valor mínimo de 0,3 mm y uno máximo de 5,00 mm

En la norma UNE 53-131 figura el cuadro de tolerancias máximas para el diámetro exterior medio.

Para los ramales portaemisores las tolerancias máximas admisibles en el diámetro exterior medio de estos tubos son siempre positivas y toman un valor de 0,3 mm

2.4. Espesor puntual

La tolerancia ($e \sim - e$) entre el espesor en un punto cualquiera (e_i) y el espesor nominal

(e) será siempre positiva ($+ x$) e igual a:

$$Y=0,1e+0,2\text{mm}$$

Para tubos con un espesor nominal superior a 24 mm se aplicará la fórmula:
 $Y=0,15e+0,02\text{mm}$

En todos los casos los cálculos se redondearán a 0,1 mm por exceso. En la norma UNE 51-131 figuran las tablas de tolerancias en el espesor.

2.5. Diámetro interior medio

Para ramales portaemisores de PE-32, las tolerancias en el diámetro interior medio serán tales que, al introducir un accesorio, gotero, etc., no aumente su diámetro interior medio en más del 13% a la temperatura de 23 ± 20 °C

2.6. Ovalación

La ovalación no se considerará en los tubos cuya relación e/D_n sea: $e/D_n < 0,003$ en PE-32 $e/D_n < 0,005$ en PE-50A y PE-50B

Para tubos rígidos o semirrígidos suministrados en tramos rectos, la diferencia máxima admisible entre el diámetro exterior máximo o mínimo en una sección recta cualquiera y el diámetro exterior medio será igual a $x_1 = 0,02 D_n$, siendo D_n el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso.

Para los tubos flexibles suministrados en forma de rollos dicha diferencia será: $x_2 = 0,06 D_n$, siendo D_n el diámetro nominal, y redondeado al 0,1 mm por exceso.

Los valores máximos de la ovalación para tubos rectos y en rollo figuran en la norma UNE 53-131.

2.7. Longitud de los tubos

La longitud de los tubos rectos será preferentemente de 6, 8, 10 y 12 m. La longitud de los tubos será como mínimo la nominal cuando se mida a 23 ± 20 °C, redondeando al cm. más próximo por exceso.

Cuando los tubos se suministren en rollos la longitud se establecerá por acuerdo con el fabricante y el diámetro interior de los rollos no deberá ser inferior a 25 veces el diámetro exterior medio del tubo.

Artículo 3. Materias primas. Características y métodos de ensayo

3.1. Materiales componentes de los tubos de PE

Los materiales empleados en la fabricación de los tubos de PE, comprendidos en este pliego, son los siguientes:

- a) Polietileno de baja, media o alta densidad, según se define de la UNE 53-188.
- b) Negro de carbono con pigmento.

El negro de carbono entrará en una proporción del $2,5\% \pm 0,5\%$ en peso, medido según UNE 53-375, y sus características serán las siguientes:

- Densidad: 1,5 - 2,0 g/cm³.
- Materias volátiles: Max 9,0 % en peso.
- Tamaño medio de partícula: 0,010 - 0,025 tm.
- Extracto de tolueno: 0,10 % en peso.

3.2. Ensayos de los materiales

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia sobre su calidad, entre la dirección de las obras y el contratista. En este caso los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso realizar en laboratorios designados por la dirección de las obras, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la administración de las obras, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

3.2.1. Aspecto

La granza o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composición uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza. El tipo de polímero será tal que no contendrá más del 5% (molar) de comonomero-olefinico, sin ningún otro grupo funcional ni mezclas de tales polímeros.

3.2.2. Determinación de la densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 20 ± 20 C. Se expresará en kg/m³ o g/cm³. Su determinación se efectuará por el método de la columna de gradiente según las normas UNE 53-188 y UNE 53-020. De acuerdo con el resultado la resma base de PE (PE incoloro) se clasificará en:

- ☐ Baja densidad (LDPE) hasta 0,930 g/cm³.
- ☐ Media densidad (MDPE) de 0,931 a 0,940 g/cm³.
- ☐ Alta densidad (HDPE) más de 0,940 g/cm³.

La tolerancia de densidad para los tipos LD y MD será de + 0,003 g/cm³ y para el tipo HD será de + 0,004 g/cm³.

3.2.3. Determinación del índice de fluidez

El índice de fluidez es el peso en gramos, de producto fundido y extraído durante 10 minutos a 1900 + 0,50 C., a través de una boquilla de 8 + 0,005 mill. por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuará de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 53-200.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

- Tipo 1: <0,2 g/10 minutos ± 30 %
- Tipo 2: 0,2 a 1 g/10 minutos + 30 %
- Tipo 3: 1 a 10 g/10 minutos + 20 %
- Tipo 4: 10 a 25 g/10 minutos + 20 %
- Tipo 5: >25 g/10 minutos + 20 %

3.2.4. Contenido en volátiles

El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a 0,5 %. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-135.

3.2.5. Contenido en cenizas

El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de 0,05 ± 0,05 %, exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53-090.

Artículo 4. Fabricación

4.1. Procedimiento de fabricación

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple y simultánea. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y uniforme sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser, como mínimo, de 0,51 mm.

Las plantas de producción, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la fabricación continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

4.2. Acabado de tuberías

Las tuberías de PE de baja densidad se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25 m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas, presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y otros eventuales defectos

4.3. Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas. En ellos se realizarán los siguientes controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Artículo 5. Características de los tubos

5.1. Aspecto

Los tubos estarán exentos de burbujas y grietas, presentando su superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones y de otros defectos eventuales.

5.2. Contenido en negro de carbono

El contenido en negro de carbono en el tubo deberá ser de $2,5 \pm 0,5$ % en peso, medido según UNE 53-375.

5.3. Dispersión del negro de carbono

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 1-133, se considera que la dispersión del negro de carbono es correcta cuando:

- a) Ningún grado individual supera el valor de la microfotografía 5 y el valor medio de las 6 observaciones realizadas no supera el valor 4.
- b) Todas las observaciones efectuadas deben ser mejores que la presentada por la microfotografía A.

5.4. Índice de fluidez

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 5 3-200, el índice de fluidez del compuesto para los PE 32 no será superior a 1 gr/10

minutos. Para los PE 50 A este valor no será superior a 0,3 gr/10 minutos. Para los PE 50 B no será superior a 0,4 gr/10 minutos. Las condiciones de ensayo para todos los materiales serán: Temperatura 1900 C y peso 2,160 kg.

Cuando para el PE 50 A se obtenga con estas condiciones un valor inferior a 0,1 gr/10 minutos, el ensayo deberá repetirse con una carga nominal de 5 Kg y una temperatura de 1900 C; los resultados se calcularán para un tiempo de referencia de 150 s. En este caso no se admitirá un valor del índice de fluidez superior a 0,5 gr/10 minutos.

5.5. Resistencia a la tracción

Cuando los tubos se ensayan según lo indicado en la norma UNE 53-13 3, la resistencia a la tracción será, como mínimo, para:

- PE-32:10 MPa
- PE-50B: 15 MPa
- PE-50A: 19 MPa

5.6. Alargamiento en la rotura

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, el alargamiento en la rotura de los tubos será como mínimo del 35 %.

5.7. Resistencia a la presión interna en función del tiempo

Cuando los tubos se ensayan deben superar lo indicado en la norma UNE 53-133.

5.8. Estanqueidad

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, deberán resistir durante 1 minuto, sin experimentar pérdidas, una presión de ensayo igual a 0,6 veces el valor de su presión nominal.

En el caso de tubos de PE-32 empleados en ramales de riego por goteo, la presión de ensayo será igual a 0,25 MPa.

5.9. Comportamiento al calor

Cuando los tubos se ensayan, según lo indicado en la norma UNE 53-133, las medidas de las probetas no deberán variar en más del 3% en sentido longitudinal.

5.10. Juntas

No es posible la unión de tubos de polietileno con adhesivos, y la unión por soldadura no se admite en las redes de riego localizado. Tampoco se admiten las uniones embridadas.

La unión con accesorio roscado no deberá realizarse roscando directamente la tubería.

Para la unión con accesorios insertos a presión en dos secciones contiguas de tubo, se utilizará únicamente aquellos que permitan a la junta trabajar a fracción y que no provoquen un aumento en el diámetro interior del tubo superior al 13%.

Los componentes del accesorio de unión deberán resistir la corrosión del agua que contenga en disolución fertilizantes u otros productos químicos utilizados en la agricultura.

5.11. Uniformidad

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, piezas especiales, accesorios y otros elementos suministrados para la obra, tendrán características geométricas uniformes y compatibles con los diámetros establecidos para los tubos a los que, en su caso, se acoplan.

5.12. Marcado de tubos y accesorios

Todos los tubos y accesorios llevarán marcados en lugar apropiado y visible, de forma indeleble y sin que obstruya su normal funcionamiento, al menos los datos que se indican a continuación:

En tubos

Marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m, como máximo, con los siguientes

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm).
- Presión nominal (MPa o kg/cm²)
- Referencia del material. PE-32 o (LDPE) PE-50B o (MDPE) PE-50A o (HDPE)
- Referencia a la norma UNE correspondiente.
- Año de fabricación.

En accesorios

- Identificación del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro nominal (mm) de los tubos con que son compatibles.
- Presión nominal (MPa o kg/cm²)

Artículo 6. Tubos de polietileno. Métodos de ensayo

6.1. Ensayos y pruebas en fábrica

Los ensayos y pruebas sobre tubos acabados se realizarán siguiendo la normativa especificada en el presente pliego.

Los laboratorios donde se realicen las pruebas serán elegidos con la aprobación de la dirección de las obras, y en todo caso permitirán el acceso de un representante de aquella para el seguimiento y la verificación de los ensayos.

6.1.1. Prueba de aspecto

En probetas de tubo de 30 cm. de longitud se realiza un corte según una generatriz y se examinan las superficies interiores y exteriores, así como la sección longitudinal.

El tubo deberá tener un aspecto homogéneo libre de cualquier grieta visible, con queras, burbujas, inclusiones extrañas u otros defectos. Todo elemento tubo o rollo que en este examen visual presente alguno de dichos defectos será rechazado.

6.1.2. Determinación de las dimensiones

Los ensayos se realizarán a la temperatura de 23 a 20 °C y a humedad ambiental. En caso de efectuarse las mediciones a diferente temperatura a la indicada, se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23 °C.

Se tomarán como coeficientes de dilatación lineal, para PE-32, $1,7 \cdot 10^{-4}$

Las mediciones se efectuarán siempre referidas a una misma sección recta del tubo.

- a) Las medidas de longitud de los tubos se tomarán con instrumentos apropiados para conseguir una precisión no inferior a 5 mm.
- b) Las medidas del diámetro exterior medio se tomarán utilizando una cinta métrica (circómetro), en la que se lea directamente el diámetro en función de la longitud de la circunferencia, con una precisión mínima de 0,05 mm.

c) Las medidas del espesor de los tubos se tomarán mediante un micrómetro con una precisión mayor o igual a 0,025 mm u otro instrumento de medida con el que se obtenga la misma precisión.

d) La ovalación se determina por la diferencia entre los diámetros máximo o mínimo y el diámetro exterior medio de una misma sección recta. Los valores obtenidos deberán estar de acuerdo con los indicados en el apanado 4.4. Para la toma de medidas deberá utilizarse un calibre de precisión 0,05 mm

e) Expresión de resultados. En el informe se hará constar:

1. La designación del tubo.
2. La longitud.
3. El diámetro exterior medio.
4. El espesor medio.
5. La ovalación.

6.1.3. Determinación de la densidad

Se realizará por el método de la columna de gradiente y según la norma UNE 53-020.

6.1.4. Determinación del contenido en negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-375.

6.1.5. Determinación de la dispersión del negro de carbono

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.6. Determinación de la resistencia a la tracción y del alargamiento en la rotura

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.7. Determinación de la resistencia a la presión interna en función del tiempo

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.8. Prueba de estanqueidad

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.1.9. Determinación del comportamiento al calor

Se realizará según la norma UNE 53-133.

6.2. Pruebas de obra

6.2.1. Prueba de presión hidráulica

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a una presión de 1,4 veces la máxima presión de trabajo previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la presión de 1,4 veces la máxima previsible en el tramo.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería de menos de 500 m. en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, se mantiene así durante 24 horas. A continuación, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo y, después de una hora sin reponer presión, se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba será de una hora y la pérdida de agua en este tiempo no deberá superar:

$V=0,0167 \cdot \Sigma \cdot L_i \cdot D_i \cdot P_i$ Donde:

- V: cantidad de agua inyectada en L.
- L_i : longitud del tramo i en km.
- D_i : diámetro interior de la tubería en el tramo i en mm.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

CAPÍTULO III. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LAS TUBERÍAS DE PRESIÓN DE PVC NO PLASTIFICADO UTILIZADAS EN EL RIEGO LOCALIZADO

Artículo 1. Condiciones generales

1.1. Campo de aplicación

El presente pliego tiene por objeto definir las características técnicas y las condiciones de suministro que han de cumplir los tubos y accesorios fabricados con policloruro de vinilo no plastificado, así como aquellos elementos de distinto material que se utilicen en las conducciones de agua de las instalaciones fijas y móviles para riego.

1.2. Definiciones

1.2.1. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado

Son tubos de plástico, rígidos, fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resma sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes y, en todo caso, exenta de plastificantes y de materiales de relleno (fillers).

1.2.2. Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción, unidos a los tubos por adhesivo o por junta elástica, para permitir realizar cambios de dirección, reducciones, derivaciones, etc. y en cuya fabricación se utiliza la materia prima definida en el apartado anterior.

1.2.3. Piezas especiales

Son aquellos elementos que se intercalan en la conducción unidos a los tubos por junta mecánica, y destinados al control y regulación de la vena líquida, como llaves, válvulas, manómetros, filtros, etc. Estos elementos pueden ser de distinto material del PVC como bronce, acero, etc.

1.2.4. Juntas

Son los elementos o dispositivos utilizados para la unión de tubos entre sí o con los accesorios y piezas especiales de la conducción. Se consideran dos tipos: por encolado y elástica.

1.2.5. Longitud del tubo

Es la distancia teórica entre sus extremos. Para los tubos con embocadura dicha distancia incluirá la embocadura.

1.2.6. Diámetro nominal (Dn)

Es el diámetro exterior teórico en mm especificado en la norma UNE 53-122 y que sirve de referencia para identificar y clasificar por medidas los diversos elementos acoplables entre sí de una conducción.

1.2.7. Diámetro exterior medio (De)

Es el cociente entre la longitud de la circunferencia exterior del tubo, medida en cualquier sección recta del mismo, y 3,142, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso.

1.2.8. Espesor nominal (e)

Es el que se obtiene a partir de la fórmula:

$$Pn \cdot Dn$$

$$E=2\sigma$$

Donde:

σ : esfuerzo tangencial de trabajo a 200 C (10 MPa) Dn = diámetro nominal del tubo en mm

Pn: presión nominal en MPa

El valor del espesor nominal obtenido se redondea al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.9. Espesor en un punto cualquiera (ef)

Es el resultado de la medida del espesor de la pared del tubo en un punto cualquiera, redondeando la medida al 0,05 mm inmediatamente superior.

1.2.10. Espesor medio (em)

Es la media aritmética de los valores equidistantes de espesor de pared del tubo, medidos en puntos uniformemente distribuidos en una misma sección recta. Los cálculos se redondearán al 0,1 mm inmediatamente superior.

1.2.11. Ovalación en una sección recta de los tubos

Es la diferencia entre el diámetro exterior o interior medio, respectivamente, y el diámetro exterior o interior máximo o mínimo. Se toma el de mayor valor absoluto. Esta medida se aplica solamente cuando la relación espesor nominal/diámetro nominal es igual o superior a 0,035.

1.2.12. Ovalación en una sección recta de los accesorios inyectados

En los accesorios inyectados, macho o hembra, la ovalación será la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo exteriores o interiores respectivamente.

Esta medida solamente se aplica cuando la relación: espesor nominal/diámetro nominal, es igual o superior a 0,035.

1.2.13. Presión nominal (Pn)

Es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado el tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallos durante 50 años, y que tiene en cuenta las fluctuaciones de los parámetros que se pueden producir durante el uso continuado del material.

La presión nominal se expresa en mega pascales: (1 MPa = 10 kg/cm) y forma parte de la identificación de los diversos elementos acoplables entre sí de una instalación.

1.2.14. Presión de trabajo (Pt)

Es la presión calculada en el proyecto y se define como la máxima presión hidráulica interior (dinámica, estática o transitoria) a que puede estar sometida una tubería en servicio, una vez instalada definitivamente. Se expresa en MPa.

La presión de trabajo a 20° C se corresponde con la presión nominal.

1.3. Características de los tubos

1.3.1. Características físicas de los tubos

- Densidad: 1,35-1,46 g/cm³
- Resistencia a la tracción, mínima: 49 MPa
- Alargamiento a la rotura mínimo: 80 %
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: >790

1.3.2. Características físicas de los accesorios

Son los descritos en la norma UNE-EN 1452, parte II.

1.3.3. Aspecto

Los tubos deben ser sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente. Su acabado será pulido y brillante, con coloración uniforme y tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

1.3.4. Características geométricas de tubos y accesorios Longitud

La longitud de los tubos se establecerá por acuerdo con el fabricante, admitiéndose una tolerancia de + 10 mm

Se utilizarán con preferencia tubos de longitud no inferior a 5 metros.

Cuando por razones de montaje sea necesario emplear piezas de menor longitud, se obtendrán mediante corte a escuadra de los tubos.

Serie de diámetros nominales

Las series comerciales de diámetros nominales son las que figuran en la norma UNE- EN 1452

Espesor nominal

Es, el que figura en la norma UNE-EN 1452

El espesor en el cuerpo del accesorio será como mínimo el del tubo del mismo diámetro y presión nominal.

Sección del tubo y alineación

La sección del tubo perpendicular a su eje debe ser una corona circular, y las generatrices de las superficies cilíndricas interior y exterior del mismo serán dos rectas paralelas con las tolerancias de ovalación y rectitud que se especifican en la norma UNE-EN 1452

1.3.5. Resistencia a la presión interna

Los tubos deben ensayarse según lo especificado en la norma UNE-EN 1452 Ninguno deberá romper al someterlo a las condiciones dadas en dicha normal

1.3.6. Resistencia al impacto a 0°C y 200 °C

Cuando los tubos se ensayan según lo especificado en la norma UNE-EN 1452, el verdadero grado de impacto no deberá ser superior al 5%, si el ensayo se realiza a 0° C y el 10% cuando se realiza a 20° C.

1.3.7. Comportamiento del calor

Cuando los tubos se ensayan según lo especificado en la norma UNE-EN 1452, las medidas de las probetas no deberán variar más de un 5% en sentido longitudinal. Además, en las probetas no deberán aparecer burbujas, fisuras, cavidades, ni exfoliaciones.

1.3.8. Absorción de agua

Cuando los tubos se ensayan de acuerdo con la norma UNE-EN 1452, el valor de la absorción de agua de las probetas ensayadas no debe ser superior a 40 g/m².

1.4. Tipos de juntas

Se consideran dos sistemas para asegurar la estanqueidad y la resistencia mecánica en los acoplamientos de los tubos entre sí y con los accesorios; la unión por encolado y la unión mediante anillos de elastómeros.

La elección de uno u otro sistema se realizará en función de la instalación proyectada y dentro de las limitaciones y condiciones de utilización que se especifican en este documento.

Cualquiera que sea el tipo de junta que se adopte, deberá verificarse que en las pruebas de rotura a presión, los tubos deberán reventar antes de que la propia junta falle.

1.4.1. Juntas por encolado

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo termine en una copa preformada en fábrica, cuya longitud y cuyo diámetro interior deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 1452 tanto para tubos como para accesorios.

El encolado se realizará entre la superficie exterior del extremo macho y la interior de la copa utilizando un adhesivo disolvente del PVC rígido, de modo que se consiga una auténtica soldadura en frío.

Este tipo de junta se utilizará preferentemente para la unión de los tubos con los accesorios pero, en general, no se admitirá para la unión de tubos de diámetro nominal superior a 150 mm

1.4.2. Juntas elásticas

Este sistema de junta garantiza en general, una estanqueidad más eficaz que el encolado, y permite un ligero juego en las uniones de la conducción que consiente absorber variaciones de presión de una cierta amplitud. Por otra parte, las uniones son más sencillas y rápidas de realizar que por el sistema del encolado. Por estas ventajas, deben elegirse preferentemente en las instalaciones fijas de tubería para riego.

Este tipo de junta exige que uno de los extremos del tubo sea expandido y modelado en fábrica con un cajero circular en su interior, en el cual se aloja un anillo elastomérico, de tal manera que éste forma parte intrínseca del tubo.

El extremo macho del tubo debe ir biselado con un ángulo de 150, pero que solamente afecte a la mitad del espesor de la pared del tubo.

La copa deberá estar reforzada para compensar el debilitamiento que se produce en la pared del tubo por el cajero donde va alojado el anillo elastomérico.

El anillo debe estar fabricado con un elastómero compuesto de caucho natural o sintético y diseñado de tal forma que produzca un cierre hidráulico trabajando a compresión y que el cierre sea más hermético cuanto mayor sea la presión, dentro de los límites de su gama de presiones.

Los diámetros y las longitudes de las embocaduras para tubos accesorios y manguitos con junta elástica deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 1452

1.5. Accesorios para tuberías

Podrán ser de PVC rígido fabricados por moldeo a inyección, o a partir de tubo. También pueden utilizarse accesorios de aleación de hierro u otros metales, siempre que vayan provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de PVC.

En todos los casos su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo igual a la del tubo a que se conecten.

Los accesorios de PVC no plastificado cumplirán las especificaciones de la norma UNE- EN 1452

1.6. Uniformidad

Salvo especificaciones en contrario del proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados tendrán características geométricas compatibles y uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de la obra podrá modificar esta prescripción cuando a su juicio sea conveniente.

1.7. Marcado de los tubos y accesorios

Los tubos y accesorios de PVC llevarán un marcaje indeleble conteniendo, como mínimo, los siguientes datos:

- Monograma de la marca de fábrica.
- Indicación PVC.
- Diámetro nominal en mm.

- Presión nominal en MPa.

Artículo 2. Materiales

2.1. Materiales componentes de las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido **Los materiales que emplear en la fabricación de los tubos del resto de los elementos de PVC rígido que forman parte de la tubería instalada deberán cumplir las especificaciones contenidas en este pliego.**

Se considerarán sometidos a estas especificaciones los materiales siguientes:

- Resma sintética de PVC técnico.
- Policloruro de vinilo no plastificado.
- Aditivos.
- Adhesivos para encolado del PVC rígido.
- Lubrificantes para juntas.
- Pinturas y otros revestimientos.
- Otros materiales no especificados que puedan intervenir en la formación de la tubería terminada o en su colocación en situación definitiva.

2.2. Resina sintética de policloruro de vinilo

Es un material termoplástico, polímero de adición (homopolímero) de cloruro de vinilo, que a temperatura ambiente es sólido, duro, rígido y con deficientes cualidades de flexibilidad y resistencia al choque. Tiene poca estabilidad al calor y es difícil de moldear en caliente.

Las materias primas empleadas son el acetileno y el ácido clorhídrico seco. De esta combinación se obtiene el gas cloroetano o cloruro de vinilo.

La resina que se ha de utilizar para la fabricación de los tubos de PVC no plastificado será de PVC técnico en polvo con un grado de pureza mínimo del 99 %.

2.3. Policloruro de vinilo no plastificado (rígido)

Es un material termoplástico compuesto esencialmente por resina sintética de PVC técnico, mezclada con aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes, en las proporciones mínimas indispensables para permitir el moldeo del material por extrusión y para aumentar la resistencia del producto final a los agentes químicos y a las radiaciones técnicas y lumínicas.

En ningún caso se permitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC o rebajar su calidad.

2.4. Aditivos empleados en la fabricación del PVC no plastificado

Los aditivos que se mezclen con la resma sintética para la fabricación del PVC no plastificado consistirán en pigmentos, estabilizantes metálicos y lubricantes, destinados a facilitar el moldeo de la mezcla por extrusión y hacer el producto final más resistente a los agentes químicos y a las radiaciones lumínicas y térmicas.

La proporción de aditivos que entre en la composición de PVC no plastificado será la mínima indispensable para conseguir dichos objetivos. En ningún caso se admitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (fillers) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia química del PVC no plastificado o rebajar su calidad.

2.5. Adhesivos disolventes para juntas soldadas

Los adhesivos que se utilicen para el encolado de juntas deberán contener como vehículo un líquido orgánico volátil que disuelva o ablande las superficies de PVC que han de ser unidas de modo que el conjunto se convierta esencialmente en una pieza del mismo tipo que el PVC rígido.

2.6. Lubricantes para juntas elásticas

El lubricante que se utilice para facilitar la inserción del extremo macho de un tubo en la copa de otro tubo o accesorio a acoplar mediante junta elastomérica, estará exento de aceites o de grasas minerales.

2.7. Pintura y otros revestimientos

Las piezas susceptibles de oxidación se protegerán adecuadamente contra la corrosión.

Como protección antioxidante se utilizará primordialmente el revestimiento de minio. Este material deberá ser del tipo electrolítico de plomo. No se admite el minio de hierro.

Si se emplea sobre superficies metálicas pulidas, deberá usarse previamente una impregnación pasivante, primordialmente de tipo fosfatado. Esta impregnación será obligatoria sobre galvanizados y chapas de acero pulido.

No se admitirán los galvanizados con cinc en frío. Deberán ser efectuados por inmersión en baño caliente. El espesor mínimo de capa protectora será, al menos, de treinta (30) micras.

La protección de cualquier clase que sea tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, al menos, durante diez (10) años, salvo para las pinturas a la intemperie, que deberán mantener su inalterabilidad, por lo menos, durante tres (3) años.

Los revestimientos con resinas epoxi en piezas ocultas mantendrán su inalterabilidad, al menos, durante diez (10) años. Para revestimiento epoxi al aire libre se garantizará la inalterabilidad durante cinco (5) años.

2.8. Otros materiales no especificados

Se atenderán a la normalización del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR) y reunirán las características que para cada material se determinen en la correspondiente norma UNE.

Artículo 3. Fabricación

3.1. Procedimiento de fabricación de los tubos

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión y arrastre.

La materia prima que utilizar será una mezcla homogénea de resma de PVC en polvo y de los aditivos indispensables. Ambos componentes deberán cumplir las prescripciones que figuran en los apartados 11-3 y 11-4 de este pliego.

3.2. Procedimiento de fabricación de los accesorios

La materia prima que utilizar para la fabricación de los accesorios de PVC rígido deberá cumplir las mismas especificaciones que la empleada para la fabricación de los tubos.

El procedimiento de fabricación más perfeccionado es el de moldeo a inyección.

Durante el proceso de fabricación deberá verificarse el completo llenado de los moldes, comprobándolo mediante la auscultación de coqueras o poros en el material.

3.3. Fabricación en serie

Las plantas de producción, tanto de tubos como de accesorios, estarán preparadas para la fabricación en serie obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente documento.

3.4. Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorios debidamente equipados para la determinación de las características físicas y químicas de la materia prima y de

los productos acabados, y de un banco de pruebas. En ellos se realizarán los siguientes ensayos y controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Los ensayos y controles se realizarán con la periodicidad que se demande y los resultados se conservarán en los correspondientes registros.

Artículo 4. Pruebas y métodos de ensayo

4.1. Clasificación

Las pruebas se clasifican en dos grupos:

- Pruebas en fábrica o en banco de pruebas.

- Pruebas en obra.

4.2. Pruebas en fábrica

4.2.1. Normativa general

La dirección de obra controlará el proceso de fabricación y los materiales empleados en todos y cada uno de los elementos que deberán entrar a formar parte de la tubería de riego.

Si el contratista no es fabricante de alguno de ellos deberá introducir en su contrato de suministro, la cláusula que permita al director de obra efectuar tal control. Cuando existan procesos industriales secretos, se advertirá así en la oferta, sustituyéndose tal control de proceso, por un control especial de calidad del producto acabado que fijará el director de la obra.

El fabricante comunicará con quince (15) días de antelación de manera escrita y expresa, a la dirección de obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas. La dirección de obra puede asistir de forma personal o representada a tales pruebas. Si no asiste, el fabricante enviará certificación de los resultados obtenidos.

4.2.2. Ensayos de materias primas

El fabricante deberá asegurarse que tanto las materias primas como los compuestos y mezclas que intervienen en la fabricación, poseen características constantes y cumplen las especificaciones requeridas para conseguir las para los productos acabados se exigen en este pliego.

4.2.3. Control del proceso de fabricación

Se realizarán sobre muestras obtenidas a lo largo del proceso de producción de los tubos y accesorios. Cada dos horas y a la salida del tubo de cada extrusora, se efectuarán las determinaciones siguientes:

- a) Examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).
- b) Pruebas dimensionales (diámetro exterior medio, concentricidad, ovalación y espesor).

4.2.4. Pruebas sobre los productos acabados

Se realizarán, obligatoriamente, las siguientes pruebas:

- Examen del aspecto exterior.
- Pruebas de forma y dimensiones.
- Prueba de estanqueidad.
- Prueba de rotura bajo presión hidráulica interior.
- Prueba de tracción.
- Prueba de aplastamiento (flexión transversal).

Las pruebas para efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de doscientas (200) unidades iguales o fracción. Los tubos deberán estar numerados por series con numeración correlativa y por un procedimiento de grabado en la masa. Las piezas metálicas se numerarán de la misma forma por troquelado.

El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desechado, se identificarán y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permita su fácil reconocimiento como no aptas.

Además, se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraudes. En el caso de que estos elementos se incluyesen en la obra, en contra de las instrucciones de la dirección de la obra, a juicio de la misma, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

Examen del aspecto externo

Los tubos deberán presentar a simple vista una distribución uniforme de color, y estarán libres de estrías, rebabas, fisuras, coquetas, poros, burbujas, ondulaciones u otros defectos.

Se comprobará en la sección transversal la homogeneidad de coloración y se comprobará si existen inclusiones extrañas, grietas, burbujas u otros defectos.

Se rechazará cualquier elemento (tubo o accesorio) que por un defecto observado en el examen a simple vista o por presentar señales de haberse reparado en frío o en caliente, el director de la obra considere no apto para su empleo. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas eliminadas no se repondrán en el lote, debiendo quedar éste con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

Determinación de la densidad

Este ensayo se realizará según la norma UNE 53-020. En caso de litigio se realizará por el método del pignómetro, descrito en dicha norma. Curvas con una precisión de 0,05 mm.

Forma y dimensiones

Se realizará la prueba en cinco (5) tubos de cada lote para verificar lo siguiente:

- Ortogonalidad de los extremos del tubo.
- Alineación de las generatrices.
- Longitud.
- Diámetro externo.
- Espesor de la pared del tubo.
- Ovalación.

Las pruebas se realizarán a 230 ± 20 °C y a humedad ambiental, sin acondicionamiento previo de los tubos.

En caso de efectuarse estas medidas a diferente temperatura a la indicada se realizará, para la longitud del tubo, una corrección en función de la dilatación del mismo y tomando como referencia la temperatura de 23° C.

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

Se medirá cada una de las dimensiones en cada uno de los cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del noventa y cinco y medio por ciento (95,5%). El intervalo de confianza será: $m \pm 2.5$ siendo m la media y 2.5 la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En el caso contrario se rechazará.

Prueba de estanqueidad

Para efectuar esta prueba se utilizarán los cinco tubos tomados para las pruebas de forma y dimensiones.

Los tubos se mantendrán desde una hora antes a una temperatura de $230 \text{ C} \pm 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Cada tubo se probará de la siguiente forma:

Se cerrarán herméticamente sus extremos con un procedimiento que ni implique alteración de la resistencia del tubo, colocando en la tapa de un extremo un manómetro contrastado, un purgador de aire y una llave de llenado que estará conectada a una fuente de presión hidráulica.

Se llenará el tubo de agua y después de purgar el aire interior se va elevando la presión hidráulica a razón de 1 Kg/cm² cada minuto, hasta alcanzar la presión de Pu. Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora.

Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos o transpiraciones visibles. Si en el primer conjunto de cinco tubos hay más de uno defectuoso, se rechazará también todo el lote.

Determinación de la resistencia a la presión interna

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una longitud:

$$L=3 \cdot Dn+X$$

Donde:

L: longitud de la probeta en mm. Tiene un valor mínimo de 250 mm.

Dn: diámetro nominal del tubo en mm.

X: longitud de los tapones de cierre en mm.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE-EN 1452

Si la prueba no fuera satisfactoria en las tres probetas se rechazará el lote. Si solo una no alcanza el valor exigido, se ensayarán otras tres probetas sacadas de tres nuevos tubos tomados al azar. Si estas tres resultan satisfactorias se aceptará todo el lote, pero si falla una se rechazará.

Ensayo de alargamiento y rotura a tracción

Mediante esta prueba se determina el esfuerzo máximo en el punto de fluencia o el de rotura, así como el alargamiento de la rotura a tracción de probetas normalizadas obtenidas del tubo.

El ensayo se realizará aplicando el método de la norma UNE-EN 1452

Ensayo de resistencia al impacto a 0 y 200 °C

Se realiza esta prueba sobre cinco tubos distintos elegidos al azar en cada lote, y aplicando el método de la norma UNE-EN 1452

Determinación del comportamiento al calor

Este ensayo tiene por objeto determinar la variación de longitud de los tubos después de sometidos a la acción del calor, así como su aspecto.

Se realizará por el método especificado en la norma UNE-EN 1452

4.3. Pruebas en obra

Son dos pruebas hidráulicas diferentes: una a presión inferior y otra a estanqueidad.

4.3.1. Prueba a presión hidráulica interior

Las tuberías de PVC serán probadas a presión por tramos que no excedan de 500 m.

La presión de prueba será 1,5 Pt. Si hay diferentes presiones nominales, se probará por tramos compuestos de tubos de igual clase.

La tubería debe ser apoyada y anclada correctamente para resistir el empuje desarrollado durante la prueba de presión.

La presión se controlará de forma que en ningún punto de la tubería existan valores inferiores a 1,4 Pt.

El control se efectuará mediante uno o varios manómetros contrastados.

Se purgará de aire la tubería mediante ventosas instaladas en los puntos altos. Se llenará de agua y se verificará la continuidad hidráulica de la tubería en el tramo antes de aplicar presión.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 12 Kg/c, por minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria si el manómetro no alcanza un descenso superior a: 0,15 Pt

Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

4.3.2. Prueba de estanqueidad

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiendo a la máxima presión estática previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

Máxima presión estática prevista en el tramo, o bien Pt.

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad será de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$V=0,12 \cdot \sum L_i \cdot D_i$$

Donde:

V: cantidad de agua que es necesario inyectar para que se mantenga la presión de prueba (l).

Li: longitud de tramo i en m.

Di: diámetro exterior de la tubería en el tramo i en m.

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán, y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

4.3.3. Prueba de estanqueidad en llaves y ventosas

Para efectuar estas pruebas en llaves y en ventosas, se montará la pieza formando un trozo corto de tubería obturado en sus extremos.

Se harán dos pruebas para las llaves; una de ellas con llave abierta, comprobando que no hay pérdidas ni humedades. Se admite el apretado de prensaestopas.

La segunda, a llave cerrada, con una cámara cargada de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades a través del obturador.

La prueba será también de doble control, sobre cinco (5) elementos en primera etapa y otros cinco (5) en segunda.

Para las ventosas solo se realizará la prueba descrita para llave abierta y aplicando el mismo método.

Artículo 5. Tolerancias

1.1. Tolerancias en el diámetro exterior medio

Las tolerancias admisibles serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula: $0,0015 \cdot Dn + 0,1$

Siendo D_n el diámetro nominal en mm, redondeando a 0,1 mm por exceso, con valor mínimo de 0,2 mm En la norma UNE-EN 1452 figuran las tolerancias para el diámetro exterior medio.

1.2. Tolerancias en el espesor de la pared

Serán siempre positivas y se determinarán según la norma UNE-EN 1452 En dicha norma figuran las tolerancias para el espesor de la pared.

1.3. Tolerancias en la ovalación para tubos y accesorios

Será en todos los casos igual o inferior a $0,012 D_n$, redondeando al 0,1 mm más próximo por exceso, con un valor mínimo de 0,5 mm

En la norma UNE-EN 1452 se encuentran tabulados los valores de la ovalación.

1.4. Tolerancia en la longitud nominal

Será de más o menos 10 mm (diez milímetros en defecto o en exceso) para todas las longitudes, cualesquiera que sean los diámetros.

1.5. Tolerancias en la longitud de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica

Serán las especificadas en la norma UNE-EN 1452

1.6. Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura de tubos y accesorios para uniones por encolado y por junta elástica

Serán las especificadas en la norma UNE-EN 1452

1.7. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo comprendido en el intervalo 90

± 20 grados sexagesimales.

1.8. Tolerancias en la alineación

Se medirán de acuerdo con lo especificado en el artículo 4.2.4.4.b.

CAPÍTULO IV. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LOS ELEMENTOS DE LA ESTACION DE BOMBEO Y LA RED DE RIEGO

Artículo 1. Equipos de impulsión

1.1. Definiciones

- Bomba centrífuga. Dispositivo que transforma la energía mecánica procedente de un motor en energía hidráulica. El elemento característico de la bomba es el rodete o impulsor; dependiendo de su geometría, la relación entre H/Q (altura/gasto) será alta: rodets radiales; baja: rodets axiales; y, media: rodets helicoidales o semiaxiales.
- Bomba de desplazamiento positivo. En este caso la energía mecánica de un motor se aplica a una cámara que se llena y vacía de forma periódica. Son de uso frecuente en la incorporación de fertilizantes y fitosanitarios a las redes de riego.
- Curvas características de una bomba. Son aquellas que relacionan la altura con el gasto, la potencia y el rendimiento.
- NPSHd. Es un valor característico de cada aspiración en una estación de bombeo. Es el resultado de la siguiente expresión:

$$\text{NPSHd} = (\text{Pa} - \text{HA} - \text{Hv}) - k \cdot Q^2$$

Donde:

Pa/γ: es aproximadamente 10 metros al nivel del mar. hA: es la distancia entre el rodete y el nivel del agua. hv: es la tensión de vapor del fluido.

k·Q²: es la pérdida de carga en la aspiración.

- NPSHr. Es un valor característico de cada bomba, suministrado por el fabricante.
- Cavitación. Es el fenómeno producido cuando NPSHr es mayor que NPSHd. Se traduce en vibraciones y daños en la bomba.
- Velocidad específica. Conocidos los valores de giro (N), altura (H) y gasto (Q) de una bomba; la velocidad específica (ns) es el valor que tendría otra semejante elevando un gasto de 1 m³/s a una altura de 1 metro:

$NS = N \cdot \sqrt{Q} / H^{3/4}$ Donde:

N: expresado en r/min. Q: expresado en m³/s. H: expresado en metros.

- Leyes de semejanza. Dependiendo de la velocidad de giro, una misma bomba ofrece valores diferentes de altura (H), gasto (Q), potencia (P) y altura neta positiva de aspiración requerida (NPSHr).

Características y especificaciones

El diámetro de los colectores de aspiración e impulsión será tal que la velocidad del fluido no supere 1,2 m/s.

El espesor de la tubería seguirá las recomendaciones UNE tanto para secciones normalizadas como para las que no lo están.

1.2. Elementos habituales que forman parte de la aspiración y de la impulsión

- Válvula de pie u otro elemento de cebado. Cuando se trata de bombas verticales habitualmente siempre se colocará en el soporte guía, para evitar que su descarga limite la lubricación de los ejes.
- Cono de aspiración. La brida de aspiración siempre será inferior a la del tubo que le precede; para unirlos se empleará un cono asimétrico que impida el alojamiento de aire en su parte superior. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa o de tubo; en cualquiera de los dos casos puede ser de aceros normales o inoxidables. No hay indicaciones normativas sobre su longitud, sí las hay sobre su espesor: UNE 19053. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, pintura epoxi, galvanización, etc.
- Cono de impulsión. La brida de la impulsión siempre será inferior a la del tubo que le sigue; para unirlos se empleará un cono simétrico hasta la sección que asegure la velocidad ya indicada. Esta pieza puede realizarse a partir de chapa, de tubo o ser de fundición. Dependiendo del tipo de agua se emplearán diferentes grados de protección: aceros inoxidables, fundición dúctil con mortero de cemento, pintura epoxi, galvanización, etc.
- Ventosas. Sobre el cono de impulsión, o inmediatamente después, se colocarán ventosas para eliminar el aire de la columna de aspiración, donde no se instaló válvula de pie.
- Manguito que evite la transmisión de las vibraciones. Colocado después del cono de impulsión, aislará las vibraciones del grupo de impulsión y absorberá posibles fallos en las medidas.

- Válvula de compuerta. Se instala después del cono de impulsión solo para la puesta en marcha y en la parada, excepto en las instalaciones que siempre están bajo presión de funcionamiento, donde solo se usa durante la puesta en marcha y en las reparaciones.
- Válvulas de llenado de la tubería. Controlan el grado de apertura en función del tiempo necesario para el llenado de la tubería, o midiendo la presión aguas abajo. Suelen ser hidráulicas o de compuerta motorizadas. Se colocan a la salida de la bomba.
- Válvula de retención. Se instalan después de la válvula de compuerta o de llenado para evitar que la bomba gire al revés en las paradas. Es una seguridad añadida cuando hay válvula de pie.
- Válvulas de alivio. Instaladas después de la válvula de retención, pueden resolver problemas de sobre presión. Complementan a las válvulas anticipadoras de onda.
- Transmisores de presión. Se roscan directamente sobre el colector de salida después de una llave de esfera y aguas abajo de la válvula de retención. El objetivo es obtener una medida analógica de la presión que será enviada a una entrada del autómatas que controla el grupo de bombeo.

1.3. Condiciones de funcionamiento de una bomba

Las curvas características de una bomba acotarán el intervalo de funcionamiento sin cavitación, esto es, cuando la altura neta positiva de aspiración disponible (NPSHd) es $>$ a la requerida (NPSHr).

1.4. Golpe de ariete en estación de bombeo

El golpe de ariete ha de calcularse para comprobar el resultado, sobre todo, de paradas bruscas por interrupción del fluido eléctrico.

La ubicación de la válvula de retención protegerá elementos sensibles como contadores y filtros. El anclaje de esta soportará el empuje máximo sin transmitirlo directamente al edificio donde se alojan las bombas.

Cuando el golpe de ariete es positivo puede amortiguarse con válvulas hidráulicas anticipadoras de onda, en otro caso es necesario instalar un calderín u otros sistemas.

1.5. Automatización de estaciones de bombeo

La regulación del bombeo será por el sistema de caudal-presión. El funcionamiento de una estación atenderá a la demanda de un determinado gasto en cada momento y a la presión que desee mantenerse en puntos críticos de la

red de distribución. En los dos casos se trata de señales analógicas que un autómatas interpretará para que las bombas atiendan la curva resistente.

En todos los casos el criterio es dar autonomía de funcionamiento a la estación de bombeo frente a un control centralizado de la zona regable.

1.6. Condiciones para los acopios

Los elementos mecánicos podrán almacenarse en recintos cerrados agrupados en conjuntos homogéneos, identificando su posición con etiquetas.

En el caso de bombas verticales, donde los ejes se suministran desmontados, se evitarán golpes y rozaduras que puedan provocar vibraciones durante el funcionamiento.

Los elementos eléctricos, excepto motores, no se acopiarán a la intemperie.

1.7. Características de las bombas utilizadas

Las características mínimas exigibles a los equipos de bombeo a instalar serán las siguientes:

- Bomba sumergida cuyo modelo es SP95-8 con una potencia de 37kW.
- Cuerpo, rodete/impulsor y cabezal de descarga de hierro fundido GG-25.
- Eje y cabezal de acero inoxidable AISI 420.
- ☐ Eje columna de acero AISI 1045 correctamente alineados.
- ☐ Caudal de impulsión por bomba de 119 m³/h hasta altura manométrica 53,9 mca.

1.8. Condiciones de los materiales

Todos los equipos de bombeo a instalar deberán satisfacer los puntos de funcionamiento para los que han sido calculados y llevarán asociado motores cuya potencia nominal figura en los cálculos justificativos.

Al constar la instalación de aparatos de medida de calidad, se comprobará en la obra el punto nominal de cada bomba, en presencia del Ingeniero Director.

De modo transitorio, los motores eléctricos, pueden ser alimentados por grupos electrógenos, capaces de dar las solicitaciones requeridas, en tanto haya mayor suministro de energía en la red.

Válvulas

El Director de las obras podrá exigir si lo cree oportuno, protocolo de pruebas de las válvulas tales como pruebas de seguridad y hermeticidad del cuerpo y prueba de hermeticidad del cierre.

Tuberías metálicas

Están diseñadas para disminuir las pérdidas de carga y evitar posibles cavitaciones y pulsaciones de presión. Se construirán teniendo en cuenta las siguientes normas:

- El radio de los codos ha de ser como mínimo vez y media el diámetro interior de las tuberías.
- La longitud de los conos ha de ser como mínimo siete veces la diferencia entre los diámetros interiores máximo y mínimo.
- Los entronques de las tuberías se rigidizan con refuerzos planos.
- No se permitirá la soldadura directa de conos con las reducciones, etc. en bridas. La unión se hará mediante un carrete cilíndrico cuya longitud no será nunca inferior a cien milímetros, que se suelda por un extremo a la brida y por el otro a la pieza en cuestión.
- El sobreespesor por corrosión será como mínimo de dos milímetros.
- Las bridas, tornillería y juntas se construirán de acero con la norma DIN correspondiente a bridas planas para soldar.

El Director de las obras podrá exigir además si lo cree oportuno, certificado de calidad de la chapa empleada, y control radiográfico de al menos un 15% del total de las soldaduras.

1.9. Ejecuciones generales

Las ejecuciones de obras con materiales utilizados en las obras de este Proyecto y no analizadas específicamente en este capítulo, serán de buena calidad y con las características que exija su correcta utilización y servicio. En todo caso, el Contratista deberá seguir escrupulosamente las normas especiales que, para cada caso, señale el director de Obra según su inapelable juicio.

1.10. Ensayo y pruebas

No se procederá al empleo de los materiales, sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero director de las Obras y previa finalización en su caso de las pruebas y ensayos previstos en este Pliego.

Todos los gastos de las pruebas y ensayos necesarios para definir las cualidades de los materiales y este P.P.T. serán abonadas por el Contratista.

Podrán ser rechazados todos aquellos materiales que no cumplan las condiciones exigidas en este P.P.T., ateniéndose el Contratista a lo que por escrito le ordene el Ingeniero director de las Obras

Artículo 2. Filtro

2.1. Definición

El filtro está concebido para retener las partículas sólidas contenidas en el agua, que restan eficiencia a los grupos de impulsión y obturan las boquillas de los emisores de riego.

El elemento filtrante está en el interior de una carcasa que dispone de entrada, salida y tapa de acceso que incluye, frecuentemente, una salida de limpieza. Las entradas y salidas pueden ser en rosca, brida y abrazadera. En los dos primeros casos son salidas Normalizadas en función de la presión de trabajo.

La distancia entre bridas es característica de cada fabricante, no hay Normalización al respecto.

Todos los elementos que forman el filtro son de materiales inalterables a los fluidos que deben filtrar o estarán protegidos por capas adicionales de recubrimientos especiales.

2.2. Etiquetado

Sobre la carcasa del filtro, de forma indeleble, se indicarán las siguientes características:

- Diámetro de la brida.
- Gasto máximo y gasto recomendado.
- Tipo de protección.
- Grado de filtrado.
- Presión máxima de trabajo.
- Marca, modelo y fabricante.

En la documentación suministrada por el fabricante figurarán además el manual de mantenimiento, las características del elemento filtrante y la curva de gasto – pérdida de carga.

2.3. Velocidad de filtración y composición de filtros

Para definir la dimensión de la instalación de filtrado se deben seguir las recomendaciones del fabricante sobre velocidad de trabajo, máxima y mínima, en función del fluido que ha de filtrarse.

2.4. Pérdidas de carga y determinación del momento de la limpieza

Es característico de cada filtro decidir con que pérdida de carga ha de ponerse en funcionamiento la limpieza. La presión se medirá antes y después del filtro. Cuando la diferencia entre las dos presiones sea superior, en general a los 5 m, se pondrá en marcha la limpieza.

Los filtros de malla están constituidos por una carcasa exterior en la cual se alojan tres cámaras diferenciales. Una primera cámara de desbaste que coincide con la boca de entrada del agua al filtro en la que se sitúa la malla gruesa que se utiliza como filtración grosera. En la segunda cámara se aloja el elemento filtrante donde quedan retenidos los sólidos. En la tercera cámara es la de limpieza (autolimpieza) separada de la filtración mediante un sellado especial.

Especificaciones técnicas

- Caudal de trabajo: 450 m³/h
- Presión mínima: 2 bar
- Presión máxima: 10 bar
- Área de filtración: 8000 cm²
- Temperatura máxima: 80 °C
- Diámetro entrada/salida: 6"

Datos de lavado

- Válvula de lavado: 2"
- Tiempo del ciclo de lavado: 25 s
- Consumo agua lavado: 105 L

Control y electricidad

- Voltaje del control: 24 V DC

- Tensión de operación: alterna monofásica 220 V 50 Hz
- Motor eléctrico: 1/2 CV (220 V), 1/3 CV (12 V)

Materiales de construcción

- Cuerpo del filtro: acero al carbono 37-2 y 44-2 Epoxy.
- Tornillería: cincada calidad 5.6 y 5.8
- Mallas: acero inoxidable 316

Artículo 3. Válvulas

3.1. Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta, responderán a la norma UNE-EN-593, serán de bridas, dispondrán de husillo estacionario de acero inoxidable ST-1.4021 con cantos romos, tuerca de latón, compuerta de fundición dúctil tipo EN-GJS500-7, vulcanizada con goma tipo EDPM (etileno-propileno) con cierre estanco y elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil tipo EN-GJS-500-7, según norma UNE-EN-1563 o similar, con superficies de paso lisas y estanqueidad garantizada a base de juntas de tipo NBR (caucho-nitrílico). Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Las bridas responderán a la Norma EN-1092-2 y los tornillos de la misma serán de acero inoxidable.

Las válvulas de compuerta estarán protegidas interior y exteriormente con resina epoxi adecuada para agua potable, en polvo, aplicada electrostáticamente en una sola capa y con un espesor mínimo en las partes esenciales de 250 micras, según DIN 30677 parte 2 apartado 4.2.1. (tabla 1), admitiéndose un mínimo de 150 micras en las partes indicadas en la misma norma y apartado. Para la buena aplicación y adherencia del tratamiento al soporte, la superficie de la válvula habrá de estar limpia de impurezas de toda clase como suciedad, aceite, grasa, exudación y humedad y se granallará como mínimo al grado Sa 2 1/2 como se define en la norma UNE-EN-8501.

La unión del cuerpo y la tapa deberá realizarse sin tornillo o con tornillos embutidos y protegidos de la humedad, de acero inoxidable St 8,8 DIN 912 de cabeza hueca; preferiblemente el sistema de deslizamiento de la compuerta por el cuerpo de la válvula se realizará sin guías macho en éste, de modo que tampoco existan las correspondientes guías hembra en la compuerta.

La colocación se efectuará sobre un macizo de hormigón tipo HM-15 al que se anclarán mediante redondo de acero especial galvanizado de diez milímetros de

diámetro o mediante algún otro sistema similar que asegure su estabilidad en servicio.

Las válvulas deberán ser sometidas a las siguientes pruebas:

- Medida del espesor de las capas de resina epoxi.
- Control de no porosidad a una corriente continua de 1000 V.
- Control de resistencia a golpes con una energía de 5 Nm con granalla de 25 mm de diámetro y de continuidad del revestimiento.
- Control de adherencia mediante sello pegado y máquina de pruebas a tracción a 8 N/mm².
- Pruebas de estanqueidad con compuerta abierta a 24 atm de presión.
- Pruebas de presión con compuerta cerrada por ambos lados a 17,6 atm de presión.

3.2. Válvulas de mariposa

Las válvulas de mariposa serán de tipo reforzado y dispondrán de eje y mariposa de acero inoxidable, cojinetes de bronce de rozamiento, cuerpo de fundición dúctil tipo EN- GJS-500-7 y anillo de cierre elástico de etileno propileno y desmultiplicador inundable con una estanqueidad IP-68, con husillo de acero inoxidable, indicador visual y bloqueo mecánico, según norma UNE-EN-593. Serán necesariamente todas de cierre en sentido horario.

Los taladros de cuerpo de válvula responderán a la norma UNE-EN-1092-2.

Las llaves, se colocarán entre bridas planas mediante tornillos pasantes atirantados de acero inoxidable. Como norma general, las válvulas de mariposa se montarán con el eje horizontal y en posición abierta. Las válvulas estarán protegidas con resina epoxi aplicada electrostáticamente en una capa, con un espesor mínimo de 150 micras, resistente a la humedad y deberán estar provistas de su correspondiente casquillo sujeto con tornillo, salvo indicación expresa en contra.

Los tubos o piezas especiales a los que se acoplen las llaves deberán estar suficientemente anclados para soportar los esfuerzos que las llaves puedan transmitir.

En el caso de válvulas motorizadas, el actuador eléctrico cumplirá las siguientes características:

- Estarán dimensionados para el servicio todo o nada.

- La velocidad de salida de 4 hasta 180 rpm/min. (50 Hz).
- Motor trifásico con aislamiento clase F, protección total del motor por tres termostatos incluidos en el bobinado del estator, motor sin caja de bornas, conexión sobre conector del motor.
- Mecanismo de rodillos ajustable a la posición cerrado/abierto.
- Limitador de par ajustable sin escalonamiento en escalas de par calibrada para los sentidos de cierre y apertura, valor ajustado directamente legible en daNm.
- Interruptor de par y de carretera cada uno con un contactor de apertura y cierre, IP- 68.
- Volante para servicio manual, desembraga automáticamente con arranque motor y queda inmóvil durante el servicio eléctrico.
- Temperatura servicio de -20 °C hasta +80 °C.
- Acoplamiento de salida, según norma EN-ISO-5210.

3.3. Válvulas de pequeño diámetro

Las válvulas o llaves de paso de diámetro nominal igual o inferior a dos pulgadas (2"), serán de compuerta con husillo de latón laminado estacionario, cuerpo y cuña monobloque de bronce y volante metálico. Dispondrán de extremos roscados y responderán a una presión de servicio de diez atmósferas (10 atm), que deberá figurar grabada en su exterior.

Los precios de cada unidad comprenden las operaciones y elementos accesorios, así como los anclajes, uniones necesarias para su colocación, prueba, pintura, etc.

Artículo 4. Tubería de acero galvanizado

4.1. Definición

Las tuberías de acero deberán cumplir las condiciones especificadas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de agua" de la Dirección General de Obras Hidráulicas, pertenecientes a la clase A.

4.2. Espesores y timbrajes

La determinación de diámetros y espesores se realizará con arreglo al Pliego, igual que las pruebas de estanqueidad.

El sistema de galvanizado podrá realizarse por inmersión o mediante electrólisis. El espesor mínimo será de 20 micras.

4.3. Pruebas en las conducciones

El Pliego de prescripciones técnicas del M.O.P.U., regula tanto las pruebas en fábrica como las pruebas "in situ" de las tuberías de abastecimiento de agua.

Las verificaciones y pruebas, en fábrica, para las tuberías pueden resumirse en:

- a) Examen visual del aspecto general de todos los tubos.
- b) Comprobación de dimensiones, espesores y rectitud de los tubos.
- c) Pruebas de estanqueidad de todos los tubos a presión normalizada.
- d) Pruebas de rotura por presión hidráulica interior sobre un tubo de cada lote.
- e) Pruebas de rotura por la acción de cargas exteriores.

Artículo 5. Ventosas

Las ventosas serán automáticas y trifuncionales (doble efecto). El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería, así como al diámetro de aducción/expulsión de aire.

En el caso de ventosas que hayan de funcionar con presiones inferiores a 5 atm, se ha de especificar que sean de baja presión.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

5.1. Calidad de los materiales

Las calidades de los materiales de las ventosas iguales o superiores a lo especificado a continuación:

- Cuerpo y tapa. Fundición ASTM A-48, Clase 30 o A-126 Clase B o GGG-40.
- Guía y partes móviles. Acero inoxidable, Norma ASTM A-276 y de latón y bronce, Norma ASTM 88-52.
- Flotador. Acero inoxidable Norma ASTM A-240 de presión de colapsamiento 70 atm. Purgador de control: Bronce o acero inoxidable.
- Resistencia a la corrosión y al envejecimiento. Todas las superficies interiores que estén en contacto continuo con el agua y las superficies externas

(incluyendo la tornillería) que estén en contacto permanente con el sol, el agua o la atmósfera, deben ser resistentes a la corrosión y al envejecimiento.

5.2. Control de calidad

En el caso de que el fabricante posea Certificado de Calidad emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente conforme con la Norma UNE-EN 1074:2001 no será necesario realizar un control de calidad de las ventosas. En caso contrario se realizará el siguiente control de parámetros, que será certificado por un Laboratorio de Control externo.

5.2.1. Resistencia mecánica

Resistencia de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión.

Las ventosas deben resistir, sin sufrir daños, una presión interior igual al mayor de los dos valores siguientes: PEA o $1,5 \cdot PFA$. Este ensayo se realizará de acuerdo al método del anexo A de la norma UNE-EN 1074-1:2001, no apreciándose visualmente ninguna fuga exterior ni ninguna otra señal de defecto.

Resistencia del obturador a la presión diferencial

Las ventosas en la posición de ventosas cerrada deben resistir sin sufrir ningún daño una presión diferencial, aplicada al obturador, igual al menor de los dos valores siguientes: $1,5 \cdot PFA$ o $PFA+5$. Si el PMA indicado para las válvulas es mayor que este valor, la presión diferencial a aplicar debe ser igual a PMA.

Para verificar este requisito, se ensaya una ventosa, en el estado en el que se suministra, según el método de ensayo del anexo B de la norma UNE-EN 1074-1:2001.

5.2.2. Estanqueidad

Estanqueidad de la carcasa a la presión interior y de todos los componentes sometidos a presión

– Estanqueidad a la presión interior.

Las ventosas serán estancas al agua a una presión interior igual al mayor de los siguientes valores: PEA o $1,5 \cdot PFA$.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, a un ensayo de presión de agua conforme con el apartado 5.1.1 de la norma UNE-EN 1074-1:2001 o a un ensayo de presión de aire de 6 bar conforme con el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, no debe detectarse ninguna fuga.

- Estanqueidad a la presión exterior.

Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, al ensayo del anexo D de la norma UNE-EN 1074-1:2001, cualquier variación de presión durante el ensayo no debe superar el valor de 0.02 bar.

Estanqueidad del asiento

- Estanqueidad del asiento a alta presión.

En asiento de las ventosas, en la posición de ventosa completamente cerrada, debe ser estanco, con un ratio de fuga definido y seleccionado entre los ratios A y F indicados en el proyecto de norma prEN 1266-1:1999, el ratio de estanqueidad requerido se debe indicar en la realización técnica del fabricante. Para verificar este requisito se somete una ventosa, en el estado en que se suministra, de acuerdo con el capítulo A.4 de la norma prEN 1266-1:1999, a una presión diferencial igual a $1.1 \times PFA$ para agua, o 6 bar para aire, el ratio de fuga medido no debe superar el ratio definido.

- Estanqueidad del asiento a una baja presión.

Los requisitos deben ser conformes a los de apartado anterior pero a una presión diferencial de agua de 0.5 bar.

5.2.3. Características neumáticas

La característica facilitada por el fabricante será el caudal de aire en función de la presión. El caudal no será inferior al 90% del valor indicado por el fabricante, en dos puntos de la curva, siendo estos dos puntos indicativos del rango de utilización de la válvula y sus funciones.

Función de salida de aire

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo A de la norma UNE- EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

Función de entrada de aire

El ensayo de tipo debe realizarse según se indica en el anexo B de la norma UNE- EN1074-4:2001. Este ensayo no se exige en ventosas de dimensiones superiores a DN 100.

Función de desgasificación

Esta función se debe verificar mediante la medición de la sección de orificio pequeño de la ventosa, calculando el caudal que lo atraviesa en condiciones

sónicas, y comparando el resultado con el valor facilitado en los catálogos del fabricante. La diferencia no debe ser superior a $\pm 10\%$.

5.2.4. Resistencia a la fatiga

Resistencia a la fatiga con función de entrada y/o salida de aire

Esta fatiga se debe evaluar sometiendo a la válvula a 250 ciclos consecutivos de llenado y drenaje, según el anexo C de la norma UNE-EN 1074-4:2001, con la presión variando entre la atmosférica y PFA. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente durante el ensayo y superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2 de la norma después de los 250 ciclos.

Resistencia a la fatiga con función de desgasificación

Dicha fatiga se debe evaluar sometiendo la válvula a 2500 ciclos consecutivos de desgasificación. Esto se puede realizar mediante la inyección continua de aire en el sistema, permitiendo la evacuación periódica del aire, o mediante la inyección cíclica del aire. La ventosa se debe abrir y cerrar completamente en cada ciclo del ensayo y debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2. después de los 2500 ciclos.

Ensayo de apertura después de un cierre prolongado

Este ensayo sirve para asegurar que el obturador se abrirá después de haber estado sometido a presión durante largo tiempo. El ensayo se debe llevar a cabo con la ventosa en el estado en que se suministra, montada verticalmente, a una temperatura de 50 °C sometida a una presión hidráulica de al menos PFA durante 5 días. Después se retira la presión y se verifica que la ventosa se abre con normalidad. La ventosa debe superar los ensayos de estanquidad del apartado 1.2.2.

5.3. Marcado

Las ventosas se deben marcar de manera visible y durable del siguiente modo:

- DN.
- Identificación de los materiales de la carcasa.
- PN.
- Identificación del fabricante.
- Identificación del año de fabricación.
- Norma aplicada.

Para ventosas de DN < 50, sólo son obligatorias las siguientes marcas:

- PN.
- Identificación del fabricante.
- Norma aplicada.

TITULO II: CONDICIONES FACULTATIVAS

CAPÍTULO I. DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

Artículo 1. El Ingeniero director

Corresponde al Ingeniero director:

- a) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- b) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- c) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- d) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- e) Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- f) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Graduado en Ingeniería, el certificado final de la misma.

Artículo 2. El Graduado en Ingeniería

Corresponde al Graduado en Ingeniería:

- a) Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de Ley 13/2011, de 27 de mayo.

- b) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- c) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Ingeniero y del Constructor.
- d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

Artículo 3. El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra
Corresponde al Coordinador de seguridad y salud:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el constructor.
- b) Tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.

Artículo 4. El Constructor

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de estas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

Corresponde al Constructor:

- a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- b) Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

- c) Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Ingeniero Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- g) Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- h) Facilitar al Ingeniero Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- i) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- j) Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.
- k) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

Artículo 5. El Promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se

regirán por la "Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público" y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Artículo 6. El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto. Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

Artículo 7. El director de obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

Artículo 8. El director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estime necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

Artículo 9. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Artículo 10. Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción. Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

Artículo 11. Agentes que intervienen en la obra

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

Artículo 12. Agentes en materia de seguridad y salud

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

Artículo 13. La dirección facultativa

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores. Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

Artículo 14. Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

CAPÍTULO II. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

Artículo 1. El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado. Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación. Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto. Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin

reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las

Administraciones competentes. Artículo 2. El proyectista

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística

y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno.

Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales. Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta es incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

Artículo 3. El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas. Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto. Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias. Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa. Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada. Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

Artículo 4. El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor. Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto. Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos. Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas. Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

Artículo 5. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras. Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos. Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos. Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas. Si se hiciera caso

omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

Artículo 6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Artículo 7. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

Artículo 8. Documentación final de obra: libro del edificio

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el {{Libro del Edificio}}, será entregada a los usuarios finales del edificio.

Artículo 9. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

TITULO III: CONDICIONES ECONÓMICAS CAPÍTULO I: PRINCIPIO GENERAL

Artículo 1.

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

Artículo 2.

El Promotor, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

CAPÍTULO II: FIANZAS Y GARANTÍAS

Artículo 3.

El Contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

Artículo 4. Fianza provisional

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

Artículo 5. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

Artículo 6. De su devolución general

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta

(30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

Artículo 7. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales Si el Promotor, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantías.

CAPÍTULO III: DE LOS PRECIOS

Artículo 8. Composición de los precios unitarios

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

– Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

– Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

– Se considerarán gastos generales:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución. Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por

Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

- Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

- Precio de ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución Material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos.

- Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

Artículo 9. Precios de contrata. Importe de contrata

Se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

Artículo 10. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

Artículo 11. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

Artículo 12. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

Artículo 13. Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

CAPÍTULO IV: OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Artículo 14. Administración

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios, aplicándosele lo dispuesto en el Artículo 7 del presente Pliego de Condiciones Particulares.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

Artículo 15. Obras por Administración directa

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma Interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

Artículo 16. Obras por Administración delegada o indirecta

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

- a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

Artículo 17. Liquidación de obras por Administración

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Ingeniero Técnico:

- a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando, a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.
- c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

Artículo 18. Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor delegada los realizará el Promotor mensualmente según aprobados por el propietario o por su delegado representante de las cuentas de Administración las partes de trabajos realizados

Independientemente, el Ingeniero Técnico redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

Artículo 19. Normas para la adquisición de materiales y aparatos

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Ingeniero-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

Artículo 20. Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el

artículo 59 b, que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

Artículo 21. Responsabilidad del Constructor

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 61 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

CAPÍTULO V: DE LA VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 22. Formas varias de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1. Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
2. Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3. Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las

Órdenes del Ingeniero-Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4. Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.

5. Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

Artículo 23. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Ingeniero.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Ingeniero técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su

importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Ingeniero-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Artículo 24. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero-Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 25. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato suscrito entre el Contratista y el Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

CAPÍTULO VI: DE LAS INDEMNIZACIONES MUTUAS

Artículo 29. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o retención.

Artículo 30. Demora de los pagos por parte del propietario

Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

CAPÍTULO VII: VARIOS

Artículo 31. Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a

menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

Artículo 32. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

Artículo 33. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de

los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos

Artículo 34. Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Ingeniero-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

Artículo 35. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

TITULO IV: PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDAD DE OBRA

En este apartado se incluye la descripción de cada uno de los elementos pertenecientes a la parte de obra civil de cada una de las construcciones. Entre ellas se encuentran las siguientes:

- Caseta de riego: tareas previas, cimentación, cerramiento, cubierta y estructura de las placas solares,
- Carpintería y vidrios e instalaciones
- Elementos eléctricos del sistema de riego
- Tareas de preparación del terreno y urbanización de las parcelas para todas las obras
- Compactación del terreno para los caminos

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el director de la ejecución de la obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del director de la ejecución de la obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

TITULO V: PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

De acuerdo con el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

C CIMENTACIONES

Según el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.
- No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.
- Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el director de obra.

– No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

– El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.

– El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.

– La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación.

– Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.

– El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

E ESTRUCTURAS

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, al entrar en carga se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, verificando que no se producen deformaciones no previstas en el proyecto ni aparecen grietas en los elementos estructurales. En caso contrario y cuando se aprecie algún problema, se deben realizar pruebas de carga, cuyo coste será a cargo de la empresa constructora, para evaluar la seguridad de la estructura, en su totalidad o de una parte de ella. Estas pruebas de carga se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de las pruebas, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente.

I INSTALACIONES

Las pruebas finales de la instalación se efectuarán, una vez esté el edificio terminado, por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios materiales y humanos necesarios para su realización. Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de Ejecución de la Obra, que debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos. Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha. Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas, por el instalador autorizado o por el director de la instalación, y bajo su responsabilidad. Serán a cargo de la empresa instaladora todos los gastos ocasionados por la realización de estas pruebas finales, así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de estas.

TITULO VI. PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra: El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos. Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión. Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).

- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor. Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención. El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos. En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD. Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final. Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01). Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación. Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

DOCUMENTO 4: MEDICIONES

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE DE MEDICIONES

1. Caseta de riego	2
2. Instalación de riego	7
3. Plantación	9
4. Maquinaria y equipos	10
5. Seguridad y Salud	10
6. Estudio geotécnico.....	11

1. Caseta de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	
Total m ²:			42,000

1.2 m³ Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.

Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.

Total m³.....: 42,000

1.3 m² Montaje de sistema de encofrado recuperable de madera, para losa de cimentación, formado por tabloncillos de madera, amortizables en 10 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.

Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo. Aplicación del líquido desencofrante. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Humectación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.

Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Total m².....: 42,000

1.4	m³	Hormigón para armar en losas de cimentación, HA-25/F/20/XC2, fabricado en central, y vertido con bomba. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	Total m³.....:	12,600
1.5	m³	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	Total m³.....:	4,200
1.6	Ud	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en losa de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. Incluye: Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura. Criterio de medición de proyecto: Peso teórico calculado según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se calculará el peso teórico de la armadura ejecutada según especificaciones de Proyecto.	Total Ud.....:	5,000

1.7 m² Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque de hormigón, liso estándar, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), para revestir, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, con piezas especiales tales como medios bloques y bloques de esquina.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento.

Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo, planta a planta. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Resolución de esquinas y encuentros. Limpieza.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Total m².....: 34,000

1.8 m² Cobertura de paneles sándwich acústicos de acero galvanizado, de lana de roca, formados por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 95 kg/m³ y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, con perforaciones de 3 mm de diámetro, conductividad térmica 0,621 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 31 dB de índice global de reducción acústica, Rw, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 30,6 dBA y coeficiente de absorción acústica medio 0,9, según UNE-EN ISO 354, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.

Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.

Total m².....: 31,000

1.9 Ud Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 790x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, fijo lateral con portilla y premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra. Incluso silicona neutra para el sellado de las juntas perimetrales.

Incluye: Colocación del premarco. Colocación de la puerta. Ajuste final de la hoja. Sellado de juntas perimetrales.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se miden las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

		Total Ud.....:	1,000
1.10 Ud	Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1500x700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería. Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
		Total Ud.....:	1,000

2. Instalación de riego

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.1	m³	Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
			Total m³.....: 507,000
2.2	m³	Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.	
			Total m³.....: 507,000

2.3 m	Tubería enterrada de PE IISO, de unión en copa lisa pegada, de 90 mm. de diámetro exterior, colocada sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	Total m.....: 507,000
2.4 m	Tubería de polietileno de baja densidad, especial para riego por goteo con goteros autocompensantes de presión incorporados en su interior, i/p.p. de línea y derivación, totalmente instalada.	Total m.....: 30.000,000
2.5 ud.	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., i/conexión a la red, totalmente instalada.	Total ud.....: 4,000
2.6 ud.	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 15 CV de potencia, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.	Total ud.....: 1,000
2.7 ud.	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 33 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	Total ud.....: 1,000
2.8 ud.	Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	Total ud.....: 2,000
2.9 ud.	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 60 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	Total ud.....: 1,000
2.10 ud.	Contador Woltman conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante.	Total ud.....: 1,000

2.11 ud.	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 1000 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.	Total ud.....:	3,000
2.12 ud.	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliéster y fibra de vidrio, para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 500 litros de capacidad, i/piezas y accesorios, instalado.	Total ud.....:	2,000

3. Plantación

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1 m²		Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 6 kg/m2. de estiércol tratado, extendido con medios mecánicos y enterrado a una profundidad de 10/20 cm. con motocultor.	Total m².....: 20,430
3.2 km		Desfonde, con tractor de 171-190 CV de potencia nominal.	Total km.....: 20,430
3.3 Ha		Fertilización con abono mineral compuesto, granulado, de riqueza N-P-K con abonadora centrífuga impulsada por un tractor de entre 71 y 100 CV.	Total Ha.....: 20,430
3.4 m²		Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de subsolador a 30 cm. de profundidad y dos pases, también cruzados, de arado de discos o vertedera a 20 cm. de profundidad, i/ remate manual de bordes y zonas especiales.	Total m².....: 20,430
3.5 ud.		Unidad de replanteo por hectárea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares	Total Ud.....: 20,430
3.6 ud.		Pistacho de variedad Kerman injertada sobre UCB1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	Total Ud.....: 2666,000
3.7 ud.		Pistacho de variedad Kastel injertada sobre UCB1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	Total Ud.....: 2666,000

3.8 ud.	Pistacho de variedad masculina Peter injertada sobre UCB1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	Total Ud.....:	390,000
3.9 ud.	Pistacho de variedad Kerman injertada sobre C-Especial y Guerrero de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	Total Ud.....:	60,000
3.10 ud.	Pistacho de variedad Kastel injertada sobre C-Especial y guerrero de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	Total Ud.....:	60,000
3.11 ud.	Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruido doble capa de 90 mm de diámetro, resistente a los rayos UV y fotodegradable a partir de 5 años. De 60 cm de altura, empotrado en el suelo y con aporcado de tierras a una altura de 25 cm.	Total Ud.....:	5830,000
3.12 Ha	Plantación de plantones entutorados con arado plantador y tractor agrícola, distancia entre plantones de 5 m. Anchura entre árboles de 7 m.	Total Ha.....:	20,430

4. Maquinaria y equipos

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.1 ud.		Paraguas vibrador con acople frontal al tractor.	
		Total Ud.....:	1,000
4.2 ud.		Equipo de poda eléctrico con funcionamiento por baterías.	
		Total Ud.....:	1,000

5. Seguridad y Salud

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.1 ud.		Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
		Total Ud.....:	1,000
5.2 ud.		Mascarilla antipolvo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	
		Total Ud.....:	1,000

5.3 Par Guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.

Total Pares.....: 1,000

5.4 Par Botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.

Total Pares.....: 1,000

6. Estudio geotécnico

Nº	Ud	Descripción	Medición
6.1	ud.	Estudio geotécnico de solar de hasta 500 m2., con un sondeo a rotación con testificación continua hasta 10 m. de profundidad, realización de dos S.P.T. y extracción de dos muestras inalteradas, con realización de ensayos de laboratorio para clasificar e identificar el suelo, para determinar la expansividad y agresividad potenciales, y para comprobar la tensión admisible y la deformabilidad, incluso emisión del informe.	
Total Ud.....:			1,000

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

Alumno: Carlos García López

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS

Titulación de: Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

ÍNDICE DE PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios nº 1	2
2. Cuadro de precios nº2.....	10
3. Presupuesto parcial	31
4. Presupuesto general y resumen de presupuestos.....	42

1. Cuadro de precios nº 1

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
1	m³ Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.	7,16	Siete con dieciséis céntimos
2	m² Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	1,35	Un euro con treinta y cinco céntimos

Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.		
3	Ud Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en losa de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. Incluye: Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura. Criterio de medición de proyecto: Peso teórico calculado según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se calculará el peso teórico de la armadura ejecutada según especificaciones de Proyecto.	1,86 Un euro con ochenta y seis céntimos
4	m² Montaje de sistema de encofrado recuperable de madera, para losa de cimentación, formado por tabloncillos de madera, amortizables en 10 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo. Aplicación del líquido desencofrante. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Humectación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.	25,96 Veinticinco euros con noventa y seis céntimos

Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
5	m³ Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	92,46 Noventa y dos euros con cuarenta y seis céntimos
6	m³ Hormigón para armar en losas de cimentación, HA-25/F/20/XC2, fabricado en central, y vertido con bomba. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	116,33 Ciento dieciseis euros con treinta y tres céntimos
7	m³ Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.	5,27 Cinco euros con veintisiete céntimos
8	m³ Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	5,00 Cinco euros

9	m. Tubería enterrada de PE IISO, de unión en copa lisa pegada, de 90 mm. de diámetro exterior, colocada sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	6,20	Seis euros con veinte céntimos
10	Ud. Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 15 CV de potencia, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.	2.665,74	Dos mil seiscientos sesenta y cinco euros con setenta y cuatro céntimos
11	Ud. Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 33 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	3.862,20	Tres mil ochocientos sesenta y dos euros con veinte céntimos
12	Ud. Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	29,34	Veintinueve euros con treinta y cuatro céntimos
13	m. Tubería de polietileno de baja densidad, especial para riego por goteo con goteros autocompensantes de presión incorporados en su interior, i/p.p. de línea y derivación, totalmente instalada.	0,39	Treinta y nueve céntimos
14	Ud. Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.	73,53	Setenta y tres euros con cincuenta y tres céntimos

15	Ud. Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 60 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	586,97	Quinientos ochenta y seis euros con noventa y siete céntimos
16	Km. Desfonde, con tractor de 171-190 CV de potencia nominal.	36,31	Treinta y seis euros con treinta y un céntimos
17	Ha. Fertilización a hecho con abono mineral compuesto, granulado, de riqueza N-P-K con abonadora centrífuga impulsada por un tractor de entre 71 y 100 CV.	74,95	Setenta y cuatro euros con noventa y cinco céntimos
18	Ud. Reposición de marras sobre una superficie de una hectárea, siendo el porcentaje de marras de hasta el 20%.	0,45	Cuarenta y cinco céntimos
19	m ² Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de subsolador a 30 cm. de profundidad y dos pases, también cruzados, de arado de discos o vertedera a 20 cm. de profundidad, i/ remate manual de bordes y zonas especiales.	0,95	Noventa y cinco céntimos
20	m ² Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 41 toneladas/hectarrea. de estiércol tratado, extendido con medios mecánicos y enterrado a una profundidad de 20 cm.	0,70	Setenta céntimos
21	Ud. Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,06	Dos euros con seis céntimos
22	Ud. Mascarilla antipolvo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	2,33	Dos euros con treinta y tres céntimos
23	Ud. Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,03	Un euro con tres céntimos
24	Ud. Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	6,17	Seis euros con diecisiete céntimos
25	Ud. Estudio geotécnico de solar de hasta 500 m ² ., con un sondeo a rotación con testificación continua hasta 10 m. de profundidad, realización de dos S.P.T.	1.964,01	Mil novecientos sesenta y

	y extracción de dos muestras inalteradas, con realización de ensayos de laboratorio para clasificar e identificar el suelo, para determinar la expansividad y agresividad potenciales, y para comprobar la tensión admisible y la deformabilidad, incluso emisión del informe.		cuatro euros con un céntimo
26	m² Estructura metálica ligera autoportante de cubierta inclinada, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 5 kg/m². Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Replanteo y marcado de los ejes. Izado y presentación de los extremos de la estructura mediante grúa. Aplomado. Resolución de las uniones. Reglajes de las piezas y ajuste definitivo de las uniones entre los diferentes componentes de la estructura. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	39,57	Treinta y nueve euros con cincuenta y siete céntimos
27	m² Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque de hormigón, liso estándar, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), para revestir, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, con piezas especiales tales como medios bloques y bloques de esquina. Criterio de valoración económica: El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo, planta a planta. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las	38,74	Treinta y ocho euros con setenta y cuatro céntimos

aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Resolución de esquinas y encuentros. Limpieza.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

28	Ud. Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1500x700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería. Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	375,33	Trescientos setenta y cinco euros con treinta y tres céntimos

29	Ud. Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 790x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, fijo lateral con portilla y premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra. Incluso silicona neutra para el sellado de las juntas perimetrales. Incluye: Colocación del premarco. Colocación de la puerta. Ajuste final de la hoja. Sellado de juntas perimetrales. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	815,65	Ochocientos quince euros con sesenta y cinco céntimos
30	m² Cobertura de paneles sándwich acústicos de acero galvanizado, de lana de roca, formados por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 95 kg/m³ y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, con perforaciones de 3 mm de diámetro, conductividad térmica 0,621 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 31 dB de índice global de reducción acústica, Rw, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 30,6 dBA y coeficiente de absorción acústica medio 0,9, según UNE-EN ISO 354, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	64,67	Sesenta y cuatro euros con sesenta y siete céntimos

Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.

Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

2. Cuadro de precios nº2

Nº	DESIGNACIÓN	IMPORTE	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
1	CASETA DE RIEGO		
1.1	m ² Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.		
Mano de obra	Peón ordinario construcción.	0,009h 18,970	0,17

Maquinaria	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	0,024h	46,090	0,024	
Resto obra				0,03	
3% costes indirectos				0,04	
TOTAL				1,35	Un euro con treinta y cinco céntimos
1.2	m³ Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.				
Mano de obra	Peón ordinario construcción.	0,059h	18,970	0,059	
Maquinaria	Retrocargadora sobre neumáticos, de 70 kW.	0,136h	41,830	0,136	
Resto obra				0,14	
3% Costes indirectos				0,21	
TOTAL				7,16	Siete euros con dieciséis céntimos
1.3	m² Montaje de sistema de encofrado recuperable de madera, para losa de cimentación, formado por tabloncillos de madera, amortizables en 10 usos, y posterior desmontaje del sistema de				

encofrado. Incluso elementos de sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. **Incluye:** Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo. Aplicación del líquido desencofrante. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Humectación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.

Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Mano de obra	Oficial 1ª encofrador.	0,531h	20,460	10,86
	Ayudante encofrador.	0,590h	20,060	11,84
Maquinaria	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	0,030 l	0,06	0,06
	Madera para encofrar, de 26 mm de espesor.	0,004 m³	1,58	1,58
	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,008 kg	0,01	0,01
	Puntas de acero de 20x100 mm.	0,040 kg	0,36	0,36
	Resto obra			0,49
	3% Costes indirectos			0,76

TOTAL

25,96

Veinticinco euros con noventa y seis céntimos

1.4 m³ Hormigón para armar en losas de cimentación, HA-25/F/20/XC2, fabricado en central, y vertido con bomba.

Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.

Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Mano de obra	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,011 h	20,460	0,23
	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,142 h	20,060	2,85
Maquinaria	Camión bomba estacionado en obra, para bombeo de hormigón.	0,045 h	193,290	8,70
Materiales	Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	1,050 m³	94,240	98,95
Resto obra				2,21
	3% Costes indirectos			3,39

TOTAL

116,33

Ciento dieciséis euros con treinta y tres céntimos

- 1.5 m³ Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.

Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Mano de obra	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,089 h	20,460	1,82
	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,177 h	20,060	3,55
Materiales	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	1,050 m³	78,700	82,64

Resto obra				1,76	
3% Costes indirectos				2,69	
		TOTAL	92,46		Noventa y dos euros con cuarenta y seis céntimos
1.6	Ud Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en losa de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. Incluye: Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura. Criterio de medición de proyecto: Peso teórico calculado según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se calculará el peso teórico de la armadura ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
Mano de obra	Oficial 1ª ferrallista.	0,009 h	20,460	0,18	
	Ayudante ferrallista.	0,014 h	20,060	0,28	
Materiales	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	1,020 kg	1,260	1,29	
	Separador homologado de plástico, para armaduras de cimentaciones de varios diámetros.	0,060 Ud	0,170	0,01	
	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,005 kg	1,540	0,01	
Resto obra				0,04	
3% Costes indirectos				0,05	
		TOTAL	1,86		Un euro con ochenta y seis céntimos
1.7	m² Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque de hormigón, liso estándar, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), para revestir, con juntas horizontales				

y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, con piezas especiales tales como medios bloques y bloques de esquina.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento.

Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo, planta a planta. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Resolución de esquinas y encuentros. Limpieza.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Mano de obra	Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.	0,517 h	19,640	10,15
	Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.	0,542 h	18,970	10,28
Maquinaria	Mezclador continuo con silo, para mortero industrial en seco, suministrado a granel.	0,114 h	1,970	0,22
Materiales	Bloque de hormigón, liso estándar, color gris, 40x20x20 cm, categoría II, resistencia normalizada R10 (10 N/mm ²), densidad 1150 kg/m ³ , para revestir. Según UNE-EN 771-3.	12,128 Ud	1,070	12,98
	Medio bloque de hormigón, liso estándar, color gris, 20x20x20 cm, categoría II, resistencia normalizada R10 (10 N/mm ²), densidad 1150 kg/m ³ , para revestir. Según UNE-EN 771-3.	0,515 Ud	0,960	0,49

	Bloque de esquina de hormigón, liso estándar, color gris, 40x20x20 cm, categoría II, resistencia normalizada R10 (10 N/mm ²), densidad 1150 kg/m ³ , para revestir. Según UNE-EN 771-3.	0,536 Ud	2,210	1,18	
	Agua.	0,005 m ³	1,540	0,01	
	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-7,5 (resistencia a compresión 7,5 N/mm ²), suministrado a granel, según UNE-EN 998-2.	0,028 t	55,880	1,56	
	Resto obra			0,74	
	3% Costes indirectos			1,13	
			TOTAL	38,74	Treinta y ocho euros y setenta y cuatro céntimos
1.8	m ² Estructura metálica ligera autoportante de cubierta inclinada, sobre espacio no habitable formada por acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, con una cuantía de acero de 5 kg/m ² . Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje. Incluye: Replanteo y marcado de los ejes. Izado y presentación de los extremos de la estructura mediante grúa. Aplomado. Resolución de las uniones. Reglajes de las piezas y ajuste definitivo de las uniones entre los diferentes componentes de la estructura. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
	Mano de obra Oficial 1 ^a montador de estructura metálica.	0,356 h	20,460	7,28	

	Ayudante montador de estructura metálica.	0,356 h	20,060	7,14	
Materiales	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en perfiles conformados en frío de las series L, U, C o Z, acabado galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	5,000 kg	4,650	23,25	
Resto obra				0,75	
	3% Costes indirectos			1,15	
			TOTAL	39,57	Treinta y nueve euros con cincuenta y siete céntimos

- 1.9 m² Cobertura de paneles sándwich acústicos de acero galvanizado, de lana de roca, formados por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 95 kg/m³ y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, con perforaciones de 3 mm de diámetro, conductividad térmica 0,621 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 31 dB de índice global de reducción acústica, Rw, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 30,6 dBA y coeficiente de absorción acústica medio 0,9, según UNE-EN ISO 354, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.

Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Mano de obra	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	0,093 h	20,180	1,88
	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0,093 h	19,270	1,79
Materiales	Panel sándwich acústico de acero galvanizado, para cubiertas, de 50 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formado por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 95 kg/m³ y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, con perforaciones de 3 mm de diámetro, conductividad térmica 0,621 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 31 dB de índice global de reducción acústica, Rw, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 30,6 dBA y coeficiente de absorción acústica medio 0,9, según UNE-EN ISO 354.	1,130 m²	44,600	50,40
	Cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de	2,100 m	2,110	4,43

estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.

Kit de accesorios de fijación, para paneles sándwich aislantes, en cubiertas inclinadas.

0,200 Ud 14,950 2,99

Pintura antioxidante de secado rápido, a base de resinas, pigmentos de aluminio con resistencia a los rayos UV y partículas de vidrio termoendurecido, con resistencia a la intemperie y al envejecimiento, repelente del agua y la suciedad y con alta resistencia a los agentes químicos; para aplicar con brocha, rodillo o pistola.

0,070 kg 1,070 0,07

Resto obra

1,23

3% Costes indirectos

1,88

TOTAL

64,67

Sesenta y cuatro euros con sesenta y siete céntimos

- 1.10 Ud Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 790x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, fijo lateral con portilla y premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra. Incluso silicona neutra para el sellado de las juntas perimetrales. Incluye: Colocación del premarco. Colocación de la puerta. Ajuste final de la hoja. Sellado de juntas perimetrales.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Mano obra	de	Oficial 1ª cerrajero.	0,871 h	19,890	17,32
		Oficial 1ª construcción.	0,581 h	19,640	11,41
		Ayudante cerrajero.	0,871 h	19,310	16,82
		Peón ordinario construcción.	0,581 h	18,970	11,02
		Cartucho de masilla de silicona neutra.	0,300 Ud	3,220	0,97
Materiales		Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 790x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, fijo lateral con portilla, incluso bisagras de acero latonado con regulación en las tres direcciones, según UNE-EN 1935, bulones antipalanca, mirilla, cerradura de seguridad embutida con tres puntos de cierre, cilindro de latón con llave, escudo de seguridad tipo roseta y pomo tirador para la parte exterior y escudo y manivela de latón para la parte interior.	1,000 Ud	666,980	666,980

Premarco de acero galvanizado, para puerta de entrada de acero galvanizado de una hoja, con garras de anclaje a obra.	1,000 Ud	51,840	51,840	
Resto obra			15,53	
3% Costes indirectos			23,76	
TOTAL			815,65	Ochocientos quince euros con sesenta y cinco céntimos

- 1.11 Ud Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1500x700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Mano de obra	Oficial 1ª cerrajero.	1,618 h	19,890	32,18
	Ayudante cerrajero.	1,066 h	19,310	20,58
	Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.	0,748 Ud	5,440	4,07
	Cartucho de 300 ml de silicona neutra oxímica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura >= 800%, según UNE-EN ISO 8339.	0,748 Ud	4,860	3,64
Materiales	Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1500x700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con	1,000 Ud	232,000	232,000

refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, según UNE-EN 14351-1.

Persiana enrollable de lamas de PVC, de 37 mm de altura, color blanco, equipada con eje, discos, cápsulas y todos sus accesorios, con cinta y recogedor para accionamiento manual, en carpintería de aluminio o de PVC, incluso cajón incorporado (monoblock), de 166x170 mm, de PVC acabado estándar, con permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207 y transmitancia térmica mayor de $2,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Según UNE-EN 13659.

1,103 m² 58,730 64,78

Resto obra

7,15

3% Costes indirectos

10,93

TOTAL 375,33

Trescientos
setenta y
cinco euros

						con treinta y tres céntimos
2	INSTALACIÓN DE RIEGO					
2.1	m3 Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.					
Mano de obra	Peón ordinario	0,075h	10,240	0,77		
Maquinaria	Retrocargadora neum. 75 CV	0,127h	32,150	4,08		
	3% Costes indirectos			0,15		
		TOTAL	5,0			Cinco euros
2.2	m3 Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.					
Mano de obra	Peón ordinario	0,500h	10,240	5,12		
	3% Costes indirectos			0,15		
		TOTAL	5,27			Cinco euros con veintisiete céntimos
2.3	m. Tubería enterrada de PE IISO, de unión en copa lisa pegada, de 90 mm. de diámetro exterior, colocada sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.					
Mano de obra	Oficial primera	0,100h	10,710	1,07		
	Peón especializado	0,100h	10,320	1,03		
	Arena de río 0/5 mm.	0,055m ³	11,340	0,62		
Materiales	Tub.liso PVC	1,000m	1,800	1,80		
	san.j.peg.90mm se.F					
	Adhesivo para tubos de PVC	0,080kg	18,790	1,50		
	3% Costes indirectos			0,18		
		TOTAL	6,20			Seis euros con veinte céntimos
2.4	m. Tubería de polietileno de baja densidad, especial para riego por goteo con goteros autocompensantes de presión incorporados en su interior, i/p.p. de línea y derivación, totalmente instalada.					

	Mano de obra	Oficial	1 ^a	0,002h	11,440	0,02	
		Fontanero/Calefactor					
	Materiales	Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=63mm		0,050m	0,771	0,04	
		Tubo poliet. PE 100 PN 10 D=75mm		0,010m	1,088	0,01	
		Tubo goteo 2 goteros/m. de 4 l/h		1,000m	0,311	0,31	
		Pequeño material inst.hidráulic.		0,004Ud	0,640	0,00	
		3% Costes indirectos				0.01	
	TOTAL					0,39	Treinta y nueve céntimos
2.5	ud Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.						
	Mano de obra	Oficial	1 ^a	0,350h			
		Fontanero/Calefactor					
	Materiales	Ayudante-Fontanero/Calefactor		0,250h			
		Electrovál.24 V. 1"		1,000ud	63,470	63,47	
		Pequeño material inst.hidráulic.		2,000ud	0,640	1,28	
		3% Costes indirectos				2,14	
	TOTAL					73,53	Setenta y tres euros con cincuenta y tres céntimos
2.6	ud Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 15 CV de potencia, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.						
	Mano de obra	Oficial primera		2,200h	10,710	23,56	
		Peón ordinario		2,200h	10,240	22,53	

	Oficial	1 ^a	4,300h	11,440	49,19
	Fontanero/Calefactor				
	Ayudante-		4,300h	10,550	45,37
	Fontanero/Calefactor				
	Oficial 1 ^a Electricista		1,600h	11,440	18,30
	Electrob.cent.multic.vert.15 CV		1,000ud	1.420,880	1.420,88
	Cuadro mando electrobom.10-14 CV		1,000ud	736,930	736,93
Materiales	Válvula de pie/retención 4"		1,000ud	67,140	67,14
	Pequeño mat.eléctr.inst.fuentes		35,000ud	1,080	37,80
	Pequeño material inst.hidráulic.		260,000ud	0,640	166,40
	3% Costes indirectos				77,64

TOTAL 2.665,74

Dos mil seiscientos sesenta y cinco euros con setenta y cuatro céntimos

- 2.7 ud Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 33 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.

	Oficial	1 ^a	3,000h	11,440	34,32
Mano de obra	Fontanero/Calefactor				
	Ayudante-		6,000h	10,550	63,30
	Fontanero/Calefactor				
	Tierra refractaria en sacos		1,763 t	120,800	212,97
Materiales	Fil.a.r.30m3/h/m2-33m3-2,5kg/cm2		1,000 ud	2.771,000	2.771,00
	Batería 5 válv.mariposa D=75 mm		1,000 ud	668,120	668,12

3% Costes indirectos				112,49	
				TOTAL	3.862,20
					Tres mil ochocientos sesenta y dos euros con veinte céntimos
2.8	ud Suministro y colocación de filtro de malla en Y.				
Mano de obra	Peón ordinario		0,800h	10,240	8,19
	Oficial	1ª	0,650h	11,440	7,44
	Fontanero/Calefactor				
Materiales	Filtro de malla en Y		1,000 ud	12,860	12,86
3% Costes indirectos					0,85
				TOTAL	29,34
					Veintinueve euros con treinta y cuatro céntimos
2.9	ud Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 60 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.				
Mano de obra	Oficial	1ª	0,800h	11,440	9,15
	Fontanero/Calefactor				
	Oficial	2ª	0,800h	11,150	8,92
	Fontanero/Calefactor				
Materiales	Ventosa/purgador D=60 mm.	autom	1,000 ud	551,800	551,80
3% Costes indirectos					17,10
				TOTAL	586,97
					Quinientos ochenta y seis euros con noventa y siete céntimos

3 PLANTACIÓN

3.1 m2 Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 6 kg/m2. de estiércol tratado, extendido con medios mecánicos y enterrado a una profundidad de 10/20 cm. con motocultor.

Mano de obra	Peón especializado	0,015h	10,320	0,15
	Peón ordinario	0,020h	10,240	0,20

	Maquinaria	Remolque aplicador 6.500 kg.	0,010h	2,560	0,03	
				6,430	0,06	
	Materiales	Estiércol tratado	41,000 kg	0,038	0,24	
		3% Costes indirectos			0,02	
				TOTAL	0,70	Setenta céntimos
3.2	km Desfonde, con tractor de 171-190 CV de potencia nominal.					
	Maquinaria	Tractor de orugas 171/190 CV	0,650h	52,310	34,00	
		Arado bisurco reversible	0,650h	1,920	1,25	
		3% Costes indirectos			1,06	
				TOTAL	36,31	Treinta y seis euros y treinta y un céntimos
3.3	Ha. Fertilización a hecho con abono mineral compuesto, granulado, de riqueza N-P-K con abonadora centrífuga impulsada por un tractor de entre 71 y 100 CV.					
	Mano de obra	Peón- Agrícola	0,065h	6,800	0,44	
		Abonadora centrífuga 300 l.	0,300h	1,090	0,33	
	Materiales	Tractor neumático 71/100 CV	0,300h	23,320	7,00	
	Maquinaria	Abono mineral NPK 15-15-15	250,000kg	0,260	65,00	
		3% Costes indirectos			2,18	
				TOTAL	74,95	Setenta y cuatro euros con noventa y cinco céntimos
3.4	m2 Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de subsolador a 30 cm. de profundidad y dos pases, también cruzados, de arado de discos o vertedera a 20 cm. de profundidad, i/ remate manual de bordes y zonas especiales.					
	Mano de obra	Peón ordinario	0,030h	10,240	0,31	

Maquinaria	Tractor agrícola.60 CV	0,030h	20,360	0,61	
3% Costes indirectos				0,03	
TOTAL				0,95	Noventa y cinco céntimos
3.5	ud Reposición de marras sobre una superficie de una hectárea, siendo el porcentaje de marras de hasta el 20 %.				
Mano de obra	Peón- Agrícola	0,065h	6,800	0,44	
3% Costes indirectos				0,01	
TOTAL				0,45	Cuarenta y cinco céntimos
4	SEGURIDAD Y SALUD				
4.1	ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.				
Materiales	Casco homologado seguridad	1,000 ud	2,000	2,00	
3% Costes indirectos				0,06	
TOTAL				2,06	Dos euros y seis céntimos
4.2	ud Mascarilla antipolvo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.				
Materiales	Semi-mascarilla 1 filtro	0,333 ud	6,800	2,26	
3% Costes indirectos				0,07	
TOTAL				2,33	Dos euros y treinta y tres céntimos
4.3	ud Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.				
Materiales	Par guantes uso general serraje	1,000 ud	1,000	1,00	
3% Costes indirectos				0,03	
TOTAL				1,03	Un euro y tres céntimos

4.4	ud Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.				
Materiales	Par botas c/puntera/plant. metal	0,333 ud	18,000	5,99	
	3% Costes indirectos			0,18	
			TOTAL	6,17	Seis euros y diecisiete céntimos

5 ESTUDIO GEOTÉCNICO

5.1	ud Estudio geotécnico de solar de hasta 500 m2., con un sondeo a rotación con testificación continua hasta 10 m. de profundidad, realización de dos S.P.T. y extracción de dos muestras inalteradas, con realización de ensayos de laboratorio para clasificar e identificar el suelo, para determinar la expansividad y agresividad potenciales, y para comprobar la tensión admisible y la deformabilidad, incluso emisión del informe.				
	Apertura y descripción muestra	2,000 ud	8,010	16,02	
	Humedad natural,suelo-áridos	2,000 ud	7,730	15,46	
	Análisis granulométrico suelos	2,000 ud	31,270	62,54	
	Densidad aparente suelo	2,000 ud	12,540	25,08	
	Límites de Atterberg,suelo	2,000 ud	26,880	53,76	
	Hinchamiento suelo(Lambe)	1,000 ud	44,540	44,54	
	Resist.compresión muestra suelo	2,000 ud	32,760	65,52	
Materiales	Inst.punto de sondeo<250 m.	1,000 ud	66,030	66,03	
	Caja portatestigos fotografiada	3,000 ud	16,340	49,02	
	Sondeo suelos medios <20 m.	10,000 m	40,780	407,80	
	Extracción muestra inalterada	2,000 ud	25,000	50,00	
	Ensayo SPT	2,000 ud	22,280	44,56	
	Transporte equipo sondeos <40 km	1,000 ud	562,270	562,27	
	Tubería piezométrica	10,000 m	7,590	75,90	

Cont. sulfatos solubles suelos	1,000 ud	21,660	21,66
Contenido materia orgánica suelo	1,000 ud	28,850	28,85
Resto obra			317,80
3% Costes indirectos			57,20

TOTAL 1.964,01

Mil
novecientos
sesenta y
cuatro
euros con
un céntimo

3. Presupuesto parcial

Nº	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
1		CASETA DE RIEGO			
1.1	m²	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la	42,000	1,35	56,70

		superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
1.2	m ³	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.	42,000	7,16	300,72
1.3	m ²	Montaje de sistema de encofrado recuperable de madera, para losa de cimentación, formado por tabloncillos de madera, amortizables en 10 usos, y posterior desmontaje del sistema de encofrado. Incluso elementos de	42,000	25,96	1.090,32

sustentación, fijación y acodalamientos necesarios para su estabilidad y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.

Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo. Aplicación del líquido desencofrante. Montaje del sistema de encofrado. Colocación de elementos de sustentación, fijación y acodalamiento. Aplomado y nivelación del encofrado. Humectación del encofrado. Desmontaje del sistema de encofrado. Limpieza y almacenamiento del encofrado.

Criterio de medición de proyecto: Superficie de encofrado en contacto con el hormigón, medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie de encofrado en contacto con el hormigón realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

1.4	m ³	Hormigón para armar en losas de cimentación, HA-25/F/20/XC2, fabricado en central, y vertido con bomba. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	12,600	116,33	1.465,76
1.5	m ³	Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.	4,200	92,46	388,33

Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.					
Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.					
1.6	Ud	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración y montaje de la ferralla en losa de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. Incluye: Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura. Criterio de medición de proyecto: Peso teórico calculado según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se calculará el peso teórico de la armadura ejecutada según especificaciones de Proyecto.	5,000	1,86	9,30
1.7	m ²	Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque de hormigón, liso estándar, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm ²), para revestir, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, con piezas especiales tales como medios bloques y bloques de esquina. Criterio de valoración económica: El precio no incluye los zunchos horizontales ni la formación de los dinteles de los huecos del paramento. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo, planta a planta. Colocación y aplomado de miras de referencia. Tendido de hilos entre miras. Colocación de plomos fijos en las aristas. Colocación de las piezas por hiladas a nivel. Resolución de esquinas y encuentros. Limpieza.	34,000	38,74	1.317,16

Criterio de medición de proyecto:

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

Criterio de medición de obra:

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m².

1.9	m ²	Cobertura de paneles sándwich acústicos de acero galvanizado, de lana de roca, formados por cara exterior de chapa grecada con cinco grecas acabado prelacado, RC3 y RUV2, según UNE-EN 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 95 kg/m ³ y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, con perforaciones de 3 mm de diámetro, conductividad térmica 0,621 W/(mK), Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego, según UNE-EN 13501-1, con 31 dB de índice global de reducción acústica, Rw, proporcionando una reducción del nivel global ponderado de presión de ruido aéreo de 30,6 dBA y coeficiente de absorción acústica medio 0,9, según UNE-EN ISO 354, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	31,000	64,67	2.004,77
Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.					

Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

1.10	Ud	Puerta de entrada de una hoja de 52 mm de espesor, 790x2040 mm de luz y altura de paso, acabado pintado con resina de epoxi color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 1 mm de espesor, plegadas, troqueladas con un cuarterón superior y otro inferior a una cara, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con garras de anclaje a obra, cerradura con tres puntos de cierre, fijo lateral con portilla y premarco de acero galvanizado con garras de anclaje a obra. Incluso silicona neutra para el sellado de las juntas perimetrales. Incluye: Colocación del premarco. Colocación de la puerta. Ajuste final de la hoja. Sellado de juntas perimetrales. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	1,000	815,65	815,65
1.11	Ud	Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 1500x700 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco,	1,000	375,33	375,33

perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL CASETA DE RIEGO: 7.824,04

Nº	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
2		INSTALACIÓN DE RIEGO			
2.1	m ³	Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	507,000	5,00	2.535,00
2.2	m ³	Relleno y extendido de tierras propias en zanjas, por medios manuales, sin aporte de tierras, y con p.p. de medios auxiliares.	507,000	5,27	2.671,89
2.3	m	Tubería enterrada de PE IISO, de unión en copa lisa pegada, de 90 mm. de diámetro exterior, colocada sobre cama de arena de río, con p.p. de piezas especiales, sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas, y con p.p. de medios auxiliares.	507,000	20,20	10.241,40
2.4	m.	Tubería de polietileno de baja densidad, especial para riego por goteo con goteros autocompensantes de presión incorporados en su interior, i/p.p. de línea y derivación, totalmente instalada.	30.000,000	1,25	37.500,00
2.5	ud	Electroválvula de plástico para una tensión de 24 V., con solenoide, de 1" de diámetro, i/conexión a la red, totalmente instalada.	4,000	73,53	294,12
2.6	ud	Electrobomba centrífuga multicelular de eje vertical con bridas, cuerpo de fundición e impulsor de acero inoxidable, de 15 CV de potencia, i/válvula de retención y p.p de tuberías de conexión, así como cuadro de maniobra en armario metálico intemperie conteniendo interruptores, diferencial magnetotérmico y de maniobra, contactor, relé guardamotor, arrancador y demás elementos necesarios s/R.E.B.T., i/recibido, totalmente instalada.	1,000	2.665,74	2.665,74

2.7	ud	Filtro de arena a presión de alto rendimiento, con altura de lecho filtrante de 1,20 m., para presión de trabajo de 2,5 kg/cm2., velocidad de filtración de 30 m3/h/m2. y caudal de 33 m3/h., con cuerpo de poliéster reforzado con FV, con colector convencional mediante brazos y difusor en PVC y polipropileno, equipado con purga de aire y agua manuales y tapón para vaciado de arenas, panel de manómetros para lectura en la entrada y salida, y batería de 5 válvulas de mariposa de diámetro 75 mm. con soportes, incluso relleno posterior del filtro monocapa de árido silíceo calibrado, totalmente montado y probado.	1,000	3.862,20	3.862,20
2.8	ud	Suministro y colocación de filtro de malla en Y.	2,000	29,34	58,68
2.9	ud	Ventosa/purgador automático 3 funciones, de fundición, con brida, de 60 mm. de diámetro, colocada en tubería de abastecimiento de agua, i/juntas y accesorios, sin incluir dado de anclaje, completamente instalada.	1,000	586,97	586,97
2.1	m ³	Contador Woltman conexionado al ramal de salida de los depósitos de fertilizante.	1,000	581,000	581,00
2.2	m ³	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliester y fibra de vidrio para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 1000 litros de capacidad.	3,000	607,060	1821,18
2.3	m.	Suministro e instalación de tanque de abonado, de poliester y fibra de vidrio para abonos líquidos a distribuir por medio de las redes de riego, de 500 litros de capacidad	2,000	323,090	647,80
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL INSTALACIÓN DE RIEGO:					61.008,1

Nº	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
3		PLANTACIÓN			

3.1	m ²	Estercolado de fondo en terreno suelto, con aportación de 41 toneladas/hectárea. de estiércol tratado, extendido con medios mecánicos y enterrado a una profundidad de 10/20 cm.	20,430	1603,27	32.754,80
3.2	km	Desfonde, con tractor de 171-190 CV de potencia nominal.	20,430	213,09	4.353,42
3.3	ha	Fertilización a hecho con abono mineral compuesto, granulado, de riqueza N-P-K con abonadora centrífuga impulsada por un tractor de entre 71 y 100 CV.	20,430	942,65	19.258,33
3.4	m ²	Laboreo mecánico de terreno de consistencia media, comprendiendo dos pases cruzados de subsolador a 30 cm. de profundidad y dos pases, también cruzados, de arado de discos o vertedera a 20 cm. de profundidad, i/ remate manual de bordes y zonas especiales.	20,430	61,17	1.249,70
3.5	Ud	Unidad de replanteo por hectárea con equipo topográfico compuesto por topógrafo y ayudante, con estación total, jalones, cuerdas y medios auxiliares.	20,430	26,58	530,02
3.6	Ud	Pistacho variedad Kerman injertada sobre UCB1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	2.666,000	8,98	23.940,68
3.7	Ud	Pistacho de variedad Kastel injertada sobre UCB1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	2.666,000	8,98	23.940,68
3.8	Ud	Pistacho de variedad masculina Peter injertada sobre UCB1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	390,00	8,98	3.502,20
3.9	Ud	Pistacho de variedad Kerman injertada sobre C-Especial y Guerrero de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado.	60,000	8,98	538,80

3.10	Ud	Pistacho de variedad Kastel injertada sobre UCB1 de un año de injerto. Material vegetal sano, sin enfermedades ni plagas, certificado	60,000	8,98	538,80
3.11	Ud	Suministro y colocación de tubo protector de polipropileno extruido doble capa de 90 mm de diámetro, resistente a los rayos UV y fotodegradable a partir de 5 años. De 60 cm de altura, empotrado en el suelo y con aporcado de tierras a una altura de 25 cm	5850,000	2,23	13.045,5
3.12	Ud	Plantación de plantones entutorados con arado plantador y tractor agrícola, distancia entre plantones de 5 m. Anchura entre árboles de 7 m	20,430	86,45	1.766,17
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL PLANTACIÓN:					125.419,1

Nº	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
4		MAQUINARIA Y EQUIPOS			
4.1	Ud	Paraguas vibrador con acople frontal a tractor.	1,000	27.580,69	27.580,69
4.2	Ud	Equipo de poda eléctrico con funcionamiento por baterías.	1,000	1.550,16	1.550,16
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL MÁQUINARIA Y EQUIPOS:					29.130,85

4		SEGURIDAD Y SALUD			
4.1	ud	Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,000	45,70	45,70
4.2	ud	Mascarilla antipolvo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97.	1,000	8,45	8,45
4.3	ud	Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,000	5,89	5,89
4.4	ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.	1,000	120,56	120,56
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL SEGURIDAD Y SALUD:					180,6

Nº	Ud	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
6		ESTUDIO GEOTÉCNICO			
6.1	ud	Estudio geotécnico de solar de hasta 500 m2., con un sondeo a rotación con testificación continua hasta 10 m. de profundidad, realización de dos S.P.T. y extracción de dos muestras inalteradas, con realización de ensayos de laboratorio para clasificar e identificar el suelo, para determinar la expansividad y agresividad potenciales, y para comprobar la tensión admisible y la deformabilidad, incluso emisión del informe.	1,000	1.964,01	1.964,01
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL ESTUDIO GEOTÉCNICO:					1.964,01

4. Presupuesto general y resumen de presupuestos

Capítulo	Importe (€)
Caseta de riego	7.824,04
Instalación de riego	61.008,10
Plantación	125.419,10
Maquinaria y equipos	29.130,85
Seguridad y salud	180,06
Estudio geotécnico	1.946,01
Presupuesto de ejecución material (P.E.M)	225.508,16
13% de gastos generales	29.316,0608
6 % de beneficio industrial	13.530,4896
Suma	268.354,71
21 % I.V.A	67.088,6776
Presupuesto de ejecución por contrata (P.E.C)	335.443,39
Honorarios y licencias	
Proyectista (2% sobre P.E.M)	4.510,16
I.V.A (21%)	947,13
Dirección de obra (2% sobre P.E.M)	4.510,16
I.V.A (21%)	947,13
Coordinador de seguridad y salud (1% sobre P.E.M)	2.255,08
Total de honorarios y licencias	13.169,68

Presupuesto de ejecucion por contrata (P.E.C)	335.443,39
Honorarios y licencias	13.169,00
Presupuesto TOTAL	348.612,39

En Medina del Campo, a 16 de julio de 2025.
Carlos García López.
Estudiante de Ingeniería Agrícola y del Medio Rural