

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
AGROAMBIENTAL



“PROYECTO DE INSTALACIÓN DE
RIEGO Y PLANTACIÓN DE
ALMENDROS EN UNA FINCA SITUADA
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)”

PROYECTO FIN DE CARRERA

Septiembre – 2015

AUTOR: José Ramón Amorós Alvarado
DIRECTOR/ES: Ricardo Abadía Sánchez

Universidad Miguel Hernández
Escuela Politécnica Superior De Orihuela



TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA
Y AGROAMBIENTAL**

**TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y PLANTACIÓN DE
ALMENDROS EN UNA FINCA SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**

DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS

Orihuela, Septiembre de 2015

Autor: José Ramón Amorós Alvarado

Director: D. Ricardo Abadía Sánchez

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	1
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	2
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	3
4. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA.....	4
5. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA.....	5
5.1. SITUACIÓN Y ACCESOS.....	5
5.2. TOPOGRAFÍA Y SUPERFICIES.....	6
5.3. INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES EN LA FINCA.....	6
5.3. CLIMATOLOGÍA.....	7
5.4. EL SUELO.....	7
5.5. EL AGUA DE RIEGO.....	8
6. INFRAESTRUCTURAS PROYECTADAS.....	9
6.1. RED DE RIEGO.....	9
6.2. CABEZAL DE RIEGO.....	10
6.2.1. EQUIPO DE BOMBEO.....	10
6.2.2. EQUIPO DE FILTRADO.....	11
6.2.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN.....	11
6.2.4. OTROS COMPONENTES.....	12
6.3. EMBALSE REGULADOR DE RIEGO.....	12
6.4. CREACIÓN CAMINO.....	14
6.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	14
7. MEMORIA AMBIENTAL.....	16
8. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DEL PROYECTO.....	18
9. PROGRAMACIÓN.....	19
10. PLAZO DE GARANTÍA.....	20
11. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	21
12. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO.....	22

1. ANTECEDENTES

A fin de unificar varios terrenos y desarrollar un cultivo rentable y productivo, un propietario desea convertir varias parcelas en una finca de 40.3 hectáreas en el Término Municipal de Monóvar, en la que se llevará a cabo un cultivo de almendro variedad Antoñeta, con una balsa de riego que suministrará agua al cultivo, y un diseño completo de red de riego por goteo.

En el presente proyecto, se pretende dimensionar y proyectar el cultivo en sí, el sistema completo de riego, y la balsa suministradora de agua para el cultivo, con el objetivo de obtener el mayor rendimiento posible, y reducir pérdidas de agua y de sobredimensionado.



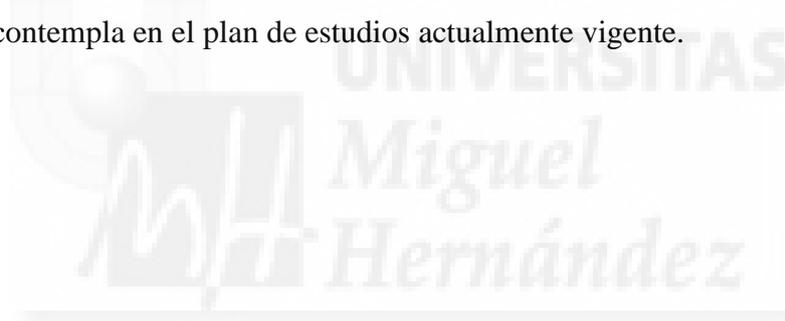
2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo unificar varios terrenos, en los que se llevará a cabo una plantación de almendro, con su correspondiente sistema de riego por goteo y su balsa reguladora.

El proyecto se ha realizado de acuerdo con la normativa legal vigente y contempla las siguientes obras e instalaciones:

- Embalse regulador
- Cabezal de riego
- Red de riego
- Plantación de almendros

Por otra parte, el presente proyecto se redacta como proyecto fin de carrera para la obtención del título de Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental, tal y como se contempla en el plan de estudios actualmente vigente.



3. SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, el suministro de agua de las parcelas procede de la sociedad cooperativa Pozo de Santa Catalina. La dotación anual es de 6840 m³/ha y año.

En la finca hay en la actualidad varios cultivos implantados, entre ellos viña y almendro. Se pretende unificar e individualizar la finca con el fin de ahorrar maquinaria y tratamientos, y aumentar así el rendimiento productivo y el margen de beneficio.

Se retirarán todos los cultivos, incluidos almendros con el fin de tener una plantación uniforme y con similares necesidades nutricionales.

Asimismo, se dispone de un almacén agrícola de treinta metros cuadrados, en el que se pretende montar el cabezal de riego. En su respectivo plano se muestra la ubicación exacta de dicho almacén.



4. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA.

Según los planos de ordenación y según las Normas Subsidiarias del EXCMO. Ayuntamiento de Monóvar, la finca objeto del proyecto se clasifica como Suelo No Urbanizable Agrícola.

Puesto que la finalidad del presente proyecto no es construir ningún tipo de almacén, no será necesario citar las normas urbanísticas vigentes, en cuanto a datos a considerar y cumplir para este tipo de construcciones.

Respecto a la construcción de la balsa, la separación a linderos de cualquier alteración en la cota del terreno natural, debe tener una separación mínima a linderos de 10 m. Esta norma se cumple en todo el perímetro de la balsa.



5. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA.

5.1. SITUACIÓN Y ACCESOS

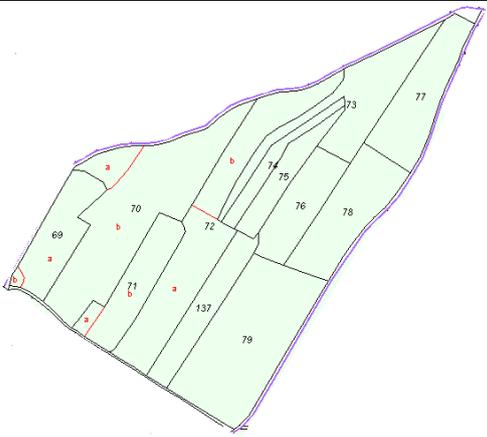
La finca se sitúa en el Término Municipal de Monóvar (Alicante), a 2 km al norte de la pedanía de El Fondó.

Para acceder al terreno, se tomará la carretera que va desde Monóvar hacia Pinoso (CV-83). A 4 km pasados Monóvar, se gira a la derecha dirigiéndose por la CV-830 dirección a Salinas. 3km después se gira a la izquierda por el camino que linda con la propia finca.

Las coordenadas UTM (ETRS89, HUSO 30N) de la finca son:

		X	Y	
ESQUINAS	1	681.241,94	4.258.810,50	
	2	681.738,19	4.258.488,01	
	3	682.277,07	4.259.410,74	
	4	681.382,31	4.259.065,61	
CENTRO		681.709,26	4.258.938,68	

Las parcelas unificadas corresponden al polígono 12 de Monóvar, y se muestran a continuación:

PARCELA	SUPERFICIE (m ²)	MAPA
69	25.036	
70	75.835	
71	25.699	
72	60.217	
73	36.832	
74	10.006	
75	14.759	
76	23.160	

77	32.152	
78	33.519	
79	66.340	
TOTAL	403.555	

En el plano correspondiente queda reflejada la ubicación y accesos a la finca.

5.2. TOPOGRAFÍA Y SUPERFICIES

La finca posee una superficie de cuarenta hectáreas treinta áreas quinientos cincuenta y cinco centiáreas (40.3555 ha), siendo la superficie cultivable de 37 hectáreas.

La finca tiene una forma y superficie trapezoidal rectangular.

La orografía del terreno es muy regular. La cota mínima es de 512m y la máxima 537m, siendo el desnivel de 25m. La pendiente es de un 4% aproximadamente en dirección Noroeste-Sudeste.

En el plano N°3 se pueden observar las características topográficas de la finca.

5.3. INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES EN LA FINCA

La finca actualmente está compuesta por diversas parcelas, y no presenta un vallado ni trazado de caminos uniforme.

El punto de entrega de energía se encuentra en el punto Noroeste de la finca, lo que permite el suministro en baja tensión por parte de la compañía suministradora.

Ver Documento II Planos, plano II.

5.3. CLIMATOLOGÍA

Se disponen datos climatológicos de la Estación Agroclimática de Pinoso, situada a menos de 10 km de la finca, siendo la más cercana y pudiendo reconocerse como similares las condiciones climáticas.

Los datos expuestos en el presente proyecto son proporcionados por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) y mostrados en el Anejo II. No obstante se expone a continuación los datos climáticos medios del periodo de estudio.

AÑO MEDIO 2000-2014	Tª med (°C)	Tª máx (°C)	Tª mín (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento	Radiación media (W/m2)	Horas sol (h/día)	Precipitación total (mm)
Enero	8,08	13,48	3,42	72,20	10,83	10,06	8,40	17,71
Febrero	8,71	14,57	3,48	69,23	10,47	13,14	9,45	21,10
Marzo	11,52	17,83	5,97	65,96	10,24	17,62	10,82	33,34
Abril	14,21	20,73	8,40	65,16	8,99	22,16	12,17	40,69
Mayo	17,96	24,96	11,52	62,65	7,35	25,73	13,15	39,05
Junio	23,14	30,81	15,91	56,53	6,72	29,47	14,00	17,71
Julio	25,82	33,92	18,32	57,31	6,53	29,57	13,96	6,64
Agosto	25,73	33,76	18,84	61,14	6,32	25,57	12,90	14,05
Septiembre	21,55	28,78	15,74	71,58	5,92	19,70	11,28	44,94
Octubre	17,47	23,90	12,26	73,48	6,39	14,73	9,88	30,56
Noviembre	11,47	16,70	7,04	74,00	8,67	10,23	8,47	39,37
Diciembre	8,44	13,63	3,96	75,00	9,61	8,63	7,78	26,87

De la evaluación conjunta de todos los Índices Climáticos se clasifica el Término Municipal de Monóvar como clima Mediterráneo árido.

5.4. EL SUELO

El suelo de la finca presenta una textura FRANCA. Dispone de unas buenas condiciones para establecer el cultivo, y a pesar de que no presenta materia orgánica en grandes proporciones, esta se puede incorporar en forma de estiércol periódicamente.

En el Anejo N° III se puede observar el análisis detallado de las cualidades del suelo.

5.5. EL AGUA DE RIEGO

El agua es suministrada por la sociedad cooperativa del Pozo de Santa Catalina, siendo la dotación anual de 6843.8 m³/ha y año.

Los análisis rebelan unas condiciones excelentes para el almendro, teniendo las siguientes cualidades necesarias para cualquier cultivo:

- No es un agua salina, por lo que es útil para todo tipo de cultivos.
- El almendro requiere un rango de pH de 5.5-8.5, con un óptimo de 7.3 (FAO, 1994), que es el valor revelado en el análisis, por lo que es un valor excelente para el correcto desarrollo del cultivo.

En el Anejo N° IV se observa de forma detallada las distintas comprobaciones del agua de riego que la han diagnosticado como apta para el cultivo.



6. INFRAESTRUCTURAS PROYECTADAS.

Entre las actuaciones a realizar y englobadas en el presente proyecto se encuentra la realización de la balsa de abastecimiento al cultivo y la red de riego completa, para satisfacer las necesidades de la finca. Posteriormente se procederá a realizar la plantación del cultivo en cuestión.

6.1. RED DE RIEGO

El sistema de riego proyectado corresponde a riego por goteo, siendo el más eficiente para el cultivo.

En los Anejos VI y VII se describe el sistema de riego proyectado. En ellos se muestran las características hidráulicas que definen la instalación y la distribución de agua por la finca.

El sistema de riego de la finca está compuesto por:

- Red de transporte de PVC-6, desde 63 hasta 250 mm de diámetro nominal.
- Tuberías terciarias de PE PN-32, de 63 mm de diámetro nominal.
- Laterales portagoteros, a razón de dos hileras por fila de árboles, construidos en polietileno de baja densidad, de PE PN-6, 20 mm de diámetro nominal.
- Emisores autocompensantes con un caudal unitario de 4 l/h, distribuidos a razón de 8 emisores por árbol, para una correcta distribución de la humedad por todo el bulbo radicular. Tendrán una presión de funcionamiento de 15 m.c.a.

El área de riego se ha dividido en 3 sectores, divididos en función de la morfología y orientación de la finca, con el fin de optimizar el consumo de agua y electricidad y por lo tanto reducir los impactos económicos.

En los planos adjuntos se observa la estructuración de la red de riego, quedando reflejada la ubicación de cada sector junto a las subunidades que lo constituyen.

6.2. CABEZAL DE RIEGO

Imprescindible en todo cultivo, desempeñará distintas funciones:

- Controlar y regular el sistema de riego.
- Suministrar la presión necesaria.
- Filtrar el agua de riego.
- Incorporar a la red elementos fertilizantes.
- Programar y automatizar el equipo de bombeo, el llenado de la balsa y los riegos.
- Contabilizar el agua de riego.

Se pueden distinguir los siguientes componentes en un cabezal de riego:

- Equipo de bombeo: consta de tres bombas que aportan el caudal de agua a la presión requerida por el sistema de riego.
- Equipo de filtrado: consta de un sistema de filtrado compuesto por tres filtros de malla y dos filtros de arena. Los datos técnicos quedan recogidos en el Anejo N° 8. Su función será condicionar el agua para que no se produzcan obturaciones en los emisores debidas a los elementos sólidos que puede llevar el agua en suspensión.
- Equipo de inyección de fertilizantes: este sistema se encarga del aporte de fertilizantes al agua de riego.
- Equipo de control: compuesto por un programador de riego que controla desde la apertura de electroválvulas y la conexión de las bombas hasta el control de la inyección de fertilizantes, pH y conductividad eléctrica del agua de riego, etc

6.2.1. EQUIPO DE BOMBEO.

La bomba escogida será horizontal, pues este tipo de bombas se emplean para suministrar elevados caudales y bajas presiones. Son las bombas más usuales que se instalan en los cabezales de riego.

El motor a su vez tendrá instalado un variador de frecuencia, que es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor de la electrobomba. Es decir, un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad.

Se instalará una bomba por cada sector, siendo sus potencias:

- Sector 1: 8.8 CV Q: 41 m³/h
- Sector 2: 22 CV Q: 114 m³/h
- Sector 3: 25 CV Q: 164 m³/h

6.2.2. EQUIPO DE FILTRADO.

El sistema de filtrado estará compuesto por dos filtros de arena y tres filtros de anillas.

- Los filtros de arena están fabricados en acero al carbono, y serán capaces de procesar un caudal máximo de 138 m³/h, siendo la superficie de filtrado de 2,13 m², que eliminarán las impurezas orgánicas que pueda transportar el agua almacenada en el embalse. Soportan una presión de trabajo de hasta 10 bares.
- El filtrado por anillas está compuesto por tres filtros autolimpiantes, con un gasto muy pequeño de agua de limpieza, y sin ser necesario gasto eléctrico para invertir el proceso de autolimpieza. Durante el proceso de limpieza no se detiene el filtrado. Tendrán un tamaño de filtrado de 500 micras. Será capaz de filtrar un caudal de 90 m³/h. La superficie de filtrado neta es de 1000 cm². Estos filtros son automáticos y autolimpiantes como ya se ha dicho.

6.2.3. EQUIPO DE FERTIRRIGACIÓN.

El sistema de fertirrigación se compone de:

- Tres depósitos de fertilizantes de 3000-3000-1000 litros de capacidad. Los depósitos más voluminosos están destinados a abonos líquidos, y el

de 1000 litros para realizar disoluciones de abonos sólidos. Los depósitos disponen de válvula manual de esfera.

- Unidad central de programación. Su función es controlar la apertura y cierre de las electroválvulas de los distintos sectores, el dosificador múltiple de fertilizantes, el mezclador y la inyección de los mismos a la red de riego. También estará automatizado el arranque y la parada de la bomba.
- Dosificador múltiple de fertilizantes.
- Bomba inyectora electrónica (100 l/h).
- Mezclador.
- Unidades de inyección, con caudalímetro.
- Electroválvulas de entrada a los inyectores.
- Selectores de bombas de inyección, agitadores, válvulas de riego y alarmas.
- Válvula sostenadora de presión.
- Conjunto de términos de seguridad.

6.2.4. OTROS COMPONENTES.

Además de los mencionados, la instalación contará con ventosas de triple efecto, un contador volumétrico tipo Woltman, manómetros de glicerina, válvulas de mariposa, y demás accesorios descritos en el Anejo nº VIII.

Las características de los anteriores componentes se describen en el Anejo nº VIII.

6.3. EMBALSE REGULADOR DE RIEGO

La balsa de riego tendrá su ubicación en la zona situada al Oeste de la finca, que coincide con el lugar de mayor altura y a su vez de fácil acceso desde el camino. En este punto está situado el punto de entrada de luz y agua de la finca.

El embalse tiene una capacidad de 75.133m^3 . Las dimensiones de dicho embalse se detallan en el Anejo nº IX y en el plano correspondiente.

No obstante las características del mismo se resumen en la siguiente tabla:

Características de la balsa	
Cota del pasillo de coronación m	538.2
Cota de la solera m	530.6
Pendiente de la solera %	0,5
Cota de tubería de salida m	529.6
Profundidad m	7
Talud exterior	1.5/1
Talud interior	2.5/1
Ancho del pasillo de coronación m	4

La premisa adoptada para el cálculo del volumen de movimiento de tierras ha sido en todo momento, el igualar los volúmenes de desmonte y terraplén para evitar de este modo aportaciones exteriores de material, que incrementarían significativamente el presupuesto. En este sentido se obtiene una diferencia mínima entre los volúmenes de desmonte y terraplén de 7.59 m^3 . También se adopta el criterio de considerar un espesor de tierra vegetal de 25 cm. Todos los cálculos y volúmenes se aprecian en el Anejo IX.

Una vez formados los taludes, realizados con el mismo material de la obra, se aplicará la capa de arena de 5cm, sobre la cual se colocará el material impermeabilizante. Este material será polietileno de alta densidad de 1,5mm de espesor. Para impermeabilizar todo el embalse, son necesarios $16.414,3\text{ m}^2$ del mismo.

El anclaje de la lámina se realizará mediante la colocación de hormigón armado en todo el perímetro del borde de coronación del talud.

La altura de resguardo del embalse será de 60cm, altura a la que se ha diseñado el aliviadero.

En la parte baja del embalse se colocará una tubería de PVC antes de realizar el talud, que sirve de salida del agua de riego. También irá en la misma zanja la tubería de desagüe.

En la base inferior del embalse, se instalará una red de tuberías de drenaje, de PVC PN-6 de 110mm de diámetro exterior, que tendrán la función de evacuar agua en caso de fugas o roturas en la lámina de polietileno.

En la base de los taludes externos, se colocará un vallado simple torsión de 2m de altura, y una puerta de malla metálica con la finalidad de impedir el acceso al mismo.

6.4. CREACIÓN CAMINO

Se dimensionará una red de caminos que harán posible poder desplazar la maquinaria a cualquier punto de la finca, y servirá de guía para la obertura de las zanjas donde irá enterrado el sistema de tuberías de cada sector.

La formación de los caminos se llevará a cabo por una pala excavadora y un rodillo para uniformizar el terreno posteriormente. Serán de cuatro metros de ancho y partirán la finca en cada cien metros lineales, formando pequeñas parcelas de aproximadamente 1,5 hectáreas.

6.5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica no es objeto de este proyecto, no obstante serán nombradas las necesidades de potencia de la instalación.

Los elementos con necesidad energética son:

- Bombas de riego:
 - Sector 1: 6471 W
 - Sector 2: 16179 W
 - Sector 3: 18385 W
- Sistema fertilización:
 - Agitadores: 1500 W
 - Inyector de abono: 740 W
 - Electroválvulas: 120 W
 - Sistema informático: 1000 W
 - Otros: 500 W

- Alumbrado:
 - General: 300 W
- Otros:
 - Usos varios: 2000 W

Potencia instalada Alumbrado: 300 W

Potencia instalada Fuerza: 46895 W

TOTAL: 47195 W



7. MEMORIA AMBIENTAL.

La memoria ambiental no se llevará a cabo en el presente proyecto, por no ser objeto de éste, pero sí se citarán los rasgos principales. Para la puesta en marcha del proyecto será necesaria su realización.

En consonancia con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, debido a las características de la explotación, no se somete dicho proyecto a Evaluación de impacto ambiental, ya que los umbrales establecidos no son sobrepasados.

Sin embargo, se deberá someter a Evaluación de impacto ambiental simplificada, al estar incluido en el anexo II, grupo 1,c:

“Proyectos de gestión de los recursos hídricos para agricultura, con inclusión de proyectos de riego y avenamiento de terrenos cuando afecta a una superficie superior a 10 ha (incluidos proyectos de consolidación y mejora de regadíos).”

Por lo tanto, se deberá realizar una Evaluación de impacto ambiental simplificada provocada por la construcción de una balsa y red de riego.

La sección 2.^a del capítulo II regula la evaluación de impacto ambiental simplificada, a la que se someterán los proyectos comprendidos en el anexo II, y los proyectos que no estando incluidos en el anexo I ni en el anexo II puedan afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000.

Trámite esencial de este procedimiento, como en los restantes, es el de consultas, que obligatoriamente deberán efectuarse a las administraciones afectadas, y como novedad, también obligatoriamente se consultará a las personas interesadas.

El órgano ambiental, teniendo en cuenta el resultado de las consultas realizadas, resolverá mediante la emisión del informe de impacto ambiental, que deberá publicarse cuando el órgano ambiental determine que el proyecto no debe someterse al procedimiento ordinario de evaluación de impacto ambiental.

En el presente proyecto, se pueden señalar una serie de justificaciones, como son:

El área susceptible de valoración no está incluida dentro de los límites de ninguna figura de protección legal.

No existen especies vegetales de especial protección, así como hábitats de interés.

Se puede concluir que la fauna susceptible de utilizar el área de estudio, es común, sin especies de especial interés de conservación.

La pequeña envergadura del proyecto hace prever que los impactos producidos serán de pequeña importancia. Solo existe un impacto de interés, el cual pasamos a describir a continuación: El impacto producido en la economía durante la fase de explotación que producirá unos rendimientos económicos que se extienden a lo largo de todo el periodo de explotación de la finca, cesando en el momento de su futuro abandono. Este impacto tiene una influencia positiva.



8. EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DEL PROYECTO.

De la evaluación económica financiera del proyecto estudiada en el Anejo nº XI, se observa que la inversión es rentable, produciendo unos beneficios de 3.475.964 € durante los 29 años de vida útil tras la puesta en cultivo realizada. Los parámetros económicos determinados son los siguientes:

- Plazo de recuperación de la inversión: 10 años
- VAN: 1.081.968,3 €
- TIR: 10 %
- RBI: 1.63

La tasa de actuación utilizada ha sido del 4 %.

Los valores positivos del VAN, TIR y RBI indican la positiva rentabilidad de la inversión.

No se ha considerado la influencia de la inflación en el poder adquisitivo del dinero, por lo que podrían existir variaciones de los resultados de la rentabilidad de este estudio, siendo mínima esta variación si la inflación afectase de la misma manera tanto a los cobros como a los pagos.

9. PROGRAMACIÓN.

Para realizar las distintas actividades del proyecto se emplearán 4 meses y se requerirán distintos equipos según se expone en el Anejo nº X y en el que se muestra la programación de la ejecución del presente proyecto y el diagrama Gannt.

La jornada diaria de trabajo se ha estipulado en 8 h diarias, formando un total de 40 semanales. En base a esto se ha estimado la duración de las principales actividades que componen la ejecución del proyecto, considerándose las siguientes fechas de interés.

- Fecha de inicio de la ejecución del proyecto: 8 de Enero de 2016.
- Fecha de finalización prevista: 9 de Marzo de 2016.
- Duración aproximada de las obras: 43 días laborables.



10. PLAZO DE GARANTÍA

Se estima un periodo de doce meses como PERIODO DE GARANTÍA, a partir de la recepción definitiva, tiempo suficiente para deducir el buen funcionamiento de las obras e instalaciones y apreciarse los posibles defectos.



11. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

La obra para la que se redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud no está incluida en ninguno de los siguientes supuestos:

- Presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto igual o superior a 450.759,08 euros.
- Duración estimada superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Volumen de la mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, superior a 500.
- Ser una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Por lo que, según el artículo 4.2 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, dicho estudio tendrá las características de ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.



12. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

- Presupuesto de ejecución material:

Resumen	ImpPres €
EMBALSE DE RIEGO	294.041,78
RED DE RIEGO	90.681,14
PLANTACIÓN ALMENDROS	69.239,9
SEGURIDAD Y SALUD	1.639
TRAZADO CAMINOS	2500
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL	458.101,82

El presupuesto de ejecución material de la obra que define el siguiente proyecto obtenido es de CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL CIENTO UN EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO.

- Presupuesto ejecución por contrata:

Resumen	ImpPres €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL	458.101,82
6% GASTOS GENERALES	27.486,10
14% BENEFICIO INDUSTRIAL	64.134,25
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	549.722,18

El presupuesto de ejecución por contrata de la obra que define el siguiente proyecto es de QUINIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS VEINTIDOS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS DE EURO.

- Presupuesto licitación:

Resumen	ImpPres €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	549.722,18
21% IVA	115.441,65
PRESUPUESTO TOTAL OBRA	665.163,84

El presupuesto de licitación de la obra asciende a la cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL CIENTO SESENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (665163,84€)

Orihuela, Septiembre de 2015
El Alumno

Fdo.: José Ramón Amorós Alvarado

ÍNDICE ANEJOS

1. ANEJO I. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA
2. ANEJO II. ESTUDIO CLIMÁTICO
3. ANEJO III. ANÁLISIS DE SUELO
4. ANEJO IV. ANÁLISIS AGUA
5. ANEJO V. CARACTERÍSTICAS CULTIVO
6. ANEJO VI. DISEÑO AGRONÓMICO
7. ANEJO VII. DISEÑO HIDRÁULICO
8. ANEJO VIII. CABEZAL DE RIEGO
9. ANEJO IX. EMBALSE REGULADOR DE RIEGO
10. ANEJO X. PROGRAMACIÓN DEL RPOYECTO
11. ANEJO XI. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA
12. ANEJO XII. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
13. ANEJO XIII. PLAN DE CALIDAD
14. ANEJO XIV. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO I

JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

ÍNDICE ANEJO I

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	NORMAS URBANÍSTICAS.	1
	2.1. CALIFICACIÓN DEL SUELO	1
	2.2. CONDICIONES DEL SUELO	1
	2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS CONSTRUCCIONES.....	2
3.	JUSTIFICACIÓN	2



1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se pretende justificar la realización de las obras objeto del proyecto, según lo dispuesto en las Normas Subsidiarias del T.M. de Monóvar, Normas Complementarias de la Provincia de Alicante, Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo.

2. NORMAS URBANÍSTICAS.

Como anteriormente se ha mencionado, las construcciones se autorizarán conforme a lo dispuesto en las citadas normas, las cuales quedan descritas en los siguientes apartados:

2.1. CALIFICACIÓN DEL SUELO

Según los planos de ordenación, la finca se clasifica como suelo agrícola no urbanizable y cuyas características se definen a continuación:

En el Art.2.14 de las citadas normas se describen las categorías de suelo no urbanizable:

Suelo no urbanizable de sujeto a especial protección y suelo no urbanizable común.

- El primero comprende: el suelo no urbanizable de protección especial por sus valores ecológicos y paisajísticos (VEP) y suelo de protección especial por su interés arqueológico (IA).
- El segundo comprende las siguientes categorías: Suelo no urbanizable de infraestructuras y sistemas generales (INS). Suelo no urbanizable por sus valores agrícolas (VA). Suelo no urbanizable de régimen general (RG).

2.2. CONDICIONES DEL SUELO

En el suelo no urbanizable por sus valores agrícolas (VA) se autorizan las siguientes actuaciones, según Art. 2.17.

Tipo C: almacén vinculado a actividad agrícola, ganadera o forestal.

Tipo D: instalaciones precisas para la explotación agrícola.

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS CONSTRUCCIONES

La construcción proyectada consiste en el movimiento de tierras y creación de la balsa de riego, por lo que entra dentro de lo permitido para este tipo de suelo.

3. JUSTIFICACIÓN

Según las condiciones citadas en puntos anteriores, las obras a ejecutar cumplirán con las condiciones establecidas.



**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO II

ESTUDIO CLIMÁTICO

ÍNDICE ANEJO II

1.	SITUACIÓN	1
2.	DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA	1
3.	CLIMATOLOGÍA	1
	3.1. TEMPERATURAS.....	2
	3.1.1. TEMPERATURA MEDIA ANUAL.....	2
	3.1.2. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL.....	3
	3.1.3. HELADAS.....	4
4.	ÍNDICES CLIMATOLÓGICOS	4
	4.1. UNESCO-FAO	4
	4.2. ÍNDICE DE MARTONNE.....	5
	4.3. ÍNDICE DE LANG.....	5
	4.4. ÍNDICE DE DANTIN-REVENGA.....	6
5.	CONCLUSIONES	7

1. SITUACIÓN

El Medio Vinalopó es una Comarca situada en el interior de la provincia de Alicante y estructurada dentro de la terraza fluvial del río Vinalopó, aunque este discurre algo alejado de la localidad.

2. DESCRIPCIÓN TOPOGRÁFICA

Desde el punto de vista topográfico, Monóvar presenta unas cotas medias entorno a los 341 m, sobresaliendo varias alineaciones montañosas del relieve.

Las superficies de las parcelas están comprendidas entre algunas que no alcanzan la hectárea, y las que sobrepasan las 10 hectáreas, siendo más frecuentes las de pequeño tamaño.

3. CLIMATOLOGÍA

Los valores de temperaturas y precipitaciones anuales pueden llegar a ser factores limitantes para llevar a cabo el cultivo de numerosas especies vegetales, por lo que es imprescindible una buena caracterización climática de la comarca, para realizar la planificación de cultivos de nuestra explotación.

Se disponen datos climatológicos de la Estación Agroclimática de Pinoso, Término Municipal limítrofe al de Monóvar, y concretamente situada a una distancia de 7km de la finca, por lo que se consideran unas condiciones climáticas similares. Los datos expuestos en este proyecto técnico son proporcionados por el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

Los valores utilizados son una media de los datos recopilados por dicha estación en los últimos 14 años, por lo que la fidelidad de los resultados es altamente significativa.

En este apartado se procederá a analizar tres aspectos del clima: la temperatura, la pluviometría y el régimen de heladas, con cuyos datos terminaremos definiendo el clima según diversos autores.

3.1. TEMPERATURAS

3.1.1. TEMPERATURA MEDIA ANUAL

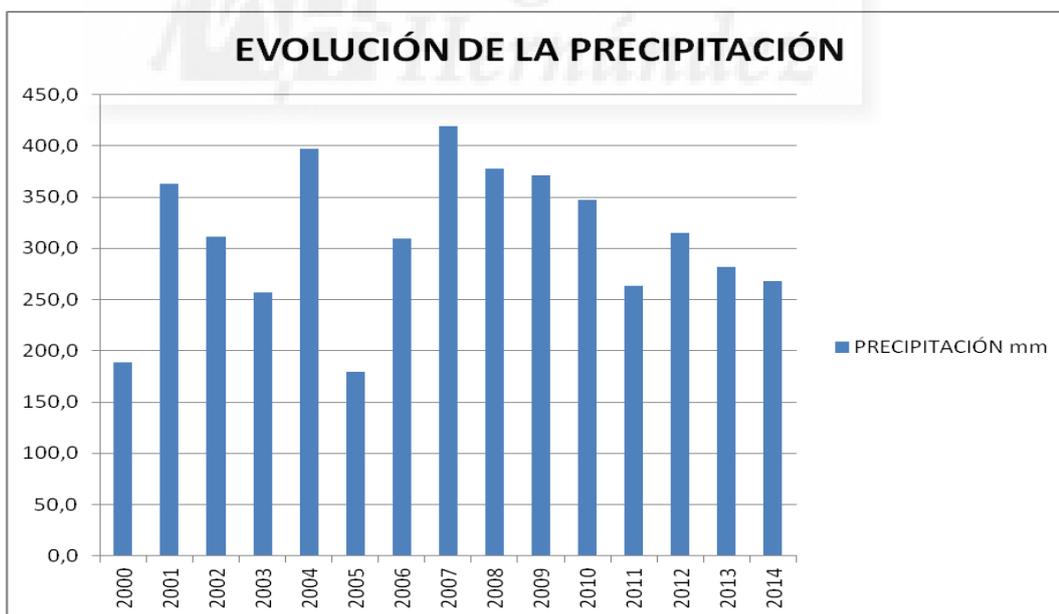
Mes/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Media
Enero	5,7	8,7	7,5	7,0	9,5	5,9	5,4	8,1	8,6	6,8	6,7	7,3	8,0	8,9	9,2	7,5
Febrero	10,8	8,8	9,9	6,8	8,3	5,3	7,3	10,3	8,8	7,6	7,4	8,6	5,2	7,6	9,3	8,1
Marzo	11,2	14,2	11,0	10,5	9,7	9,8	12,4	10,3	11,8	10,5	8,9	9,5	10,1	10,7	10,7	10,8
Abril	12,5	13,8	12,7	13,1	11,6	13,4	14,6	11,8	14,0	12,1	12,7	14,5	13,0	12,8	16,4	13,3
Mayo	17,8	16,1	16,0	16,9	14,1	18,2	17,9	17,8	15,4	17,9	15,3	17,4	18,6	15,3	16,5	16,8
Junio	21,3	22,8	21,8	23,8	21,7	22,4	20,8	21,3	19,9	22,9	19,7	20,5	24,2	19,8	21,1	21,6
Julio	23,9	23,7	22,9	25,4	23,1	24,7	25,2	23,7	23,8	25,7	24,3	23,6	24,0	23,9	23,6	24,1
Agosto	23,9	24,5	22,2	25,4	24,6	22,6	23,0	23,3	24,0	24,1	23,9	24,5	26,6	23,3	24,1	24,0
Septiembre	20,3	19,8	20,1	20,1	21,4	19,3	20,4	19,1	19,8	19,0	19,7	20,9	20,2	20,2	21,8	20,1
Octubre	15,2	17,2	16,1	14,9	17,1	16,0	17,7	14,5	15,1	17,3	14,6	16,7	15,9	18,3	17,9	16,3
Noviembre	10,3	8,9	12,0	11,3	9,9	9,4	12,5	9,8	8,6	13,2	10,1	11,7	10,8	10,4	11,8	10,7
Diciembre	9,4	6,5	9,8	7,9	7,5	7,0	7,7	7,9	6,7	8,5	7,0	8,8	8,8	7,5	7,4	7,9
Media	15,2	15,4	15,2	15,3	14,9	14,5	15,4	14,8	14,7	15,5	14,2	15,3	15,4	14,9	15,8	15,1

Con los datos de la tabla correspondiente podemos concluir que los meses de mayor temperatura media mensual corresponden a los meses de Julio y Agosto, mientras que Enero, es el más frío.

Esta diferencia tan significativa entre dichos meses, en torno a los 20 °C, nos informa del grado de continentalidad tan elevado que posee el lugar, frente a su relativa cercanía al mar, que es de unos 50km.

3.1.2. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

Mes/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Media
Enero	0,0	19,8	9,2	10,0	5,6	1,4	50,0	37,2	9,6	25,8	29,8	10,8	9,7	13,6	15,4	16,5
Febrero	0,2	52,2	0,0	35,6	20,0	16,8	9,6	26,0	40,0	12,4	25,4	17,4	5,3	28,0	6,6	19,7
Marzo	16,0	4,4	22,2	12,6	61,8	10,2	1,6	52,0	3,2	80,2	48,0	54,4	53,9	41,4	4,8	31,1
Abril	23,8	35,0	45,0	22,0	70,2	30,8	35,0	95,2	10,4	28,2	17,6	16,6	31,3	90,6	18,0	38,0
Mayo	13,8	53,2	37,8	51,0	110,6	7,4	68,6	10,0	90,0	9,4	46,8	19,2	2,8	16,7	9,4	36,4
Junio	2,8	0,8	8,2	5,2	41,2	14,4	4,4	3,6	47,4	0,4	50,4	28,6	4,0	3,3	33,2	16,5
Julio	0,0	0,0	63,8	0,8	6,2	0,0	2,8	0,8	6,6	8,2	1,2	2,2	0,0	0,2	0,2	6,2
Agosto	5,8	16,4	40,2	3,4	0,2	26,2	6,0	30,4	0,4	7,2	20,0	2,0	16,0	20,0	2,6	13,1
Septiembre	6,6	36,6	13,8	39,4	31,2	29,2	62,6	55,4	61,6	119,0	26,2	20,1	58,3	17,3	52,0	41,9
Octubre	79,0	28,2	14,6	40,2	6,0	9,2	4,2	98,2	39,8	10,4	9,6	13,1	51,2	8,3	15,8	28,5
Noviembre	18,0	56,4	29,8	10,2	9,8	21,0	59,2	2,8	43,0	10,2	47,8	72,1	82,0	7,3	81,6	36,7
Diciembre	22,8	59,6	27,2	26,6	34,2	12,8	5,2	7,2	25,4	59,8	24,6	6,7	1,0	34,9	28,2	25,1
Total	188,8	362,6	311,8	257,0	397,0	179,4	309,2	418,8	377,4	371,2	347,4	263,2	315,5	281,5	267,8	309,9



Se puede observar la concentración de la pluviometría en las estaciones de primavera y otoño, que son cerca del 70% de las precipitaciones anuales.

3.1.3. HELADAS

En el clima de la comarca, las heladas son puntuales en los periodos de parada vegetativa de los almendros, por lo que generalmente es un cultivo bien adaptado a las exigencias climáticas presentes en este terreno. La especie y variedad seleccionada están bien aclimatadas a esta zona.

4. ÍNDICES CLIMATOLÓGICOS

Se mostrará a continuación la clasificación en la que se incluye el de la zona en cuestión, para lo que se realizarán una serie de criterios para poder darle una mayor universalidad a la clasificación:

4.1. UNESCO-FAO

GRUPO	TEMPERATURA MEDIA	CLIMA
1	$T^a > 15^{\circ}\text{C}$	Clima cálido
	$15^{\circ}\text{C} > T^a > 10^{\circ}\text{C}$	Clima templado-cálido
	$10^{\circ}\text{C} > T^a > 0^{\circ}\text{C}$	Clima templado-medio
2	$0^{\circ}\text{C} > T^a > -5^{\circ}\text{C}$	Clima templado-frío
	$T^a < -5^{\circ}\text{C}$	Clima frío
3	T^a media para todos los meses inferiores a 0°C	Clima glacial

Según la tabla anterior, y con arreglo a los datos incluidos en el presente anejo de temperaturas, podemos clasificar el clima del lugar como CLIMA TEMPLADO-CÁLIDO, ya que la temperatura media anual de los 14 años establece una media de $15,1^{\circ}\text{C}$.

4.2. ÍNDICE DE MARTONNE

Este índice tiene en cuenta dos parámetros, uno es la precipitación anual, expresada en mm (P), y otro la temperatura media anual en °C (T).

A partir de dichos valores podemos conocer el índice de Martone a través de la siguiente fórmula:

$$I_M = \frac{P}{T + 10} = \frac{309.9}{15.1 + 10} = 12.34$$

Una vez conozcamos dicho valor, lo interpretaremos utilizando la siguiente tabla:

ÍNDICE DE MARTONE	ZONA CLIMÁTICA
0<In.M.<5	Regiones desérticas
5<In.M.<10	Regiones semidesérticas
10<In.M.<20	Estepas y países secos mediterráneos
20<In.M.<30	Regiones del olivo y los cereales
30<In.M.<40	Regiones subhúmedas, prados y bosques
40<In.M.	Regiones húmedas y muy húmedas

Con dicho valor consultaremos la tabla anterior, con lo que observamos que se corresponde a una zona de ESTEPAS Y PAÍSES SECOS MEDITERRÁNEOS.

4.3. ÍNDICE DE LANG

Este índice utiliza los mismos parámetros que necesitamos para el índice de Martone, pero la expresión utilizada para relacionarlos es la siguiente:

$$I_L = \frac{P}{T} = \frac{309.9}{15.1} = 20.52$$

La tabla utilizada para la calificación es:

ÍNDICE DE LANG	ZONA CLIMÁTICA
0<In.L.<20	Zona desértica
20<In.L.<40	Zona árida
40<In.L.<60	Zona húmeda de estepa y sabana
60<In.L.<100	Zona húmeda de bosques claros
100<In.L.<160	Zona húmeda de bosques densos
160<In.L.	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Este valor lo podemos traducir según la tabla anterior en un clima de una ZONA ÁRIDA.

4.4. ÍNDICE DE DANTIN-REVENGA

También utiliza los mismos parámetros de los índices anteriores, pero usamos la siguiente fórmula de cálculo:

$$I_{DR} = 100 \times \frac{T}{P} = 100 \times \frac{15.1}{309.9} = 4.87$$

La tabla en este caso sería:

ÍNDICE DE DANTIN-REVENGA	ZONA CLIMÁTICA
1<In.D.R.<2	Zona húmeda
2<In.D.R.<3	Zona semiárida

$3 < \text{In.D.R.} < 6$	Zona árida
$6 < \text{In.D.R.}$	Zona subdesértica

Con ello concluimos que el lugar se corresponde con la ZONA ÁRIDA.

5. CONCLUSIONES

De la evaluación conjunta de todos los índices climáticos se clasifica el Término Municipal de Monóvar como clima Mediterráneo árido.



**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO III

ANÁLISIS DE SUELOS

ÍNDICE ANEJO III

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	RESULTADOS ANALÍTICOS.....	1
	2.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PARCELA	2
	2.2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	3
	2.3. PROPIEDADES QUÍMICAS	3
3.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES	4



1. INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente estudio es obtener la suficiente información de las características agronómicas del suelo.

El siguiente análisis es proporcionado por el Servicio de Tecnología del Riego de la Consellería de Agricultura, y se basa en estudios realizados en el Término Municipal de Monóvar, donde se emplaza la finca.

2. RESULTADOS ANALÍTICOS

Atendiendo a la clasificación de suelos U.S.D.A se deduce que la textura es FRANCA.

Resultados analíticos:

ANÁLISIS FÍSICO	
% ARENA	44
% LIMO	30
% ARCILLA	26

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO		ANÁLISIS QUÍMICO	
DETERMINACIONES	VALORES	DETERMINACIONES	VALORES
Ph (suspensión 1:2,5)	8,6	Materia orgánica total (%)	1,083
Cond. Eléctrica 1:5 mS/cm	0,268	Materia orgánica oxidable (%)	0,834
Sodio asimilable (meq/100gr)	1,086	Nitrógeno total (%)	0,092
Potasio asimilable (meq/100gr)	0,238	Carbono orgánico total (%)	0,628
Calcio asimilable (meq/100gr)	14,777	Relación Carbono/Nitrógeno	6,797
Magnesio asimilable (meq/100gr)	2,659	Fosforo asimilable ppm	40,304
		Carbonatos totales (%)	62,27
		Caliza activa (%)	14,07
		Cloruro (meq/100gr)	0,36
		Sulfato (%)	0,035
		Hierro asimilable (ppm)	2,842
		Manganeso asimilable (ppm)	4,612
		Cobre asimilable (ppm)	1,292
		Zinc asimilable (ppm)	0,492
		Boro asimilable (ppm)	0,8

2.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA PARCELA

Las propiedades físicas de un suelo dependen de la textura del mismo. En este caso en concreto, y atendiendo a la clasificación de suelos USDA, la textura es FRANCA.

Las propiedades físicas asociadas a este suelo se exponen en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS	EVALUACIÓN
Permeabilidad	Media
Compacidad	Media
Superficie específica	Media
Inercia térmica	Media
Capacidad de enraizamiento	Media
Capacidad de almacenamiento de nutrientes	Media
Capacidad de almacenamiento de agua	Media
Dificultad de laboreo	Media

2.2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

En este apartado se evalúan los parámetros físico-químicos del suelo de la finca. Entre las características que se pueden evaluar, calificadas como propiedades físico químicas del suelo, se encuentra el pH de la solución del suelo, la conductividad eléctrica y la capacidad de intercambio catiónico.

A continuación se muestra la evaluación de los parámetros físico-químicos del suelo de la finca del proyecto:

PARÁMETROS	EVALUACIÓN
Ph	Ligeramente alcalino
Conductividad eléctrica	Baja
Capacidad intercambio catiónico	Media-baja

2.3. PROPIEDADES QUÍMICAS

De todos los factores que determinan la fertilidad de un suelo, quizás sean los factores químicos los que tienen una mayor importancia. El suelo actúa como reserva de nutrientes y éste condiciona el crecimiento y el desarrollo de las plantas cultivadas. Por este motivo, se deberá tener en cuenta la evaluación de los niveles en el suelo, de todos los nutrientes necesarios para los cultivos.

PARÁMETRO	EVALUACIÓN
Materia orgánica oxidable	Bajo
Nitrógeno total	Bajo
Fosforo asimilable	Bajo
Carbonatos totales	Fuertemente calizo
Caliza activa	Poder clorosante elevado
Cloruros	Bajo

Sulfatos	Bajo
Hierro asimilable	Medio
Manganeso asimilable	Elevado
Cobre asimilable	Medio
Zinc asimilable	Bajo

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Tras haber detallado y evaluado en los apartados anteriores, todos los factores que determinan la fertilidad de un suelo, se llega a las siguientes conclusiones sobre la finca objeto de este proyecto:

- De la evaluación conjunta de todos los factores limitantes de la fertilidad del suelo más difícilmente modificables como son la textura, la salinidad y la caliza activa deducimos que su aptitud para los cultivos es alta.
- Los niveles de materia orgánica en los suelos de la finca son bajos, por lo que sería conveniente, el aporte de estiércol u otra clase de materia orgánica.
- El pH de la solución del suelo es elevado, con el consiguiente riesgo de bloqueo e inmovilización de gran parte de los nutrientes. Este suceso está directamente relacionado con la cantidad de caliza activa presente en los suelos. En este caso, el valor de caliza activa es alto.
- El suelo no presenta problemas frente a la conductividad eléctrica ni la salinidad, pues las concentraciones de iones perjudiciales como puede ser el sodio, cloruros o sulfatos, no son preocupantes.
- Las concentraciones de microelementos no son elevadas, excepto el manganeso que presenta niveles altos. Se recomienda el aporte de estos elementos a las plantas vía foliar, preferentemente, con la finalidad de que los cultivos no lleguen a presentar deficiencias. La presencia de caliza activa y valores elevados de pH, pueden acentuar las carencias de estos nutrientes.
- Debido a la basicidad del suelo, se recomienda la utilización de abonos de reacción ácida y consecuentemente, aumentar la disponibilidad de nutrientes para la planta.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO IV

ANÁLISIS DE AGUA

ÍNDICE ANEJO IV

1.	PROCEDENCIA Y ANÁLISIS DE AGUA.....	1
2.	CÁLCULO DE ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA	1
	2.1. RIESGO DE SALINIZACIÓN	1
	2.2. RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO CORREGIDO (S.A.R.).....	2
	2.3. CARBONATO SÓDICO RESIDUAL C.S.R. (ÍNDICE DE EATON)....	3
	2.4. RELACIÓN DE CÁLCIO (RC) O ÍNDICE DE KELLY.....	4
	2.5. CRITERIO DE FITOTOXICIDAD	4
	2.6. DUREZA	5
	2.7. ÍNDICE DE SCOTT	6
	2.8. EFECTOS DIVERSOS.....	7
3.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AGRONÓMICA DEL AGUA	8
4.	CONCLUSIONES	9

1. PROCEDENCIA Y ANÁLISIS DE AGUA

Para la determinación de la calidad del agua para riego, se dispone de análisis de agua de la finca.

PARÁMETROS			
		mg/l	meq/l
Ph	7,3		
CONDUCTIVIDAD A 20 C	1276 uS/cm-1		
NITRATO		4,4	0,07
FOSFORO		0	0
POTASIO		1	0,03
CARBONATO CÁLCICO		290	5,8
CALCIO		75	3,68
MAGNESIO		40	3,29
CLORUROS		130	3,66
CLORURO SÓDICO		643,5	
SODIO		41,4	1,8
BICARBONATO		180	2,95
SULFATO		248	5,16
GRADO DE SAL	0,64		

2. CÁLCULO DE ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA

2.1. RIESGO DE SALINIZACIÓN

Se evalúa normalmente mediante la determinación de la conductividad eléctrica del agua (C.E.) y afecta a la disponibilidad de agua por el cultivo.

La conductividad eléctrica mide la concentración de sales en el agua de riego, dando con este contenido su calidad. Para caracterizar la conductividad del agua de riego se va a tener en cuenta la siguiente relación:

C.E. a 25° C (µmhos/cm ó µS/cm)	
0-1000	Excelente
1000-3000	Buena a marginal
>3000	Inaceptable

Como la conductividad eléctrica que posee el agua de riego es de 1276 uS/cm-1, corresponde a una CALIDAD DEL AGUA BUENA.

2.2. RELACIÓN DE ABSORCIÓN DE SODIO CORREGIDO (S.A.R.)

La relación de absorción de sodio (S.A.R.) es un parámetro que representa la posible influencia del ión sodio, presente en el agua de riego, sobre el suelo: una elevada proporción relativa de sodio respecto a los iones calcio y magnesio en el agua de riego puede inducir cambios de estos iones por los de sodio en los suelos, provocando la degradación del mismo con la consiguiente pérdida de estructura y permeabilidad. El uso del S.A.R. corregido (S.A.R.^o) resulta más real que el anterior, ya que considera que el calcio precipita con los bicarbonatos.

El S.A.R.^o viene expresado de la siguiente fórmula:

$$S.A.R. (\%) = \frac{[Na^+]}{\frac{\sqrt{[Ca^{2+}] + [Mg^{++}]}}{2}} = \frac{1.8}{\frac{\sqrt{8.68 + 8.29}}{2}} = 1.36$$

Según el índice S.A.R.^o las aguas se clasifican como:

S.A.R. AJUSTADO	CALIFICACIÓN
<8	No hay riesgo de alcalinización
8 < S.A.R. Ajustado < 16	Moderado riesgo de alcalinización
>16	Grave riesgo de alcalinización

Según el valor que toma este índice, podemos clasificar esta agua de baja alcalinidad y utilizable en todo tipo de suelos NO EXISTIENDO RIESGO DE ALCALINIZACIÓN.

2.3. CARBONATO SÓDICO RESIDUAL C.S.R. (ÍNDICE DE EATON)

Este índice determina la acción degradante del agua sobre las plantas y el suelo. Indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes calcio y magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

$$CO_3^{2-} = 0$$

$$CO_3H = 2.95 \text{ meq/l}$$

$$Ca^{2+} = 3.68 \text{ meq/l}$$

$$Mg^{2+} = 3.29 \text{ meq/l}$$

$$C.S.R. = (CO_3^{2-} + 2.95) - (3.68 + 3.29) = -4.02$$

Según el índice C.S.R. las aguas se clasifican como:

C.S.R. (meq/l)	
<1.25	Recomendable
1.25-2.5	Poco recomendable
>2.5	No recomendable

Según la clasificación anterior, el agua de la finca es RECOMENDABLE desde el punto de vista del carbonato sódico residual.

2.4. RELACIÓN DE CÁLCIO (RC) O ÍNDICE DE KELLY

Se utiliza junto con el índice de Eaton para determinar el riesgo de alcalinización. Se define mediante la siguiente ecuación:

$$RC (\%) = \frac{[Ca^{++}]}{[Ca^{++}] + [Mg^{++}] + [Na^+]} \times 100$$

Siendo:

$$Ca^{++} = 3.68 \text{ meq/l}$$

$$Mg^{++} = 3.29 \text{ meq/l}$$

$$Na^+ = 1.8 \text{ meq/l}$$

$$RC = \frac{[3.68]}{[3.68] + [3.29] + [1.8]} \times 100 = 41.96\%$$

Cuando el valor que alcanza este índice es superior al 35%, el agua se puede catalogar como aceptable para el riego, con lo que la relación de calcio es favorable.

2.5. CRITERIO DE FITOTOXICIDAD

La toxicidad debida a un determinado ion se presenta cuando es absorbido por la planta con el agua del suelo, y se acumula en sus tejidos durante la transpiración hasta alcanzar una concentración capaz de ocasionar daños en la propia planta o reducir su crecimiento.

Para evaluar el riesgo de inducir toxicidad de un agua de riego, seguimos la clasificación de la F.A.O. (Ayers y Westcot, 1976) en cuanto a sodio, cloruros y boro.

IÓN	INEXISTENTE	PROBLEMA CRECIENTE	PROBLEMA GRAVE
SODIO (meq/l)	<3	3-9	>9
CLORURO (meq/l)	<4	4-10	>10
BORO (meq/l)	<0.7	0.7-2	>2

Las toxicidades que presenta el agua de riego son las siguientes:

SODIO (1.8 meq/l)	Inexistente
CLORURO (3.66 meq/l)	Inexistente
BORO (0 meq/l)	Inexistente

2.6. DUREZA

El grado de dureza se refiere a la cantidad de iones cálcico y magnesio presentes en el agua. Se mide en grados hidrométricos franceses y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Dureza (^{\circ}F) = \frac{([Ca^{++}] \cdot 2.5 + [Mg^{++}] \cdot 4.12)}{10} \left(\frac{mg}{l} \right)$$

Donde:

$$Ca^{++} = 75$$

$$Mg^{++} = 40$$

$$Dureza (^{\circ}F) = \frac{([75] \cdot 2.5 + [40] \cdot 4.12)}{10} = 35.23 \frac{mg}{l}$$

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

Según el valor que toma el anterior índice, el agua se puede clasificar como DURA.

2.7. ÍNDICE DE SCOTT

Este índice valora la calidad agronómica del agua en función de las concentraciones entre ión cloruro, sulfato y sodio, pudiendo definirse como la altura del agua expresada en pulgadas que, después de la evaporación, dejaría en un terreno vegetal, de cuatro pies de espesor (1pie= 0.3048m), suficiente para imposibilitar el desarrollo normal de las especies vegetales más sensibles. Es decir, en realidad este coeficiente alcalimétrico (K1), evalúa la toxicidad que pueden producir las concentraciones de los cloruros y sulfatos, aportadas con el agua de riego y que permanecen en el suelo tras formar cloruro o sulfato de sodio, respectivamente.

Existen tres posibles casos para su cálculo, dependiendo de los valores de los iones sodio y cloruro que haya en el agua:

$$\text{Si } [\text{Na}^+] - 0.65 [\text{Cl}^-] \leq 0 \quad K1 = \frac{2049}{[\text{Cl}^-]}, \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Si } 0 < [\text{Na}^+] - 0.65 [\text{Cl}^-] \leq 0.48 \text{SO}_4^{2-} \quad K1 = \frac{6662}{[\text{Na}^+] + 2.6 [\text{Cl}^-]}, \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Si } 0 < [\text{Na}^+] - 0.65 [\text{Cl}^-] > 0.48 \text{SO}_4^{2-} \quad K1 = \frac{662}{[\text{Na}^+] - 0.32 [\text{Cl}^-] - 0.48 \text{SO}_4^{2-}}, \text{ (mg/l)}$$

Expresando los distintos iones en mg/l:

$$[\text{Na}^+] = 41.4 \text{ mg/l}$$

$$[\text{Cl}^-] = 130 \text{ mg/l}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 248 \text{ mg/l}$$

Por tanto:

$$\text{Si } [\text{Na}^+] - 0.65 [\text{Cl}^-] = 41.4 - 0.65 \cdot 130 = -43.1 < 0$$

Estamos en el primer caso, y K1 será igual a:

$$K1 = \frac{2049}{\text{Cl}^-} = \frac{2049}{130} = 15.76 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$-43.1 \leq 15.76 \text{ CUMPLE}$$

CALIDAD DEL AGUA	VALORES DE K
BUENA (no necesario precauciones)	>18
TOLERABLE (emplear con precauciones)	6-18
MEDIOCRE (utilizarla solo en suelos con muy buen drenaje)	1.2-6
MALA (agua no utilizable)	<1.2

A partir del valor que adquiere el coeficiente alcalimétrico, el agua se puede clasificar como TOLERABLE.

2.8. EFECTOS DIVERSOS

Se tienen en consideración el aporte de nitratos, que puede causar problemas a los cultivos sensibles al exceso de nitrógeno, bicarbonatos, que hacen precipitar los carbonatos cálcicos y magnésicos, y por último el valor del pH.

EFECTOS DIVERSOS	UD	GRADO RESTRICCIÓN DE USO		
		NINGUNO	LIGERO	ELEVADO
NITRÓGENO	Mg/l	<5	5-30	>30
BICARBONATOS	Mg/l	<90	90-500	>500
pH		RANGO ACEPTABLE ENTRE 6.5-8.4		

Valores del análisis:

NITRÓGENO	4.4 mg/l	SIN RESTRICCIÓN DE USO
BICARBONATOS	180 mg/l	RESTRICCIÓN LIGERA
Ph	7.3	RANGO ACEPTABLE

3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AGRONÓMICA DEL AGUA

Según la F.A.O. los aspectos fundamentales que se valoran en un agua de riego son:

- Salinidad: resultado de la acumulación de sales en la solución del suelo. Afecta a la disponibilidad de agua para los cultivos.
- Sodicidad: resultado de la acumulación de sodio en el suelo. Produce el deterioro de las propiedades físicas del suelo, es decir, se produce la pérdida de estructuras, lo que conlleva graves problemas de infiltración.
- Toxicidad de iones específicos: resultado de la absorción por la planta de iones sodio, cloruro y boro. Afecta a cultivos sensibles ocasionando daños a la planta o reduciendo su crecimiento.
- Efectos diversos: elevadas concentraciones de ciertos componentes en el agua de riego pueden afectar a cultivos susceptibles o a las instalaciones de riego.

La intensidad con que estos aspectos se pueden manifestar permite establecer tres categorías de restricción de uso del agua, como se puede valorar en la siguiente tabla:

VALORACIÓN FINAL DEL AGUA			
PROBLEMA POTENCIAL	SIN PROBLEMA	PROBLAME CRECIENTE	PROBLEMA GRAVE
SALINIDAD	X		
PERMEABILIDAD	X		
TOXICIDAD	X		
SODIO	X		
CLORURO	X		
BORO	X		
EFFECTOS DIFERSOS	X		
NITRÓGENO	X		
BICARBONATOS			X
Ph	X		

4. CONCLUSIONES

Una vez analizados los puntos más importantes y determinantes para la correcta utilización del agua para el cultivo, se llega a la conclusión de que el agua es BUENA para el riego de cualquier cultivo y tipo de suelo.

- Corresponde con un agua NO SALINA, útil para cualquier cultivo y sistema de riego.
- La mayor parte de las sales precipitan en un medio básico, tal como lo es el suelo de la finca, no contribuyendo osmóticamente a perjudicar las plantaciones.
- El pH del agua es idóneo para el cultivo del almendro, ya que con este valor obtiene un rendimiento óptimo.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO V

**CARACTERÍSTICAS DEL
CULTIVO**

ÍNDICE ANEJO V

1.	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO.....	1
	1.1. PATRÓN	1
	1.2. VARIEDAD.....	2
	1.3. EXIGENCIAS AGROCLIMÁTICAS DEL ALMENDRO.....	3
	1.3.1 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS	3
	1.3.2. EXIGENCIAS EDÁFICAS	4
	1.4. MULTIPLICACIÓN DEL ALMENDRO.....	4
	1.5. ACCIDENTES, PLAGAS Y ENFERMEDADES	4
	1.5.1. ACCIDENTES.....	4
	1.5.2. PLAGAS.....	5
	1.5.3. ENFERMEDADES.....	5
	1.6. RECOLECCIÓN.....	5
2.	FERTILIZACIÓN.....	5
	2.1. NITRÓGENO	6
	2.2. FÓSFORO	8
	2.3. POTASIO.....	10
	2.4. CALCIO.....	10
	2.5. AZUFRE.....	11
	2.6. MAGNESIO	11
	2.7. HIERRO.....	12
	2.8. ZINC	12
	2.9. COBRE	13
	2.10. MANGANESO.....	13
	2.11. CLORO	13
	2.12. BORO	14
	2.13. MOLIBDENO.....	14

1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

Dadas las características climáticas y geológicas de la zona donde se enmarca la finca, los propietarios de la misma, asesorados por un gabinete técnico, deciden escoger como variedad de almendro el tipo ANTOÑETA sobre patrón GxN-15 (Garnem).

1.1. PATRÓN

Como patrones de almendro se han utilizado tradicionalmente las especies de almendro, melocotonero, ciruelo y sus híbridos. Cada grupo tiene unas características generales y dentro de cada uno de ellos encontramos patrones con características específicas.

En este caso en particular, la variedad elegida fue la Antoñeta injertada sobre patrón GxN-15 (Garnem), obtenido por el CITA de Aragón por el cruzamiento de almendro Garfí x melocotonero Nemared.

El híbrido tiene un comportamiento respecto al franco superior en casi todo, confiriendo un mayor vigor a la variedad (sobre un 20% más) y dando unas producciones superiores.

El patrón GxN-15 (Garnem) es, junto al GF-677, el híbrido de melocotonero y almendro más utilizado en la actualidad en Europa y ello debido a varias razones:

- Proporciona un gran vigor a la planta y una entrada en producción rápida.
- El sistema radicular es abundante y vigoroso, tolerando bien el trasplante.
- Posee características similares al GF-677, pero hereda la tolerancia a nematodos y la coloración púrpura de su progenitor Nemaguard. Por su tolerancia a dichos nematodos es el único recomendado en replantaciones.
- Su resistencia a la clorosis férrica es muy alta, aunque algo menos que el pie franco. No obstante, soporta sin problemas hasta un 18% de caliza activa en suelos francos y arenosos, y un 13% en arcillosos.
- Presenta cierta tolerancia a la asfixia radicular, pero en contrapartida es sensible a la sequía.

1.2. VARIEDAD

La variedad Antoñeta elegida para el cultivo es una variedad autocompatible y de floración tardía, creada por el CEBAS-CSIC en 1985.

Procedente de cruzamiento entre Ferragnés y Tuono, esta variedad adquiere un gran vigor y un porte abierto. Una característica atractiva es que debido a su autocompatibilidad y autofertilidad, se obtiene una buena producción sin necesidad de otras variedades polinizadoras e incluso en ausencia de abejas, aunque siempre es recomendable la introducción de colmenas en la parcela ya que aumenta significativamente la producción.

Antoñeta es una de las variedades de almendro de maduración más temprana. Esto es muy interesante sobre todo en zonas más frías, donde la recolección de otras variedades se suele atrasar notablemente, coincidiendo con las lluvias otoñales.

Es bastante resistente a las principales enfermedades criptogámicas que afectan al almendro.

En cuanto a su fruto, presenta cáscara dura y un rendimiento medio del 35%. Sus almendras presentan un buen tamaño (1.2-1.5 gr) y siempre sin semillas dobles. Las semillas son redondeadas, tipo Marcona, lo que le da un gran atractivo, junto a su tegumento marrón claro.

A continuación se muestra un cuadro resumen con las principales características, tanto del árbol como del fruto:

ANTOÑETA	
CARACTERÍSTICAS ÁRBOL	
ORÍGEN	Obtenida en el CEBAS
VIGOR	ELEVADO
RAMIFICACIÓN	ABUNDANTE
PRODUCTIVIDAD	MUY ELEVADA
RESISTENCIA	MEDIA
ENFERMEDADES	
ÉPOCA DE FLORACIÓN	TARDÍA

AUTOCOMPATIBLE	SÍ
AUTOFERTILIDAD	ELEVADA
RESISTENCIA HELADAS	ALTA
CARACTERÍSTICAS FRUTO	
DUREZA DE LA CÁSCARA	DURA
RENDIMIENTO MEDIO	35%
PESO ALMENDRA	1.5 gr
FORMA ALMENDRA	REDONDEADA
SEMILLAS DOBLES	NO
ASPECTO ALMENDRA	MUY ATRACTIVO
ÉPOCA MADURACIÓN	MUY TEMPRANA
FACILIDAD RECOLECCIÓN	MUY BUENA
CAÍDA FRUTOS MADUROS	NO
PRODUCCIÓN MEDIA	6-7 Kg (4º año) 8-9 Kg (A partir del 6º)

1.3. EXIGENCIAS AGROCLIMÁTICAS DEL ALMENDRO

1.3.1 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS

El almendro es una especie que se adapta muy bien a casi todos los climas.

Es muy sensible a las heladas en la época de floración, lo que causa importantes pérdidas de cosecha. En pleno reposo invernal es capaz de soportar fuertes heladas. Para conseguir una abundante floración y posterior fructificación, precisa un clima benigno seco y despejado.

El almendro es capaz de vegetar y producir cosecha, bajo condiciones de sequía muy intensa, aunque la pluviosidad óptima es de 500-600 mm.

Necesita un mínimo de horas de frío acumuladas, que varía dependiendo de la variedad, entre las 100 y las 400.

1.3.2. EXIGENCIAS EDÁFICAS

El almendro requiere suelos sueltos, profundos, de textura arenosa y con buen drenaje, por ser un cultivo muy sensible a la asfixia radicular. En este tipo de suelos la profundidad que pueden alcanzar las raíces, es más elevada que en suelos pesados, y ello explica que el almendro siga vegetando incluso en verano con una pluviometría inferior a los 300 mm anuales.

Es una especie que puede vegetar en tierras salinas, con tal de que el contenido de cloruro sódico sea escaso pero es sensible a las aguas salinas. Es bastante indiferente a la alcalinidad o acidez del suelo, pero se considera óptimo un pH próximo a 7.

En lo que respecta a la caliza activa del suelo, es una especie bastante tolerante.

1.4. MULTIPLICACIÓN DEL ALMENDRO

La multiplicación sexual (por semillas) se utiliza exclusivamente para la obtención de patrones francos o para la obtención de nuevas variedades.

El método de propagación más utilizado es el injerto sobre los diferentes árboles utilizados como patrones (francos, ciruelos, híbridos de melocotonero x almendro).

1.5. ACCIDENTES, PLAGAS Y ENFERMEDADES

1.5.1. ACCIDENTES

Los peores acontecimientos que pueden surgir en el cultivo del almendro son los debidos a:

- Accidentes climáticos. Especialmente las heladas, que producen grandes pérdidas de cosechas si se dan en momentos desfavorables del cultivo (apertura de botones florales, cuaje de frutos).
- Asfixia radicular. Las inundaciones prolongadas producen innumerables daños en las plantaciones.

1.5.2. PLAGAS

Destaca como principal parásito el gusano cabezudo (*Capnodis tenebrionis*), coleóptero que realiza galerías por las raíces y ramas del árbol, lo que provoca el debilitamiento y en ocasiones la muerte de este.

También se puede ver afectado el almendro por pulgones, ácaros, barrenillos, etc...

1.5.3. ENFERMEDADES

Principalmente afectado por enfermedades criptogámicas, aunque también le atacan nematodos, bacterias y virus.

1.6. RECOLECCIÓN

La recolección de la almendra puede ser manual o mecanizada, y se sitúa entre mediados de Julio y hasta Septiembre, dependiendo de la variedad y climatología.

En el presente proyecto la recolección es mecanizada, para lo que se ha dimensionado un marco de plantación favorable al paso de maquinaria, y conseguir así el proceso de obtención de la semilla de la forma más rentable posible.

2. FERTILIZACIÓN

La utilización prioritaria del riego por goteo en la irrigación del almendro y la posibilidad de introducir el fertilizante en el agua de riego, ha supuesto un cambio importante en las técnicas de fertilización.

Desde el punto de vista agronómico, la fertirrigación es una técnica más racional, que permite un mayor fraccionamiento del fertilizante, para hacérselo llegar a la planta en el momento más adecuado. Por otra parte, el abono se localiza de forma directa en la zona de influencia del sistema radicular, perfectamente disuelto y por tanto de forma más fácilmente asimilable.

Al igual que podemos aplicar los minerales necesarios de mayor consumo, también podemos integrar en el riego los microelementos, quelatos, enmiendas orgánicas (ácidos húmicos), etc..., e incluso algunos herbicidas. En cualquier caso, para la aplicación de un producto en fertirrigación se deben observar las siguientes recomendaciones:

- Los abonos deben ser completamente solubles a temperatura ambiente. Ya que la solubilidad aumenta con la temperatura, hay que tener en cuenta que durante la disolución del abono, especialmente el nitrógeno, disminuye la temperatura, y por tanto la solubilidad.
- Deben estar exentos de cloruros, suflatos y sodio en la medida de lo posible, para no elevar la salinidad de la solución. La salinidad del conjunto agua-fertilizante no debe superar los 3mmhos/cm.
- Son preferibles los abonos de reacción ácida ($\text{pH} < 7$) para evitar precipitaciones de calcio que pueden llegar a obstruir goteros y tuberías.
- Se debe comprobar la compatibilidad entre distintos fertilizantes a la hora de combinarlos, ya que el ion Ca^{++} (Nitrato cálcico) es incompatible con la mayoría de abonos, por formar precipitados con ellos.

2.1. NITRÓGENO

El nitrógeno como nutriente es un elemento móvil muy importante que interactúa directamente en el desarrollo de las plantas. Dependiendo del estadio de vida en que se encuentren las plantas tendrán una mayor o menor demanda de nitrógeno.

El nitrógeno regula la capacidad que tienen las plantas para la creación de proteínas, aminoácidos, enzimas, clorofila, alcaloides y ácidos nucleicos. Siendo el principal responsable del crecimiento del tallo, hojas, ramas y vigor en general.

El nitrógeno se puede encontrar en diferentes formatos: orgánico, amoniacal y nítrico. La diferencia básica entre estos formatos está en la velocidad de absorción del nitrógeno por parte de la planta, siendo el formato amoniacal el de más rápida absorción y en consecuencia el que puede llegar a producir un exceso de este nutriente con más facilidad. Por el contrario, el nitrógeno en forma de nitrato es

también fácilmente absorbible por la planta aunque lo hace más lentamente. Es por este motivo que se recomienda utilizar el nitrógeno mezclado en ambos formatos para poder equilibrar la absorción del nitrógeno por parte de las plantas sin que lleguen a sufrir un exceso o una carencia de este macro nutriente.

Si la demanda de las plantas es superior al nitrógeno que tiene a su disposición, sufrirán una carencia, en cambio si los niveles de este elemento son superiores a los que la planta necesita sufrirá una sobre fertilización.

Los abonos se pueden encontrar en dos formatos tales como el mineral o el orgánico. El formato mineral tiene una absorción más rápida por parte de las plantas ya que este no debe de ser procesado previamente por la flora bacteriana que vive en simbiosis con la tierra para poder ser absorbido por las plantas.

Un óptimo nivel de nitrógeno en las plantas se traducirá en:

- Vigorosidad vegetativa
- Color verde vistoso en las hojas debido a la producción de clorofila.
- Aumento en el número de hojas de la planta, envergadura del tallo, frutos y semillas.
- Mayor resistencia de las plantas frente los hongos.
- Mayor resistencia de las plantas frente a los insectos.
- Mayor resistencia a heladas y granizadas.

Cuando las plantas no disponen de una nutrición equilibrada y se produce una falta de este elemento, se originan anomalías en su desarrollo siendo visibles a través de la morfología de la planta, las cuales se denominan carencias. Algunas de esas pueden ser:

- El crecimiento de las plantas es mucho más lento.
- Las hojas amarillean poco a poco empezando por la parte baja de la planta. La clorosis empieza en las puntas y va aclarándose hacia el centro de la hoja.
- Las plantas tienen menos defensas contra plagas, enfermedades y granizadas.
- La floración y producción de semillas queda seriamente mermada.
- Defoliación masiva tras una clorosis avanzada.

- La carencia avanza de abajo hacia arriba, afectando en último lugar a las hojas más jóvenes.

Para solucionar rápidamente el problema se deberá de añadir a la solución nutriente un abono rico en nitrógeno para que las plantas puedan recuperar sus niveles óptimos de este nutriente unos días después de realizar el riego.

Cabe destacar que cuando las plantas ya presentan estas carencias su capacidad para producir ya habrá quedado mermada, de modo que es importante mantener una alimentación equilibrada durante todo el cultivo para obtener una calidad y producción óptimas. Por el contrario, los excesos de nitrógeno en las plantas también les pasan factura reduciendo su producción y calidad de las flores. Estos excesos se pueden reconocer observando los siguientes síntomas:

- Exceso de follaje en la planta.
- Tallos débiles.
- Retraso en la maduración de los frutos siendo menos dulces.
- Verde muy intenso en las hojas
- Poca resistencia a las plagas en general.

Para solucionar este exceso se debe realizar un lavado de raíz junto con unos niveles de conductividad eléctrica (C.E.) bajos. Para este proceso se puede utilizar productos rompedores de sales para que ayuden a lixiviar el sustrato para una más recuperación rápida.

2.2. FÓSFORO

El fósforo (P) juega un papel vital en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta.

El fósforo penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. La absorción también se produce a través de las micorrizas, que son hongos que crecen en asociación con las raíces de muchos cultivos.

Las funciones que desempeña el fósforo en la planta son las siguientes:

- Es un componente vital de las sustancias que forman los genes y cromosomas.
- El adecuado suplemento de fósforo es esencial para el desarrollo de nuevas células y para la transferencia del código genético de una célula a otra, a medida que se desarrollan nuevas células.
- Abundante cantidad de fósforo se acumula en las semillas y en el fruto donde es esencial para la formación y desarrollo de la semilla.
- El fósforo es también parte de la fitina, que es la principal forma de almacenamiento de fósforo en la semilla. Alrededor del 50% del fósforo total en las semillas de las leguminosas y del 60 al 70% en los cereales se almacena como fitina o compuestos muy parecidos.

La falta de fósforo en la planta puede inducir los siguientes efectos:

- El efecto más acentuado es la reducción en el crecimiento de la hoja así como en el número de hojas. El crecimiento de la parte superior es más afectado que el crecimiento de la raíz. Sin embargo, el crecimiento de la raíz también se reduce marcadamente en condiciones de deficiencia de fósforo, produciendo menor masa radicular para explorar el suelo por agua y nutrientes.
- Generalmente, el suministro de fósforo inadecuado deprime los procesos de utilización de carbohidratos, aun cuando continua la producción de estos compuestos por medio de la fotosíntesis.
- Retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades.
- Un mal suplemento de fósforo puede reducir el tamaño, número y viabilidad de las semillas.
- Desciendo poco en el suelo, y hasta la aparición de la técnica de fertirrigación solo era efectivo aplicado en labores profundas.

- En suelos calizos se bloquea fácilmente, siendo poco asimilable por las plantas.
- Puede provocar carencias de cobre, cinc, hierro y boro.

2.3. POTASIO

Entre sus funciones en la planta destacan:

- Favorece la formación de los hidratos de carbono en patata, remolacha y frutas en general.
- Da consistencia a las cañas de los cereales.
- Aumenta el peso de los granos y frutos, haciéndolos más ricos en azúcar y zumo, mejorando su conservación.
- Favorece el desarrollo de las raíces, y las plantas resisten mejor la sequía.
- Es un elemento de equilibrio y sanidad, otorgando mayor resistencia a las heladas, a plagas y a las enfermedades.

Inconvenientes más destacados:

- Puede inducir carencias de magnesio, cobre, cinc y manganeso.

2.4. CALCIO

Como aspectos más importantes en cuanto a la función del calcio en el cultivo se puede destacar los siguientes factores:

- Favorece el crecimiento.
- Da resistencia a los tejidos vegetales.
- Desarrolla el sistema radicular.
- Influye en la formación, tamaño y maduración de los frutos.

Como enmienda:

- Acción física: aumenta la permeabilidad de los suelos arcillosos, haciéndolos menos compactos y aumentando su capacidad de almacenar agua, muy importante para el riego localizado.

- **Acción química:** interviene en el intercambio iónico, regulando el paso de los elementos fertilizantes, desde el complejo arcillo-húmico a la solución del suelo.
- **Acción biológica:** favorece la mineralización de la materia orgánica. Destruye los contaminantes del suelo, dificulta el desarrollo de enfermedades producidas por hongos del suelo, favorece la actividad microbiana, y con ello la nitrificación.

En cuanto a los inconvenientes ante un exceso de calcio se puede destacar:

- Un exceso de este elemento aumenta el pH, lo que conlleva una dificultad por parte de la planta para absorber ciertos elementos, como el potasio, boro, hierro y manganeso.
- Si se aplica junto a fósforo, se puede combinar formando fosfatos insolubles, con lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de formular los fertilizantes.

2.5. AZUFRE

Entre sus funciones en la planta destacan:

- Favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Si hay carencia de este elemento nutricional, a fructificación no es completa.
- Es un componente esencial en proteínas y enzimas.
- Interviene en los procesos de la formación de clorofila.
- Favorece la formación de nódulos en las raíces de leguminosas.
- En cebollas y coles es un elemento indispensable.
- Si se aplica como enmienda disminuye el pH, por lo que facilita la absorción de la mayoría de los iones.
- Tener en cuenta que en determinadas condiciones de mala calidad de agua, aumenta la salinidad de los suelos.

2.6. MAGNESIO

Entre sus funciones en la planta destacan:

- Es uno de los componentes principales de la clorofila, por lo que su carencia reduce la formación de hidratos de carbono, así como la capacidad productiva de las plantas.
- Incrementa la resistencia ante heladas y enfermedades.
- Puesto que se desplaza a las hojas jóvenes, puede producir defoliaciones severas si no existe en cantidad suficiente.
- Los frutos consumen este elemento en gran cantidad, por lo que es frecuente ver carencias en cultivos intensificados.
- Es antagonista del potasio, por lo que un uso indiscriminado de potasio pueden favorecer carencias de magnesio.
- En aguas de mala calidad puede aumentar el riesgo de salinidad.

2.7. *HIERRO*

Entre sus cualidades destacan:

- Elemento esencial en la síntesis de clorofila, aunque no forme parte de su molécula.
- Su solubilidad está condicionada con el pH del suelo, y son indirectamente proporcional, siendo mayor su solubilidad cuando el pH es menor.
- En medios ácidos el hierro es más soluble que en suelos básicos.
- La caliza activa favorece la aparición de clorosis férrica, ya que desplaza el hierro.

2.8. *ZINC*

Entre sus cualidades destacan:

- Forma parte de diversas enzimas y auxinas de crecimiento, por ello su falta provoca mermas de crecimiento en los entrenudos y hojas pequeñas agrupadas en roseta.
- Interviene en el metabolismo de glúcidos.

- Forma parte de la clorofila.
- En suelos con mucho contenido en fósforo pueden aparecer carencias de zinc por ser antagonistas, así como en suelos con pH elevado, debido a que es un elemento poco móvil.
- En suelos ácidos puede aparecer toxicidad por exceso de zinc.

2.9. COBRE

Entre sus cualidades destacan:

- Forma parte de diversas enzimas de oxidación.
- Se comporta de forma similar al zinc, siendo ambos poco móviles y menos absorbibles cuanto mayor es el pH.
- Hay también antagonismo con el fósforo.
- Muchos tipos de fungicida contienen cobre, por lo que puede ser innecesaria su aplicación como fertilizante.

2.10. MANGANESO

Entre sus cualidades destacan:

- Forma parte de algunas enzimas y juega un papel importante en la fotosíntesis.
- El ión manganeso es bastante asimilable, pero a medida que el pH es mayor se oxida.
- En suelos ácidos aparecen carencias debido a problemas de lixiviación. También ocurre en suelos alcalinos o muy calizos.

2.11. CLORO

Entre sus cualidades destacan:

- Se tienen unas necesidades muy bajas de este elemento. No obstante es un elemento esencial.

- Los suelos suelen suministrar el cloro suficiente, sin ser necesarias aportaciones.
- Es un elemento muy móvil.
- Se dan más problemas por excesos debido a la presencia de cloruros que las carencias.

2.12. BORO

Entre sus cualidades destacan:

- Interviene en el transporte de azúcares y en la formación de las membranas.
- Es poco móvil dentro del árbol, por lo que la sintomatología aparece localizada.

2.13. MOLIBDENO

Su importancia se debe a que es un elemento indispensable para el metabolismo del nitrógeno.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO VI

DISEÑO AGRONÓMICO

ÍNDICE ANEJO VI

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CÁLCULO NECESIDADES HÍDRICAS.....	1
	2.1. OBTENCIÓN DE LA ET_0	1
	2.2. DATOS DE PARTIDA.....	2
	2.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES DEL CULTIVO	3
	2.3.1. COEFICIENTE DE LOCALIZACIÓN.....	3
	2.3.2. CORRECCIÓN POR EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA	4
	2.3.3. COEFICIENTE DE ADVECCIÓN	4
	2.3.4. CORRECCIÓN POR EL USO DE AGUAS SALINAS	5
	2.3.5. CORRECCIÓN POR PERCOLACIÓN.....	8
	2.3.6. UNIFORMIDAD DEL RIEGO.....	9
	2.4. DOSIS, FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO.....	9
	2.4.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EMISORE POR PLANTA	9
	2.4.2. SEPARACIÓN ENTRE EMISORES.....	11
	2.4.3. DOSIS, FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO.....	12
	2.4.4. NÚMERO DE SECTORES DE RIEGO	13
3.	PLANTACIÓN.....	16

1. INTRODUCCIÓN

El agua de riego se puede aplicar de distintas formas. Los sistemas de riego que se utilizan son:

- Riegos de superficie o sin presión: inundación y surcos.
- Riegos a presión: aspersión, microaspersión y goteo.

Los sistemas de riego que dejan de mojar al menos un tercio de la superficie del suelo se denominan sistemas localizados (aspersión, microaspersión y goteo).

En el presente proyecto técnico se adopta como sistema el riego por goteo.

Para el dimensionado de la red de riego es preciso el conocer previamente las necesidades y factores que de forma directa e indirecta, repercuten en el consumo de agua de la explotación.

2. CÁLCULO NECESIDADES HÍDRICAS

2.1. OBTENCIÓN DE LA ETo

El cálculo de la ETo (evaporación de referencia), es imprescindible para realizar el diseño agronómico e hidráulico de la finca.

A efectos de diseño, interesa conocer el valor máximo de las necesidades totales, es decir, el valor en el mes de máxima necesidad, en función de la cual se dimensiona posteriormente la instalación de riego localizado.

Para el cálculo de la ETo , existen varias ecuaciones empíricas, las cuales utilizan variables climáticas. Se utilizará el método de Penman- Montheih, modificado por la FAO, para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo.

Con este método de cálculo de la ETo se obtienen valores aproximados, ya que es complicado conseguir unos valores exactos.

En el presente proyecto se utilizan datos climáticos proporcionados por la estación meteorológica del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), ubicada en el Término Municipal de Pinoso. Se obtienen valores mensuales de ETo hallados por el método Penman-Montheih.

Mes	ETo media
1	1,81
2	2,33
3	3,28
4	4,13
5	5,05
6	6,34
7	6,68
8	5,86
9	4,08
10	2,77
11	1,85
12	1,49

2.2. DATOS DE PARTIDA

Localización	T.M. Monóvar
Dotación m³/ha y año	6843.8
Superficie dedicada al cultivo m²	373890
Cultivo	Almendra Var. Antoñeta
Marco de plantación	6x6
Profundidad de raíces m	1.2
Diametro de la parte aérea	6
Coef. Variación climática	1.2
Gotero l/h	4
Conductividad agua Cew	1.2
Eficiencia aplicación Ea%	95
Coef. Uniformidad CU%	90
Textura suelo	Franca

2.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES DEL CULTIVO

Se calcularán las necesidades totales del cultivo a partir de la siguiente expresión:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea \cdot CU}$$

Para hallar las necesidades netas se calcula el balance hídrico, despreciando las precipitaciones y el ascenso capilar, ya que para el mes calculado (mes de mayor demanda hídrica), estas pueden variar de un año a otro.

$$Nn = ETrl = ETo \cdot Kc \cdot Kl \cdot Kv \cdot Ka$$

Donde:

ETrl: Evapotranspiración del cultivo en riego localizado

ETo: Evapotranspiración del cultivo, para este cálculo se escoge la ETo media correspondiente a Julio, pues es el mes de máxima necesidad. ETo= 6.68

Kc: Coeficiente del cultivo para el mes de máxima demanda. Según informe del SIAM (Murcia) para Julio Kc = 0.6

Kl: Coeficiente de localización

Kv: Coeficiente de variación climática

Ka: Coeficiente de advección

2.3.1. COEFICIENTE DE LOCALIZACIÓN

Corresponde a la corrección por el efecto de la localización, que influye disminuyendo la evapotranspiración de la superficie cultivada respecto a la ETc original.

Para ello se calcula el área o cobertura de suelo sombreada, y posteriormente se utiliza este valor para hallar el coeficiente de localización por medio de cuatro

fórmulas de distintos autores, despreciando los valores extremos y calculando la media de los dos intermedios.

$$As = Cs = \frac{\pi \cdot R^2}{a \cdot b}$$

$$As = \frac{\pi \cdot 3^2}{6 \cdot 6} = 0.785$$

Aljiburi $Kl = 1.34 \cdot A = 1.052$

Decroix $Kl = 0.1 + A = 0.885$

Freeman $Kl = A + 0.5 (1 - A) = 0.892$

Keller $Kl = A + 0.15 (1 - A) = 0.817$

$$Kl = \frac{0.885 + 0.892}{2} = 0.888$$

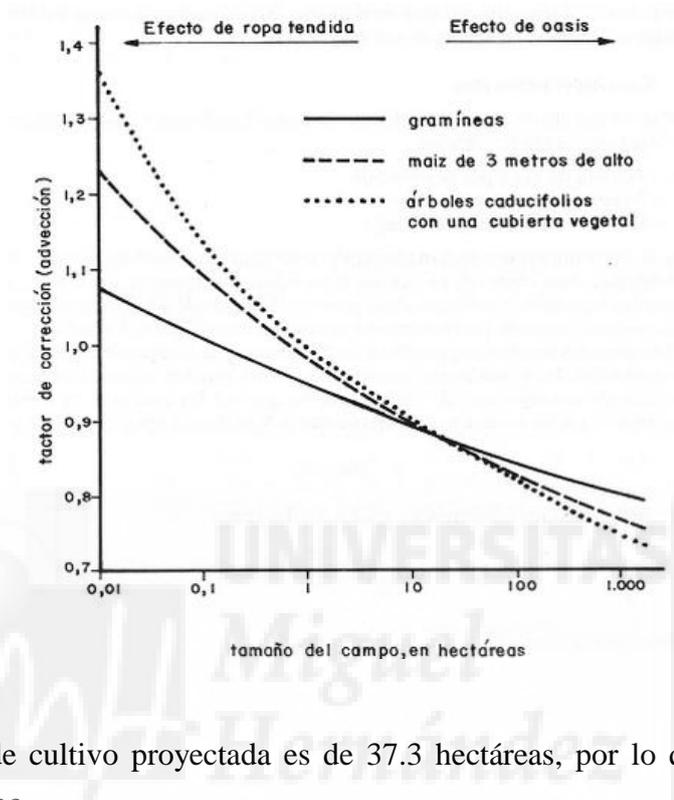
2.3.2. CORRECCIÓN POR EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

Se utiliza este valor para ajustar las posibles variaciones climáticas anuales. Se recomienda para climas mediterráneos aumentar el aporte de agua en un 15-20%, un valor de $Kv = 1.15-1.2$ sería lo correcto. Para este caso se escoge 1.2 para tener mayor margen de error.

2.3.3. COEFICIENTE DE ADVECCIÓN

Los efectos del movimiento de aire por advección tienen un efecto considerable en el microclima que afecta al cultivo, y puede aumentar la evapotranspiración de este. Este microclima depende del cultivo, de la extensión de la superficie regada y de las características de los terrenos colindantes.

El coeficiente de advección vendrá en función de la naturaleza del cultivo y del tamaño de la superficie regada, y en la siguiente tabla se toma el valor correspondiente a cada caso.



La superficie de cultivo proyectada es de 37.3 hectáreas, por lo que se estima un valor de K_a : 0.88.

Una vez calculados todos los coeficientes de corrección, se procede a calcular las necesidades netas.

$$N_n = E_{To} \cdot K_c \cdot K_l \cdot K_v \cdot K_a = 6.68 \cdot 0.6 \cdot 0.888 \cdot 1.2 \cdot 0.88 = 3.75 \text{ mm/día}$$

2.3.4. CORRECCIÓN POR EL USO DE AGUAS SALINAS

Es necesario corregir la aportación de agua al cultivo si esta contiene sales, ya que estas se concentran progresivamente en el bulbo radicular y pueden afectar tanto a planta como al suelo:

- Efecto Osmótico: el incremento del potencial osmótico dificulta la absorción de agua por parte de la planta.
- Toxicidad: puede darse como efecto añadido la toxicidad por algún ión como cloro, sodio y boro si estos se encuentran en concentraciones elevadas.
- Efecto sobre el suelo: a parte de la propia concentración de sales, puede darse procesos de dispersión coloidal, degradando la estructura y estabilidad del suelo. El causante es principalmente el sodio.

Para evitar todos los factores mencionados, se debe calcular unas necesidades de lavado, que consiste en aportar un exceso de agua para arrastrar las sales hacia capas profundas, fuera del alcance de las raíces. Estas necesidades de lavado se determinan a partir del método propuesto por la FAO, y la expresión para riego localizado es la siguiente:

$$LR = \frac{CE}{2 \cdot CE_{e_{max}}}$$

Donde:

LR: requerimiento de lavado

CE: conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m)

CE_{e_{max}}: conductividad eléctrica máxima admisible por el cultivo, según tabla de grados de tolerancia de distintos cultivos a sales.

GRADO DE TOLERANCIA DE LOS CULTIVOS A LAS SALES SEGUN LAS COSECHAS

Cultivo	100%		90%		75%		50%		MaxECdw
	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	
Cultivos extensivos									
Cebada 1/	8.0	5.3	10.0	6.7	13.0	8.7	18.0	12.0	28.0
Frijoles	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	7.0
Habas	1.6	1.1	2.6	1.8	4.2	2.0	6.8	4.5	12.0
Mais	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0
Algodón	7.7	5.1	9.6	6.4	13.0	8.4	17.0	12.0	27.0
Caupís	1.3	0.9	2.0	1.3	3.1	2.1	4.9	3.2	9.0
Lino	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0
Maní (cacahuete)	3.2	2.1	3.5	2.4	4.1	2.7	4.9	3.3	7.0
Arroz	3.0	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8	12.0
Cárhamo	5.3	3.5	6.2	4.1	7.6	5.0	9.9	6.6	15.0
Sesbania	2.3	1.5	3.7	2.5	5.9	3.9	9.4	6.3	17.0
Sorgo	4.0	2.7	5.1	3.4	7.2	4.8	11.0	7.2	18.0
Soja	5.0	3.3	5.5	3.7	6.2	4.2	7.5	5.0	10.0
Remolacha azucarera	7.0	4.7	8.7	5.8	11.0	7.5	15.0	10.0	24.0
Trigo 1/	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.4	13.0	8.7	20.0
Cultivos hortícolas									
Frijoles	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	7.0
Remolacha 2/	4.0	2.7	5.1	3.4	6.8	4.5	9.6	6.4	15.0
Brécoles	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	14.0
Coles	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12.0
Cantaloupes	2.2	1.5	3.6	2.4	5.7	3.8	9.1	6.1	16.0
Zanahorias	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.1	8.0
Pepinos	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10.0
Lechugas	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.2	3.4	9.0
Cebollas	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	8.0
Pimientos	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	9.0
Patatas (papas)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0
Albanos	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.0	3.4	9.0
Espinacas	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15.0
Mais dulce	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0
Batata	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	11.0
Tonates	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13.0
Cultivos forrajeros									
Alfalfa	2.0	1.3	3.4	2.2	5.4	3.6	8.8	5.9	16.0
Cebada forrajera 1/	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13.0	8.7	20.0
Pasto bermuda	6.9	4.6	8.5	5.7	10.8	7.2	14.7	9.8	23.0
Trébol berseú	1.5	1.0	3.2	2.1	5.9	3.9	10.3	6.8	19.0
Mais forrajero	1.8	1.2	3.2	2.1	5.2	3.5	8.6	5.7	16.0
Pasto Harding	4.6	3.1	5.9	3.9	7.9	5.3	11.1	7.4	18.0
Pasto ovello	1.5	1.0	3.1	2.1	5.5	3.7	9.6	6.4	18.0
Centeno forrajero	5.6	3.7	6.9	4.6	8.9	5.9	12.2	8.1	19.0
Pasto Suddán	2.8	1.9	5.1	3.4	8.6	5.7	14.4	9.6	26.0
Gálbano alto	3.9	2.6	5.8	3.9	8.6	5.7	13.3	8.9	23.0
Ornina del norte	7.5	5.0	9.9	6.6	13.3	9.0	19.4	13.0	32.0
Trébol grande	2.3	1.5	2.8	1.9	3.6	2.4	4.9	3.3	8.0
Trébol pequeño	5.0	3.3	6.0	4.0	7.5	5.0	10.0	6.7	15.0
Trigo forrajero	7.5	5.0	9.0	6.0	11.0	7.4	15.0	9.8	22.0
Cultivos frutales									
Almendras	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.7	7.0
Manzanas, peras	1.7	1.0	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0
Albaricoques	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	6.0
Aguaates	1.3	0.9	1.8	1.2	2.5	1.7	3.7	2.4	6.0
Dátiles	4.0	2.7	6.8	4.5	10.9	7.3	17.9	12.0	32.0
Higos, aceitunas, granadas	2.7	1.8	3.8	2.6	5.5	3.7	8.4	5.6	14.0
Uvas	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12.0
Toronjas	1.8	1.2	2.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0
Limonas	1.7	1.1	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0
Naranjas	1.7	1.1	2.3	1.6	3.2	2.2	4.8	3.2	8.0
Melocstones	1.7	1.1	2.2	1.4	3.9	2.9	4.1	2.7	7.0
Ciruelas	1.5	1.0	2.1	1.4	2.6	1.9	4.3	2.8	7.0
Fresas	1.0	0.7	1.3	0.9	1.8	1.2	2.6	1.7	4.0
Nueces	1.7	1.1	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0

En caso de almendro 7 dS/m.

$$LR = \frac{1.276}{2 \cdot 7} = 0.091$$

Teniendo en cuenta la salinidad, el volumen de agua a aportar será el siguiente:

$$V = \frac{Nn}{1 - LR} = \frac{3.75}{1 - 0.098} = 4.12 \text{ mm/día}$$

2.3.5. CORRECCIÓN POR PERCOLACIÓN

El sistema de riego debe suministrar a las plantas la humedad óptima para su desarrollo, y debemos evitar los excesos de agua, pues estos no son aprovechables por la planta y se estará desperdiciando recursos y dinero.

La eficiencia de aplicación se define como la relación entre el agua aprovechada por el cultivo y la aplicada. Según la siguiente tabla se adopta un valor de 0.95.

Zona climática y profundidad de raíces	Eficiencia de transpiración Textura de suelo			
	Muy arenosa	Arenosa	Media	Fina
Arida				
Menor de 0,75 m	0,85	0,90	0,95	0,95
0,75 - 1,50 m	0,90	0,90	0,95	1,00
Mayor de 1,50 m	0,95	0,95	1,00	1,00
Humedad				
Menor de 0,75 m	0,75	0,80	0,85	0,90
0,75 - 1,50 m	0,80	0,80	0,90	0,95
Mayor de 1,50 m	0,85	0,90	0,95	1,00

$$V \left(\frac{\text{mm}}{\text{día}} \right) = \frac{Nn}{Ea} = \frac{3.75}{0.95} = 3.94 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

Para el cálculo de necesidades totales debemos utilizar el valor mayor del volumen obtenido para agua salina y con percolación profunda.

2.3.6. UNIFORMIDAD DEL RIEGO

La uniformidad de riego es la relación entre la lámina media del agua infiltrada en el 25% del área menos mojada y la lámina media de agua infiltrada en la parcela. En riego localizado se adopta un valor de uniformidad de 90%.

Para el cálculo de las necesidades totales, teniendo en cuenta la uniformidad de riego, se utilizan dos expresiones, y se selecciona el valor más desfavorable.

En la primera expresión, se toma el valor más alto de las dos siguientes expresiones:

- $1 - E\alpha = 1 - 0.95 = 0.05$
- $LR = 0.091$

Al ser el valor de LR más elevado, se escoge este para hallar las necesidades totales:

$$N_t = \frac{N_n}{(1 - LR) \cdot CU} = \frac{3.75}{(1 - 0.091) \cdot 0.9} = 4.58 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

La segunda expresión viene determinada por:

$$N_t = \frac{N_n}{E\alpha \cdot CU} = \frac{3.75}{0.95 \cdot 0.9} = 4.38 \frac{\text{mm}}{\text{día}}$$

Adoptando como valor definitivo de las Necesidades Totales el mayor de los dos resultados 4.58 mm/día.

2.4. DOSIS, FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO.

2.4.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EMISORE POR PLANTA

Para el cálculo del número de emisores por planta, es necesario obtener previamente una serie de datos.

$$e \geq \frac{mp \cdot P}{100 \cdot Ae}$$

Donde:

E: número de emisores, se redondea hacia el valor entero inmediatamente superior.

Mp: marco de plantación. La superficie ocupada por planta corresponde al marco de plantación establecido. $Mp = a \cdot b = 6 \cdot 6 = 36m^2$.

P: corresponde al porcentaje de suelo mojado. Para arbolado medio, Keller (1970) recomienda un porcentaje comprendido entre un 33-55% para clima árido. En el presente proyecto se estima un valor medio de 40%.

Ae: representa el área mojada por un emisor. Para determinar el diámetro mojado por un emisor se recurre a tablas, fórmulas o pruebas de campo. En este caso se aplican las tablas de Keller, interpolando valores obtenidos para un suelo de textura media, estratificado y para una profundidad radicular de 1.2 m.

Profundidad de raíces y textura del suelo	Grado de estratificación del suelo		
	Homogéneo	Estratificado	En capas
	Diámetro mojado (m)		
Profundidad = 0,80 m			
Ligera	0,50	0,80	1,10
Media	1,00	1,25	1,70
Pesada	1,10	1,70	2,00
Profundidad = 1,70 m			
Ligera	0,80	1,50	2,00
Media	1,25	2,25	3,00
Pesada	1,70	2,00	2,50

Por lo tanto y tras la interpolación realizada se adopta como valor de diámetro mojado Dm: 1.69m. Con este dato se obtiene el valor del área mojada por un emisor:

$$Ae = \frac{\pi \cdot Dm^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1.69^2}{4} = 2.243 m^2$$

Una vez determinados todos los valores de la expresión, se puede hallar el número de emisores necesarios por planta:

$$e \geq \frac{mp \cdot P}{100 \cdot Ae} = \frac{36 \cdot 40}{100 \cdot 2.243} = 6.42 \approx 8 \text{ emisores}$$

2.4.2. SEPARACIÓN ENTRE EMISORES

La separación entre emisores no debe calcularse atendiendo únicamente al diámetro mojado por cada uno, ya que habría zonas secas entre los bulbos. Debe haber un solape para árboles leñosos de un 15-50%.

Para el cálculo de la separación entre emisores, se estimará un valor para un 15% de solapamiento del radio húmedo, y otro con un 50%, siendo el resultado definitivo la media entre ambos, que correspondería con un solape de 32.5%.

$$Se = r \cdot \left(2 - \frac{\text{Solape}}{100} \right)$$

$$Se_{15\%} = r \cdot \left(2 - \frac{\text{Solape}}{100} \right) = 0.845 \cdot \left(2 - \frac{15}{100} \right) = 1.56m$$

$$Se_{50\%} = r \cdot \left(2 - \frac{\text{Solape}}{100} \right) = 0.845 \cdot \left(2 - \frac{50}{100} \right) = 1.26m$$

$$Se_{medio} = \frac{1.56 + 1.26}{2} = 1.41m$$

Considerando una separación entre árboles de 6 metros, se hace necesario colocar dos ramales a una distancia de un metro del arbolado, con cuatro emisores por ramal separados 1,41 metros entre sí. La separación entre grupos de goteros será de 1,77 metros.

2.4.3. DOSIS, FRECUENCIA Y TIEMPO DE RIEGO

Se realizarán todos los cálculos para cubrir las necesidades del cultivo en base al mes de máxima demanda, que en este caso es Julio.

Para el cálculo de la dosis por planta se establece la siguiente expresión:

$$D_{planta} = Nt \cdot I \cdot Mp$$

Donde:

D_{planta} : Dosis de agua por planta (l/planta y día)

Nt : Necesidades totales (mm/día)

I : Intervalo entre riego (días)

Mp : Marco plantación (m^2 /planta)

$$D_{planta} = Nt \cdot I \cdot Mp = 4.58 \cdot 1 \cdot 36 = 165.01 \frac{l}{planta \cdot día}$$

Una vez establecida la dosis por planta es necesario determinar el tiempo de riego y caudal necesario por riego:

$$Tr = \frac{D_{planta}}{ne \cdot qe}$$

Donde:

Tr : Tiempo de riego (h)

D_{planta} : Dosis previamente calculada

Ne : Número de emisores

Qe : caudal emisor (l/h)

$$Tr = \frac{165.01}{8 \cdot 4} = 5.15h \approx 5h9min$$

Resumen anual de riego en la finca:

Mes	ETo media	Kc	ETc (mm/mes)	Kl·ka·kv	Nnetas (mm/día)	N totales (mm/día)	Necesidades diarias (l/árbol)	Necesidades mensuales (l/árbol)
Enero	1,81	0,15	0,27	0,94	0,25	0,30	10,72	332,18
Febrero	2,33	0,15	0,35	0,94	0,33	0,38	13,81	386,62
Marzo	3,28	0,30	0,98	0,94	0,92	1,08	38,84	1204,14
Abril	4,13	0,35	1,45	0,94	1,36	1,59	57,07	1712,19
Mayo	5,05	0,40	2,02	0,94	1,89	2,22	79,78	2473,14
Junio	6,34	0,40	2,54	0,94	2,38	2,78	100,17	3005,24
Julio	6,68	0,60	4,01	0,94	3,76	4,58	165,01	5111,28
Agosto	5,86	0,60	3,52	0,94	3,30	3,86	138,91	4306,14
Septiembre	4,08	0,65	2,65	0,94	2,48	2,91	104,58	3137,44
Octubre	2,77	0,65	1,80	0,94	1,69	1,98	71,20	2207,19
Noviembre	1,85	0,30	0,56	0,94	0,52	0,61	21,93	657,90
Diciembre	1,49	0,15	0,22	0,94	0,21	0,25	8,85	274,22
TOTAL							804,02	24599,50

Siendo la superficie del cultivo de 37.389 hectáreas y la densidad de plantación de 277 árboles por hectárea, se determinan las necesidades por hectárea y año:

$$24,5995 \frac{m^3}{\text{árbol} \cdot \text{año}} \cdot 277 \frac{\text{árbol}}{ha} = 6.838,661 \frac{m^3}{ha \cdot \text{año}}$$

$$6.838,661 \frac{m^3}{ha \cdot \text{año}} \cdot 37,389 ha = 218.837,152 \frac{m^3}{\text{año}}$$

2.4.4. NÚMERO DE SECTORES DE RIEGO

La finca se dividirá en una serie de sectores para organizar el riego y el abonado. Para calcular el número de sectores debemos seguir una serie de pasos:

$$N^{\circ} \text{sectores} \geq \frac{Q_r}{Q_d}$$

Siendo:

Q_r : caudal requerido (m^3/h)

Q_d : caudal disponible (m^3/h)

$$Q_r = \frac{n_e \cdot q_e \cdot S}{M_p}$$

Donde:

N_e : número de emisores por árbol

Q_e : caudal por emisor (l/h)

S : superficie destinada al cultivo (m^2)

M_p : marco de plantación (m^2)

$$Q_r = \frac{8 \cdot 4 \cdot 373890}{36 \cdot 1000} = 332.3 \frac{m^3}{h}$$

$$N^{\circ} \text{sectores} \leq \frac{JER \cdot I}{T_r} = \frac{16 \cdot 1}{5.19} \approx 3$$

Donde:

JER : jornada efectiva de riego (16 h)

I : intervalo entre riegos. Al regarse todos los días es igual a 1.

T_r : tiempo de riego

Como no debe superarse los tres sectores de riego en la finca, para así cumplir con las jornadas de riego efectivas, la bomba a utilizar debe tener un caudal superior a:

$$N^{\circ} \text{sectores} \geq \frac{Q_r}{Q_d}$$

$$Qd \geq \frac{Qr}{N^{\circ}\text{sectores}} = \frac{332.34}{3} = 110.78 \frac{m^3}{h}$$

Se establecerán 3 sectores de riego, cada uno de ellos requerirá un caudal de:

$$Qr_1 = \frac{8 \cdot 4 \cdot (47638.8)}{36 \cdot 1000} = 42.35 \frac{m^3}{h}$$

$$Qr_2 = \frac{8 \cdot 4 \cdot (132000)}{36 \cdot 1000} = 117.33 \frac{m^3}{h}$$

$$Qr_3 = \frac{8 \cdot 4 \cdot (194251)}{36 \cdot 1000} = 172.66 \frac{m^3}{h}$$

Serán elegidas tres bombas distintas, cada una con caudal y potencia óptima para cada sector, para así evitar pérdidas de rendimiento al pasar el riego de un sector a otro.

A continuación se muestra el tiempo total de riego establecido para el cultivo durante todo el año:

Mes	TIEMPO TOTAL DE RIEGO (h)
Enero	12,09
Febrero	15,56
Marzo	43,81
Abril	64,36
Mayo	89,94
Junio	112,92
Julio	178,46
Agosto	156,55
Septiembre	118,08
Octubre	80,17
Noviembre	24,71
Diciembre	9,95
TOTAL	906,62

3. PLANTACIÓN

La plantación se realizará en el periodo de paro vegetativo, poco antes de comenzar a brotar.

Se deberá realizar previamente un desbroce y labrado del terreno, el cual también habrá sido previamente abonado en profundidad con un complejo N-P-K 15.

Una excavadora con cazo será la encargada de realizar las perforaciones, en las que posteriormente se introducirá la planta comprada a raíz desnuda y cubierta con materia orgánica y tierra.

Acto seguido, se pasará una única hilera de lateral portagoteros, y será un único emisor colocado a diez centímetros del tronco el que administre el riego a la planta en el primer año, siendo el primer riego en el momento del trasplante. Será necesario colocar una guía hasta que la planta enraíce.

Al segundo año se procederá a la colocación de la segunda hilera de laterales, y serán dos emisores los que rieguen la planta, habiendo separado un metro del tronco por cada lado.

Al tercer año, cuatro emisores de forma equidistante regarán la planta.

Al cuarto año, los laterales se colocarán en su posición final, y se pincharán los cuatro emisores restantes, quedando la disposición del riego fija para el resto de la vida de la planta.

El modo correcto de realizar el transplante es el siguiente:

- Obertura de la zanja.
- Aplicación de una cama de substrato, sobre la cual descansará el cepellón.
- Inserción de la planta y colocación de la guía.
- Cobertura total de la zanja con tierra extraída anteriormente, habiendo seleccionado para el relleno la de mejor calidad.
- Ligera opresión para asegurar un mayor contacto entre raíz y suelo.
- Colocación de lateral portagoteros, suministrando un riego intenso.

Con un marco de plantación de 6 x 6, serán necesarios 10356 árboles para cubrir la extensión de la finca, siendo el coste por árbol injertado de 3 €/ud. A este precio se le sumará la mano de obra, maquinaria y coste de abonado.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO VII

DISEÑO HIDRÁULICO

ÍNDICE ANEJO VII

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO	1
	2.1. SUBUNIDAD DE RIEGO.....	2
	2.2. TOLERANCIA MÁXIMA DE PRESIONES EN LA SUBUNIDAD.....	3
	2.3. DIMENSIONADO DE LATERALES.....	4
	2.4. DIMENSIONADO DE LATERALES DE LA SUBUNIDAD.....	8
	2.5. DIMENSIONADO DE LA TERCIARIA.....	8
	2.5.1. VARIACIÓN DE PRESIÓN EN LATERAL Y TERCIARIA.....	9
	2.5.2. DIÁMETRO DE TERCIARIA.....	10
	2.6. CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN.....	12
	2.6.1. SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN.....	12
	2.6.2. PÉRDIDA DE CARGA DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN	12
	2.6.3. ALTURA MANOMÉTRICA DE ASPIRACIÓN.....	13
	2.6.4. ALTURA MANOMÉTRICA DE IMPULSIÓN	13
3.	TUBERÍAS Y ELEMENTOS AUXILIARES DE LA RED	14
	3.1. TUBERÍAS Y MATERIALES	14
	3.1.1. ELEMENTOS DE ACOPLA Y UNIÓN.....	14
	3.2. ZANJAS.....	14
4.	RESULTADOS GESTAR.....	16

1. INTRODUCCIÓN

Una vez efectuado el diseño agronómico de la instalación, el de emisores por planta, separación entre estos, frecuencias de riego, etc. Se procede al diseño y dimensionado hidráulico. Este se divide en dos fases:

- Diseño y cálculo de las subunidades de riego.
- Trazado y dimensionado de la red de primarias y secundarias.

2. DIMENSIONADO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

El dimensionado de cualquier subunidad debe realizarse de tal manera que las plantas menos regadas reciban, al menos, la dosis mínima necesaria para evitar mermas en la producción.

Para que se cumpla esta condición, la variación máxima de caudales en la subunidad ha de ser inferior al 10%, puesto que en el presente proyecto se ha optado por un valor de uniformidad de emisión del 90% para realizar el diseño agronómico.

Las subunidades de riego están formadas normalmente por una válvula reguladora de presión, la cual constituye el origen de la misma, y por una serie de tuberías terciarias y ramales o laterales de riego.

Los ramales son los elementos en los que se encuentran situados los goteros. La situación, características y forma de los goteros es muy variable en función del tipo de instalación proyectada. A continuación serán definidas las características más relevantes de los goteros escogidos de catálogo comercial para el desarrollo del proyecto.

DATOS TÉCNICOS GOTEROS

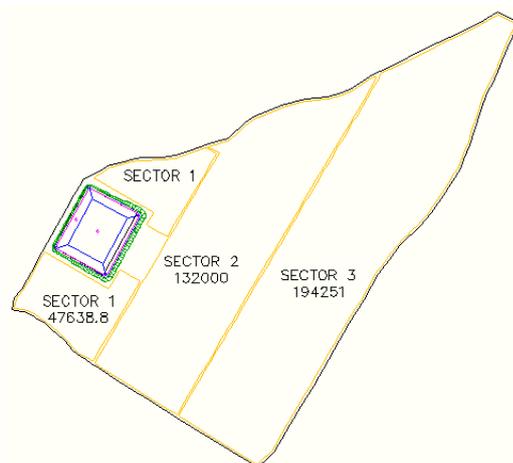
TIPO GOTERO	AUTOCOMPENSANTE, ANTIDRENANTE
CAUDAL NOMINAL (L/H)	4
INTERVALO PRESIÓN- AUTOCOMPENSACIÓN (bar)	1.2-3.5
PRESIÓN DE CIERRE / APERTURA(bar)	0.3-1.2
ECUACIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE 3.55 EXPONENTE 0.04

2.1. SUBUNIDAD DE RIEGO

Basándose en datos de diseño agronómico, la finca está formada por tres sectores de riego, los cuales conforman subunidades por separado.

Se expone a continuación las características de cada uno de ellos: superficie (omitiendo caminos) y caudal.

	SUPERFICIE CULTIVADA (m ²)	CAUDAL (m ³ /h)	CAUDAL (l/s)
TOTAL	373890	332,35	92,32
SECTOR 1	47639	42,35	11,76
SECTOR 2	132000	117,33	32,59
SECTOR 3	194251	172,67	47,96



2.2. TOLERANCIA MÁXIMA DE PRESIONES EN LA SUBUNIDAD

A partir de la ecuación característica del emisor se relaciona la variación máxima de caudales admisible con la máxima variación de presiones admisible en la subunidad. La máxima diferencia de presión admisible en la subunidad se calcula mediante la siguiente fórmula, deducida a partir de la variación máxima relativa de caudales en una subunidad:

$$\Delta H_s (\text{m. c. a.}) = 0.1 \cdot \frac{1}{x} \cdot H$$

Siendo:

Δh_s : máxima variación de presión de la subunidad

H: presión de trabajo de los emisores

X: exponente de descarga del emisor

Al utilizarse emisores autocompensantes y antidrenantes para el diseño de los laterales, no es aplicable la ecuación expuesta anteriormente.

La máxima variación de presiones admisible en la subunidad vendrá determinada por la diferencia de presiones que conforman el intervalo de compensación del emisor. Sin embargo se deben fijar las siguientes restricciones:

- Presión mínima de funcionamiento de la subunidad: H: 8-10 m.c.a.
- Variación máxima de presiones en la subunidad: Δh : 5-10 m.c.a.

Teniendo en cuenta estas restricciones, se adopta como valor de cálculo Δh_s : 10 m.c.a., y la presión de trabajo del emisor será de 15 m.c.a.

DATOS TÉCNICOS GOTEROS

TIPO GOTERO	AUTOCOMPENSANTE, ANTIDRENANTE
CAUDAL NOMINAL (L/H)	4
INTERVALO PRESIÓN- AUTOCOMPENSACIÓN (bar)	1.2-3.5
PRESIÓN DE CIERRE / APERTURA(bar)	0.3-1.2
ECUACIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE 3.55 EXPONENTE 0.04

2.3. DIMENSIONADO DE LATERALES

Los ramales portagoteros serán de polietileno de baja densidad, de diámetro nominal 20 mm, con un diámetro interior de 16 mm.

Según Keller y Karmeli (1975), la variación máxima de presiones admisible en la subunidad debe repartirse de la siguiente forma:

- 55% en el lateral: $\Delta H_{lt} = 0.55 \cdot \Delta H_s = 5.5 \text{ m.c.a.}$
- 45% en la terciaria: $\Delta H_t = 0.45 \cdot \Delta H_s = 4.5 \text{ m.c.a.}$

Para la realización de los cálculos hidráulicos sobre las cuales se dimensionarán los laterales, se debe establecer una relación y procedimiento de cálculo en primer lugar.

- Pérdida de carga admisible:

$$\Delta H_{lt} = \Delta H_s - Z_{lt}$$

Siendo:

ΔH_{lt} : Pérdida de carga admisible en el lateral

ΔH_s : Diferencia máxima de presiones admisible en la subunidad

Z_{lt} : Desnivel del lateral (m). El valor será positivo con desnivel ascendente, y negativo con desnivel descendente.

- Caudal en el inicio de lateral:

$$Q_{lt} = q_e \cdot n_e$$

Siendo:

Q_{lt} : Caudal inicio del lateral

Q_e : Caudal del emisor

N_e : Número de emisores

- Longitud del lateral:

$$L_{lt} = (N_l - 1) \cdot S_e \cdot N_{eg} + (N_g - 1) \cdot S_g + S_0$$

Donde:

L_{lt} : Longitud del lateral

N_l : Número de emisores en cada grupo

S_e : Separación entre emisores

N_{eg} : Número de emisores por grupo

N_g : Número de grupos

S_g : Separación entre grupos

S_0 : Separación entre el inicio del ramal y el primer gotero

- Factor de Christiansen (Fr)

$$r = \frac{S_0}{S_l} = 1$$

$$Fr = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m-1}}{6n^2}$$

Siendo:

So: separación al primer emisor

Sl: separación entre laterales

M: exponente de la fórmula de pérdida de carga que adopta valor de 1.75

N: número total de emisores

$$r = \frac{S_0}{S_l} \neq 1$$

$$Fr = \frac{r + n \cdot F - 1}{r + n - 1}$$

Donde:

F: factor de Christiansen para valor de n

$$r = \frac{S_0}{S_l} \neq 1; \text{goteros agrupados}$$

$$Fr = \frac{(r + n \cdot F - 1) + (g \cdot F_g - 1) \cdot (r_g - 1)}{(e - 1) \cdot g + (g - 1) \cdot r_g + r}$$

Donde:

F: Valor de Christiansen para valor de r=1

E: Número de emisores por grupo

G: Número de grupos

N=e·g: Número total de derivaciones

Fg: Factor de Christiansen para número de derivaciones igual a “g”

- Pérdida de carga

$$h_{it} = (L_{it} + n \cdot l_e) \cdot F_r \cdot C \cdot \frac{Q_t^{1.75}}{D_i^{4.75}}$$

Donde:

L_{it} : Longitud del lateral (m)

L_e : Longitud equivalente del emisor en metros. Se adopta el supuesto de un diámetro de 20mm, siendo el diámetro interior 16mm

$$l_e = \frac{18.91}{D_i}$$

C: Coeficiente dependiente de la temperatura

N: Número de derivaciones

Fr: Factor de Christiansen

Q_t : Caudal en el inicio del lateral (l/h)

D_i : Diámetro interior comercial (mm)

VALORES DE COEFICIENTE "C" EN FUNCIÓN DE LA Tª

5	0.52
10	0.5
15	0.48
20	0.46
25	0.45
30	4.37
35	0.43
40	0.42
45	0.41
50	0.4
55	0.4
60	0.38

- Presión en el inicio del lateral

$$\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} + \beta \cdot h_{it} + \alpha \cdot Z_{it}$$

Siendo:

$\frac{P_0}{\gamma}$: Presión en cabezal del lateral o terciaria

$\frac{P}{\gamma}$: Presión de funcionamiento del emisor, o presión en cabezal del lateral

β : En aspersión es 0.75. En goteo varía según la tubería esté diseñada con uno, dos o más diámetros, siendo los valores 0.73, 0.63 y 0.5, respectivamente. La tubería proyectada adopta un valor de 0.73, ya que no contempla tuberías de más de un diámetro.

α : 0.5 para riego por aspersión y goteo

h_{it} : Pérdida de carga en el lateral

Z_{it} : Desnivel geométrico del lateral o terciaria. Se considera positivo si el agua discurre con un sentido ascendente y negativo si lo hace en sentido descendente

2.4. DIMENSIONADO DE LATERALES DE LA SUBUNIDAD

Para el cálculo de los laterales de las subunidades se ha considerado:

- Los cálculos se realizan en función del lateral más desfavorable.
- La presión mínima de funcionamiento de cada emisor es de 15 m, y será satisfecha en todos los casos.

2.5. DIMENSIONADO DE LA TERCIARIA

Para dimensionar las tuberías terciarias de las subunidades de los cultivos arbóreos se utilizarán tuberías de PVC, de diámetro nominal 50mm con un diámetro interno de 46.4 mm. La presión nominal de estas tuberías es de 10 atm.

2.5.1. VARIACIÓN DE PRESIÓN EN LATERAL Y TERCIARIA

La variación de presión en el lateral corresponde a la siguiente expresión:

$$\Delta H_{lt} = \Delta H_s - Z_{lt}$$

Siendo:

ΔH_{lt} : Diferencia máxima de presiones admisible en el lateral

ΔH_s : Diferencia máxima de presiones admisible en la subunidad

Z_{lt} : Desnivel del lateral (m). El valor será positivo con desnivel ascendente, y negativo con desnivel descendente.

La variación de presión en la terciaria corresponde a la diferencia entre la variación de presión de la subunidad y la del lateral de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta H_t = \Delta H_s - \Delta H_{lt}$$

Donde:

ΔH_t : Diferencia máxima de presiones admisible en la terciaria

ΔH_{lt} : Diferencia máxima de presiones admisible en el lateral

ΔH_s : Diferencia máxima de presiones admisible en la subunidad

Una vez determinada la diferencia máxima de presiones admisibles en la terciaria, se calcula mediante la siguiente expresión la pérdida de carga admisible en la terciaria:

$$\Delta H_t = \Delta H_t - Z_t$$

Donde:

ΔH_t : Pérdida de carga admisible en la terciaria

ΔH_t : Diferencia máxima de presiones admisible en el lateral

Z_t : Desnivel de la terciaria en metros. Será positiva si el desnivel es ascendente y negativa si es descendente.

2.5.2. DIÁMETRO DE TERCIARIA

$$D_i = \left(K_m \cdot L_t \cdot F_d \cdot C \cdot \frac{Q_t^{1.75}}{\Delta h_t} \right)^{\left(\frac{1}{4.75} \right)}$$

Siendo:

D_i : Diámetro interior (mm)

K_m : Coeficiente mayorante por pérdidas localizadas. Valor 1.2

L_t : Longitud terciaria (m)

F_d : Factor reductor

C : Coeficiente dependiente de la temperatura

Q_t : Caudal en el inicio de la terciaria (l/h)

La longitud de la terciaria en metros se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L_t = L_0 + n_{it} \cdot S_{it} + (n_f - 1) \cdot L_g$$

Siendo:

L_t : Longitud total de la terciaria

L_0 : Longitud desde el inicio de la terciaria al primer lateral

n_{it} : Número de laterales

S_{it} : Separación entre laterales de una misma línea de árboles

n_f : Número de filas de árboles

L_g : Separación entre grupos de laterales

El caudal de la terciaria se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_t = \frac{S \cdot n_e \cdot q_e}{Mp}$$

Donde:

S : Superficie de la subunidad

n_e : Número de emisores

q_e : Caudal del emisor (4 l/h)

Mp : Marco de plantación (6·6)

Una vez obtenido el diámetro de la tubería, se elige el diámetro comercial inmediatamente superior y se calcula la pérdida de carga y la presión al inicio de la tubería terciaria mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Para PE} \rightarrow hr = 0.00083 \cdot \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}} \cdot L$$

$$\text{Para PVC} \rightarrow hr = 0.00092 \cdot \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}} \cdot L$$

$$\frac{P_{inicio}}{\gamma} = \Delta z + (hr_{lpg} + hr_{terc}) + \frac{P_{final}}{\gamma}$$

Siendo:

Q: Caudal (m³/s)

D: Diámetro interior seleccionado (m)

L: Longitud tramo (m)

Δz : Diferencia de cotas entre el punto inicial y el final

Hr: Pérdidas de carga en el lateral del gotero y en la terciaria

Pfinal: Presión demandada al final del tramo. En el caso de los laterales portagoteros son 15 metros, pues es la presión demandada por el último emisor

2.6. CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN

2.6.1. SECCIÓN DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN

Esta tubería ha sido calculada en el Anejo IX, correspondiente al cálculo del embalse.

La tubería empleada para la aspiración será de PVC PN-10; D_{interior}: 230,8mm y D_{exterior}: 250 mm

2.6.2. PÉRDIDA DE CARGA DE LA TUBERÍA DE ASPIRACIÓN

Será empleada la fórmula de Veronesse- Datei para el cálculo de la pérdida de carga en la tubería de aspiración.

$$hr = 0.00092 \cdot \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}} \cdot L$$

Siendo:

Q: Caudal (m³/s)

D: Diámetro interior seleccionado (m)

L: Longitud tramo (m)

$$hr = 0,00092 \cdot \frac{0,06^{1,8}}{0,3694^{4,8}} \cdot 31 = 0,021 \text{ m.c.a.}$$

2.6.3. ALTURA MANOMÉTRICA DE ASPIRACIÓN

Se obtendrá de la siguiente expresión:

$$H_{ma} = H_{ga} + h_a$$

Siendo:

H_{ga} : Desnivel desde la balsa hasta la estación de bombeo

h_a : Pérdida de carga de aspiración

$$H_{ma} = -1 + 0.021 = -0.979 \text{ m.c.a.}$$

2.6.4. ALTURA MANOMÉTRICA DE IMPULSIÓN

$$H_{mi} = \frac{P_1}{\gamma} + h_c$$

$\frac{P_1}{\gamma}$: Presión en el cabezal. 31 m.c.a. para el sector más desfavorable

h_c : Pérdida de carga en el filtro, contador y válvula= 10 m.c.a.

$$H_{mi} = 31 + 10 = 41 \text{ m.c.a.}$$

2.6.5. ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

La altura total se obtiene de la suma de las alturas manométricas de aspiración e impulsión.

$$H_{mi} = -0.979 + 41 = 40.021 \text{ m. c. a.}$$

3. TUBERÍAS Y ELEMENTOS AUXILIARES DE LA RED

3.1. TUBERÍAS Y MATERIALES

Las tuberías elegidas para la ejecución de la red de transporte son de PVC, para evitar problemas de corrosión por los ácidos y fertilizantes que transportará la red de riego. Otra ventaja de este material es el fácil montaje y la gran variedad de accesorios que pueden encontrar.

Estas tuberías irán enterradas en zanja ya que el contacto directo con los rayos solares la degradarían.

3.1.1. ELEMENTOS DE ACOUPLE Y UNIÓN

Los acoples en los tramos de tubería de diferentes diámetros se realizan con codos de reducción y si se trata de la unión de una línea que diverge en dos se realiza mediante "T" reducidas o iguales, según el caso. Se utilizarán también codos de 45 y 90° para las curvas. La colocación de válvulas de alivio, hidrantes y de retención se realizará mediante bridas y portabridas.

3.2. ZANJAS

Las zanjas cumplirán los siguientes requisitos:

- La anchura de la zanja dependerá del diámetro exterior de la tubería y del acoplamiento de los tubos, el cual debe permitir el encolado por parte de los operarios.
- La profundidad de la zanja variará según el diámetro exterior de la tubería, así como por el espesor del lecho.
- Cuando la tubería cruce un camino, una tubería de hormigón armado cubrirá la tubería de PVC para evitar su rotura con el peso de los vehículos. La zanja y la cubierta de arena se realizará de la misma manera. Se pueden ver los detalles constructivos en el Plano Nº 8.

El modo correcto de realizar las zanjas es el siguiente:

- Obertura de la zanja.
- Retirada de elementos que puedan ocasionar fisuras en la tubería.
- Aplicación de una cama de arena fina, sobre la cual descansará la tubería.
- Puesta de tubería.
- Cubierta de arena para proteger de nuevo la tubería.
- Cobertura total de la zanja con tierra extraída anteriormente, habiendo seleccionado para el relleno la de mejor calidad

En la siguiente tabla se exponen las dimensiones de las zanjas en función del diámetro de la tubería:

DIÁMETRO NOMINAL TUBERÍA (MM)	ANCHO DE ZANJA (CM)	PROFUNDIDAD ZANJA (CM)
<32	45	55
40	45	55
50	45	65
63	50	65
75	55	70
90	55	70

110	60	70
125	60	70
140	60	75
160	70	75
180	70	75
200	70	75
250	75	80
315	80	85

4. RESULTADOS GESTAR

Para el dimensionado y timbraje de las tuberías se ha hecho uso del programa informático GESTAR.

Se imprimirán tres listados distintos, correspondiente a los sectores 1, 2 y 3 respectivamente.

La función del programa es dimensionar las redes de riego atendiendo a criterios hidráulicos y económicos. Se le introducen distintos criterios para satisfacer las necesidades del sistema de riego y hacerlo apto para lograr las necesidades establecidas, y posteriormente se obtiene todo el dimensionado de las tuberías y el coste del material.

Para el diseño se han tenido en consideración distintos criterios:

- Las conducciones serán de PVC, con junta elástica de goma.
- El dimensionado se ha realizado en base a un coste mínimo, pero teniendo en consideración los siguientes aspectos:

Precio del Kw/h:	0.073492 €
Horas de riego anuales:	913.65 h
Interés:	4%
Amortización:	20 años
Rendimiento bombeo:	70%
Velocidad del agua comprendida entre:	0.5-2.5 m/s
La presión mínima necesaria en las subunidades de riego se satisface en todos los nudos	

En el Plano Nº 14 se puede observar la numeración de los nodos.



**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO VIII

CABEZAL DE RIEGO

ÍNDICE ANEJO VIII

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	COMPONENTES.....	1
	2.1. EQUIPO BOMBEO	1
	2.2. EQUIPO FILTRACIÓN	2
	2.3. EQUIPO FERTIRRIGACIÓN	2



1. INTRODUCCIÓN

El cabezal de riego es un elemento fundamental para la finca, ya que desempeña funciones varias, como son regular el sistema de riego de toda la explotación adaptando la presión a cada sector, filtrar el agua para evitar obstrucciones en los emisores y en el conjunto de tuberías, incorporar al riego elementos fertilizantes, etc., y todo esto se puede conseguir de forma automática.

2. COMPONENTES

Para el correcto funcionamiento del cabezal, es necesaria la incorporación del equipo de bombeo, que impulsará el agua a la presión requerida por todo el sistema de tuberías, un equipo de filtrado, encargado de eliminar cuerpos que puedan obstruir el sistema de riego, y el equipo de fertirrigación, encargado de incorporar a la red los fertilizantes necesarios para el correcto desarrollo del cultivo.

2.1. EQUIPO BOMBEO

Estará compuesto por un total de tres bombas horizontales, una por cada sector, con el fin de ajustarse al rendimiento óptimo de trabajo en cada situación y así eliminar trabajos a bajos rendimiento y pérdidas de energía.

A continuación se muestran las características de las bombas:

BOMBAS	CAUDAL (m ³ /h)	ALTURA (m.c.a.)	POTENCIA (kW)	RENDIMIENTO (%)
BOMBA 1	41.04	33.5	6.47	70.7
BOMBA 2	113.76	31.7	16.18	76.8
BOMBA 3	163.8	29	18.38	79.9

2.2. EQUIPO FILTRACIÓN

El sistema de filtrado estará compuesto por dos filtros de arena y tres filtros de anillas.

- Los filtros de arena están fabricados en acero al carbono, y serán capaces de procesar un caudal máximo de 138 m³/h, siendo la superficie de filtrado de 2,13 m², que eliminarán las impurezas orgánicas que pueda transportar el agua almacenada en el embalse. Soportan una presión de trabajo de hasta 10 bares.
- El filtrado por anillas está compuesto por tres filtros autolimpiantes, con un gasto muy pequeño de agua de limpieza, y sin ser necesario gasto eléctrico para invertir el proceso de autolimpieza. Durante el proceso de limpieza no se detiene el filtrado. Tendrán un tamaño de filtrado de 500 micras. Será capaz de filtrar un caudal de 90 m³/h. La superficie de filtrado neta es de 1000 cm². Estos filtros son automáticos y autolimpiantes como ya se ha dicho.

2.3. EQUIPO FERTIRRIGACIÓN

El sistema de fertirrigación se compone de:

- Tres depósitos de fertilizantes de 3000-3000-1000 litros de capacidad. Los depósitos más voluminosos están destinados a abonos líquidos, y el de 1000 litros para realizar disoluciones de abonos sólidos. Los depósitos disponen de válvula manual de esfera.
- Unidad central de programación. Su función es controlar la apertura y cierre de las electroválvulas de los distintos sectores, el dosificador múltiple de fertilizantes, el mezclador y la inyección de los mismos a la red de riego. También estará automatizado el arranque y la parada de la bomba.
- Tres dosificadores de fertilizantes.
- Tres bombas inyectoras electrónicas (100 l/h).
- Tres mezcladores para los tanques de abono.

- Tres unidades de inyección, con caudalímetro.
- Tres electroválvulas de entrada a los inyectores.
- Válvula sostenedora de presión.
- Conjunto de términos de seguridad.



**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO IX

**EMBALSE REGULADOR DE
RIEGO**

ÍNDICE ANEJO IX

1.	INTRODUCCIÓN	1
	1.1. EMPLAZAMIENTO DE LA Balsa	1
2.	JUSTIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE LA Balsa	1
	2.1. BALANCE DE CONSUMOS	1
	2.2. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA Balsa	3
	2.2.1. <i>VOLUMEN TOTAL</i>	3
3.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3
	3.1. CONSIDERACIONES GENERALES	3
	3.1.1. <i>DESBROZADO Y RETIRADA DE TIERRA VEGETAL</i>	4
	3.1.2. <i>DESMONTE DE SOLERA DE TERRAPLÉN</i>	4
	3.1.3. <i>PERFILADO Y REFINADO DE PAREDES INTERIORES Y FONDO</i>	4
	3.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	5
	3.2.1. <i>CONSIDERACIONES PREVIAS</i>	5
4.	ESTABILIDAD DE TALUDES	6
	4.1. MÉTODO DE LOS NÚMEROS DE TAYLOR.....	6
	4.1.1. <i>HIPÓTESIS DE CÁLCULO</i>	7
5.	PASILLO DE CORONACIÓN	11
6.	ALTURA DE RESGUARDO	11
7.	ALIVIADERO	12
8.	ELEMENTOS DE ENTRADA Y SALIDA DE AGUA	18
	8.1. TUBERÍA DE TRANSPORTE (EMBALSE-CABEZAL)	18
	8.2. TUBERÍA DE ENTRADA DE AGUA AL EMBALSE	20
	8.3. TUBERÍA DE DESAGÜE	21
	8.3.1. <i>Cálculo del tiempo de vaciado de la balsa</i>	22
	8.3.2. <i>Cálculo del caudal máximo de desagüe</i>	22
9.	PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN.....	24
	10.1. ACCIONES SOBRE LA PANTALLA	24
	10.2. SELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE PANTALLA.....	25
	10.3. ESTRUCTURA	25

10.4. GEOSINTÉTICOS.....	26
10.4.1. GEOMEMBRANA.....	26
10.4.2. GEOTEXTILES.....	27
10.5. INSTALACIÓN DE LA LÁMINA	27
10.5.1. COLOCACIÓN DE LA LÁMINA.....	27
10.5.2. UNIÓN ENTRE LÁMINAS	28
10.5.3. CONTROLES DE IMPERMEABILIZACIÓN.....	28
10.5.4. ANCLAJE DE LA LÁMINA	28
10.6. SUPERFICIE DE LA LÁMINA.....	29
10. DRENAJE	30
11.1. DRENAJE SUPERFICIAL.....	30
11.2. DRENAJE INTERIOR	31
11.2.1. DRENAJE DEL FONDO DEL VASO.....	31
11.2.2. DRENAJE DE TALUDES INTERIORES.....	32
11.2.3. DRENAJE DEL DIQUE. DREN CHIMENEA.....	35
11. EVACUACIÓN DE AGUAS DE ESCORRENTÍA.....	35
12. VALLADO	35
13. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD	36
14. MANTENIMIENTO DE LA Balsa.....	37
15. NORMATIVA.....	38

1. INTRODUCCIÓN

El dimensionamiento de la balsa se realiza en base a criterios topográficos, geométricos y económicos, a los que posteriormente se le aplican otros criterios como el de estabilidad estructural, impacto medioambiental y evaluación de daños en caso de rotura.

Tomando como partida la ubicación mercada y en base al relieve de la zona, las características geotécnicas del terreno, y la geometría de la parcela a ocupar se dimensiona la balsa.

Una vez dimensionada, se calcula la estabilidad de los taludes y se dimensionan los mecanismos de desagüe, aliviadero, altura de resguardo y anchura de coronación.

Una vez definido la totalidad de los elementos que configuran la balsa se analiza el impacto que el mismo puede llegar a tener en el entorno, impacto medioambiental e inundabilidad.

1.1. EMPLAZAMIENTO DE LA Balsa

La ubicación de la balsa será en la zona Oeste de la finca, aprovechando la pendiente natural del terreno, y donde existe la posibilidad del acceso rodado de maquinaria y en el lugar donde se encuentra el punto de entrega de agua de la comunidad de regantes.

2. JUSTIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE LA Balsa

Se pretende la construcción de una balsa de almacenamiento de agua de riego de manera que se puedan cubrir todas las necesidades del cultivo a lo largo del año.

2.1. BALANCE DE CONSUMOS

La capacidad de la balsa reguladora se obtendrá tras analizar las demandas de agua por el cultivo y calculados en el anejo VI del presente proyecto técnico.

A continuación se muestra las necesidades hídricas del cultivo y la aportación que se hace desde la red de la comunidad de regantes:

Superficie cultivo:		37,389					
Agua (m ³ /día):		600					
Meses	Dias	ET _o (mm/mes)	K _c	ET _c (mm/mes)	N _t (mm/mes)	N _t (m ³)	Aportación (m ³)
Enero	31	53,96	0,15	8,09	9,47	3.029,4	18.600
Febrero	28	65,84	0,15	9,88	11,55	3.696,0	16.800
Marzo	31	101,71	0,30	30,51	35,69	11.420,2	18.600
Abril	30	123,91	0,35	43,37	50,72	16.231,1	18.000
Mayo	31	156,55	0,40	62,62	73,24	23.437,3	18.600
Junio	30	190,29	0,40	76,12	89,03	28.488,2	18.000
Julio	31	207,00	0,60	124,20	145,27	46.485,2	18.600
Agosto	31	180,20	0,60	108,12	126,46	40.466,4	18.600
Septiembre	30	122,28	0,65	79,48	92,96	29.746,8	18.000
Octubre	31	86,02	0,65	55,91	65,40	20.926,5	18.600
Noviembre	30	54,74	0,30	16,42	19,21	6.146,2	18.000
Diciembre	31	46,32	0,15	6,95	8,13	2.600,5	18.600
TOTAL	365	1388,82		621,68	727,11	232.673,8	219.000
						Coef. ajuste	0,9412

Como se puede observar, es mayor la demanda de agua que la disponible al cabo del año, por lo que se calculará un coeficiente de ajuste y se disminuirá ligeramente la aportación de agua al cultivo mensualmente, quedando el reparto de la siguiente forma:

Mes	Dias	Aportacion (m ³)	Riego (m ³)	Aport. Acum. (m ³)	Riego Acum. (m ³)	Diferencia
Ene	31	18.600	2.851	18.600	2.851,38	15.748,62
Feb	28	16.800	3.479	35.400	6.330,21	29.069,79
Mar	31	18.600	10.749	54.000	17.079,22	36.920,78
Abr	30	18.000	15.277	72.000	32.356,47	39.643,53
May	31	18.600	22.060	90.600	54.416,37	36.183,63
Jun	30	18.000	26.814	108.600	81.230,35	27.369,65
Jul	31	18.600	43.753	127.200	124.983,69	2.216,31
Ago	31	18.600	38.088	145.800	163.072,00	-17.272,00
Sep	30	18.000	27.999	163.800	191.070,62	-27.270,62
Oct	31	18.600	19.697	182.400	210.767,32	-28.367,32

Nov	30	18.000	5.785	200.400	216.552,36	-16.152,36
Dic	31	18.600	2.448	219.000	219.000,00	0,00
TOTAL	365	219.000	219.000	Vol máximo:		68.010,85
				Vol final (+10%):		74.811,94

Tras el estudio del balance de aportaciones y consumos de agua en la finca, la capacidad del embalse será de 74811.94 m³, considerando un incremento del volumen de un 10% de margen de seguridad de la balsa.

2.2. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA Balsa

2.2.1. VOLUMEN TOTAL

Para el cálculo del volumen de la balsa se aplica la fórmula función de la altura de la lámina de agua:

$$V = \sum_{i=0}^H \left(\frac{S_{i+1} + S_i}{2} \right) \cdot h$$

Donde:

S_{i+1} : Superficie base mayor (m²)

S_i : Superficie base menor (m²)

H: Altura de la balsa (m)

El volumen de la balsa es de 75133.3 m³, correspondiendo a 130 metros de largo, 112 metros de ancho y 7 metros de profundidad.

3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Se deberán llevar a cabo una serie de fases para la construcción de la balsa, las cuales se pasan a describir a continuación.

3.1.1. DESBROZADO Y RETIRADA DE TIERRA VEGETAL

Se proyectará la construcción de la balsa con la retirada de los primeros 25 cm de superficie vegetal, que por su naturaleza no es apta para la ejecución de terraplenes. Este material será esparcido en los bordes exteriores de los taludes externos, a fin de generar vegetación por la fertilidad de esta capa.

El volumen aproximado de tierra vegetal retirado será de 5000 m³, y se conservará apartado durante la fase de creación del vaso y los taludes de la balsa hasta el momento de su deposición sobre los taludes.

3.1.2. DESMONTE DE SOLERA DE TERRAPLÉN

Además del desbroce, en las bases de los terraplenes se realizará un vaciado de cimentación de una profundidad aproximada de 30 cm, cuyo fin es iniciar un terraplenado con buenas condiciones de estabilidad, y reducir así los posibles asentamientos.

Esta fase de vaciado retirará un volumen de 3770 m³ de tierra.

3.1.3. PERFILADO Y REFINADO DE PAREDES INTERIORES Y FONDO

Una vez finalizado el movimiento de tierras y la formación del vaso de la balsa, se procederá a dejar el pasillo de coronación nivelado y con la anchura fijada.

Los perfiles interiores de dicho camino quedarán uniformes, y las paredes y fondo, que serán las superficies en contacto con el geotextil, se repasarán hasta dejarlas exentas de elementos gruesos, para que no puedan haber posibles pinchamientos de la posterior lámina de polietileno de alta densidad.

3.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Para el cálculo de los volúmenes de desmonte y terraplén se han tenido en cuenta las dimensiones y pendientes que deberán tener, así como la altura de la balsa, etc. Como se muestra en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS DE LA Balsa	
COTA DE PASILLO DE CORONACIÓN (m)	538.2
COTA DE SOLERA (m)	530.6
ALTURA RESGUARDO (m)	0.6
PENDIENTE DE SOLERA (%)	0,5
COTA DE TUBERÍA DE SALIDA (m)	529.6
PROFUNDIDAD (m)	7
TALUD EXTERIOR TERRAPLÉN	1.5/1
TALUD EXTERIOR DESMONTE	1/1
TALUD INTERIOR	2.5/1
ANCHO DEL PASILLO DE CORONACIÓN (m)	4

3.3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

Se debe conocer el volumen y el tipo de material existente, ya que el mismo no es constante por lo que se habla de tres tipos de volúmenes:

- Volumen de terreno natural (V_n): m^3 que ocupa el terreno puesto en el suelo.
- Volumen de terreno suelto (V_s): m^3 que ocupa el terreno tras excavarlo, amontonarlo y transportarlo.
- Volumen de terreno compactado (V_c): m^3 que ocupa el terreno puesto en el suelo y al que se le ha ejercido el proceso de compactación.

COEFICIENTES DE ESPONJAMIENTO Y DE REDUCCIÓN DE VOLUMENES

TIPO DE SUELO	VN/VC	VS/VC	VS/VN
MEZCLA BIEN GRADUADA DE GRAVA Y ARENA, ARENA FINA	1.05	1.17	1.1
GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS O ARCILLOSAS	1.1	1.35	1.22
SUELOS LIMOSOS Y ARCILLOSOS	1.15	1.45	1.26

Al ser el suelo de la finca franco, los coeficientes tomados en este caso para el cálculo de la cubicación son:

- Coeficiente de esponjamiento para el desmonte: 1.22
- Coeficiente de compactación para el terraplén: 1.1

La finalidad del cálculo del volumen del movimiento de tierras es evitar aportaciones exteriores de material, ya que incrementaría el presupuesto. Para ellos se debe igualar los volúmenes de desmonte y terraplén, y tener en cuenta el espesor de tierra vegetal de 25 cm.

4. ESTABILIDAD DE TALUDES

La estabilidad del dique puede fallar por alguna de las siguientes causas:

- Por vuelco. En el caso de embalses realizados con materiales sueltos, la causa del vuelco no se puede considerar, pues aparte de que el enorme peso del material estabiliza ampliamente los momentos posibles, la estructura en sí no tiene ninguna rigidez para transmisión de tales momentos hacia el posible eje de giro.
- Por deslizamiento.
- Por asentamientos sucesivos.

4.1. MÉTODO DE LOS NÚMEROS DE TAYLOR

Normalmente tanto el talud de aguas abajo como el de aguas arriba se prefijan, de tal manera que el perfil del dique queda diseñado previamente. Se trata con este método de comparar la inclinación de los taludes prefijados con la obtenida en función de las características geotécnicas del terreno con que se construirá el dique, determinando de esta manera su estabilidad o inestabilidad.

4.1.1. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

El método se basa en comparar la inclinación de los taludes diseñados con la inclinación obtenida en función de las características geotécnicas del terreno con el que se va a construir el dique, determinando así su futura estabilidad.

Para el cálculo se establecen dos hipótesis:

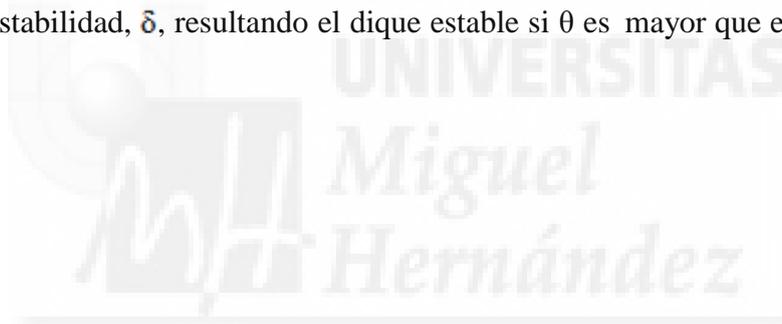
- Hipótesis I: embalse lleno. Se calcula el talud exterior de aguas abajo por ser la situación más desfavorable.
- Hipótesis II: desembalse rápido. Se calcula en este caso el talud interior de aguas arriba por ser el más desfavorable en esta situación.

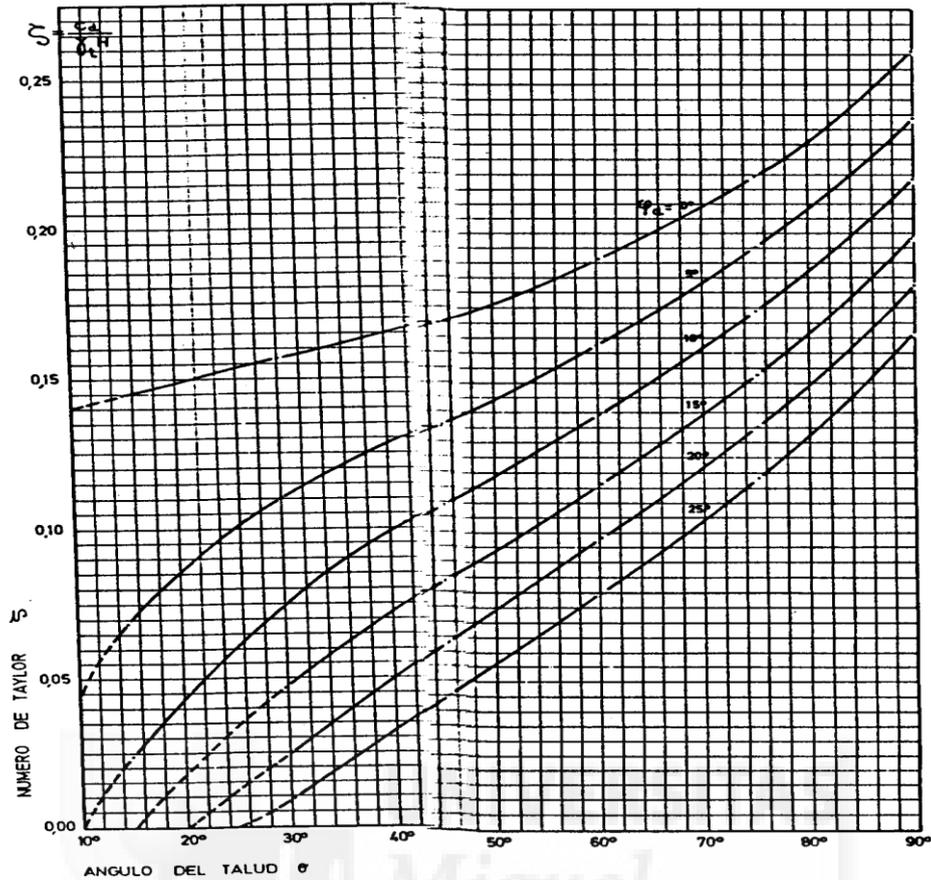
Para el cálculo de las hipótesis se necesitan los siguientes datos:

TALUDES	
Densidad de la tierra húmeda. γ_H : (kg/m³)	2000
Densidad de la tierra saturada: γ_T : (kg/m³)	2040
Altura del dique. H (m)	7
Ángulo de rozamiento interno. Φ (°)	30
Ángulo de rozamiento interno minorado. $\Phi_d =$ $\text{tg}\phi/F_\phi$ (°)	21°3'
Angulo crítico de rozamiento interno: $\Phi'_d = 1/2 \cdot$ Φ_d	10°31'
Cohesión. C (kg/m²)	2829
Cohesión minorada. $C_d = C/F_c = 2829/1.5$ (kg/m²)	1886
Cohesión húmeda. C_h (kg/m²)	1258

Cohesión húmeda minorada.	856.8
$C_{hd}=0,1285/1,5(kg/m^2)$	
Talud aguas arriba.	2.5:1 $\theta_1=21^\circ48'$
Talud aguas abajo.	1,5:1 $\theta_1=33^\circ41'$
Se considera que el talud es homogéneo, uniforme y sin filtraciones. Se fija los siguientes coeficientes de seguridad:	
Coefficiente de minoración para la cohesión. F_c	1.5
Coefficiente de minoración para el ángulo de rozamiento interno. F_ϕ	1.5

El ángulo del talud con la horizontal viene dado directamente del ábaco de Taylor en función del factor de estabilidad, δ , resultando el dique estable si θ es mayor que el ángulo de dique diseñado:





Comprobación de talud aguas abajo:

$$\delta = \frac{C_d}{\gamma_H \cdot H} = \frac{1886}{2000 \cdot 7} = 0.134$$

Luego entrando en el ábaco de Taylor con el valor $\xi = 0,134$ y $\Phi d = 21^\circ 3'$, sale un ángulo crítico del talud aguas abajo $\theta = 77^\circ$ que es mayor que $33^\circ 41'$, por lo que el talud es estable.

Comprobación del talud aguas arriba:

$$\delta = \frac{C_d}{\gamma_H \cdot H} = \frac{856.8}{2040 \cdot 7} = 0.06$$

Luego entrando en el ábaco de Taylor con el valor $\xi = 0,06$ y $\Phi'd = 10^{\circ}31'$, sale un ángulo crítico del talud aguas arriba de $\theta = 26^{\circ}$ que es mayor que $21^{\circ}48'$, por lo que el talud es estable.

Tabla resumen de resultados del cálculo de la estabilidad del dique

TALUD	PENDIENTE DISEÑO	ÁNGULO DISEÑO	ÁNGULO CRÍTICO (TAYLOR)	ESTABILIDAD
INTERIOR	2.5:1	21°48'	26	ESTABLE
EXTERIOR	1.5:1	33°41'	77	ESTABLE



5. PASILLO DE CORONACIÓN

La anchura entre las aristas superiores de los taludes debe ser mínima (por razones económicas) aunque suficiente para disponer de un camino de servicio. Para fijar su dimensión mínima se emplea la fórmula:

$$C = 3 + \frac{H}{5}$$

Donde:

C: Ancho del camino de coronación (m). Su valor no debe ser inferior a 4m.

H: Altura del dique (m).

6. ALTURA DE RESGUARDO

Se entiende por resguardo la distancia vertical entre el máximo nivel del agua y la coronación del embalse. El resguardo debe diseñarse con especial atención, por el peligro que representa que el agua se vierta por encima del dique. Además, el resguardo tiene como misión defender la coronación del embalse de ser afectada por el oleaje.

Este oleaje puede hacer que la balsa se desborde por la coronación, provocando la erosión del talud aguas abajo, lo que puede causar regueros y cárcavas peligrosas para la estabilidad del dique. Existen diferentes formulas para evaluar la altura de las olas, la más utilizada es la siguiente:

$$h = 0.9 \cdot \sqrt[4]{L}$$

L: Longitud máxima del embalse (km). Para este proyecto 0.130 km.

H: Altura de resguardo (m).

$$h = 0.9 \cdot \sqrt[4]{0.13} \approx 0.6 \text{ m}$$

Para la protección del talud exterior (aguas abajo) de la erosión provocada por la lluvia, la cobertura con material vegetal evitará la formación de cárcavas y erosión superficial, utilizando especies de desarrollo horizontal, adecuadas para la climatología de la zona.

Cuando la longitud de los taludes supera los 15 m se suelen producir regueros o canalillos por el arrastre de las pequeñas corrientes. Para evitar este efecto, se disponen bermas que limitan la longitud de estas corrientes, ya que suponen la interrupción de las mismas. En el lado interior de estas bermas, se deben colocar cunetas con un revestimiento simple para recoger y evacuar las escorrentías.

En zonas de aridez extrema se puede proteger el talud aguas abajo con una escollera.

7. ALIVIADERO

Es un dispositivo fundamental para la seguridad del embalse. Con él se evitan los riesgos de desbordamiento. Su función es derivar el exceso de caudal hacia un cauce natural o artificial para impedir la erosión del dique y los daños a bienes y personas aguas abajo del embalse.

El aliviadero es un simple orificio situado en la altura de resguardo, acotando así la capacidad útil del embalse, de forma que superada ésta, se produzca la salida del exceso de caudal entrante a través del aliviadero. Este debe permanecer siempre abierto.

Es frecuente adoptar aliviaderos en forma de canal rectangular de anchura y altura variables, que atraviesen el camino de coronación, por lo que el comportamiento hidráulico es similar al de un vertedero de cresta ancha. Además se les puede colocar una losa de hormigón por encima, para que no se interrumpa el camino de coronación, o bien dejarlo sin cubrir en forma de badén sobre el camino. Es importante que el aliviadero esté protegido con una malla para evitar la entrada de animales, pero al mismo tiempo permita la salida de los elementos gruesos que haya

flotando sobre la balsa. Para ello, el aliviadero debe tener el acceso libre al exterior, de forma que la malla se coloque en la arqueta de vertido. La colocación de la malla puede provocar la obstrucción del aliviadero y por tanto puede dejar de cumplir su función de seguridad en caso de rebosamiento.

La ubicación en planta del aliviadero debe ser en la zona de transición entre el desmonte y el terraplén, para que el canal de salida apoye directamente sobre el terreno natural, una vez atravesado el camino de coronación, sin necesidad de colgar una rampa sobre el talud exterior en terraplén de la balsa.

El caudal de diseño del aliviadero corresponde a la suma de dos caudales de entrada de agua al embalse:

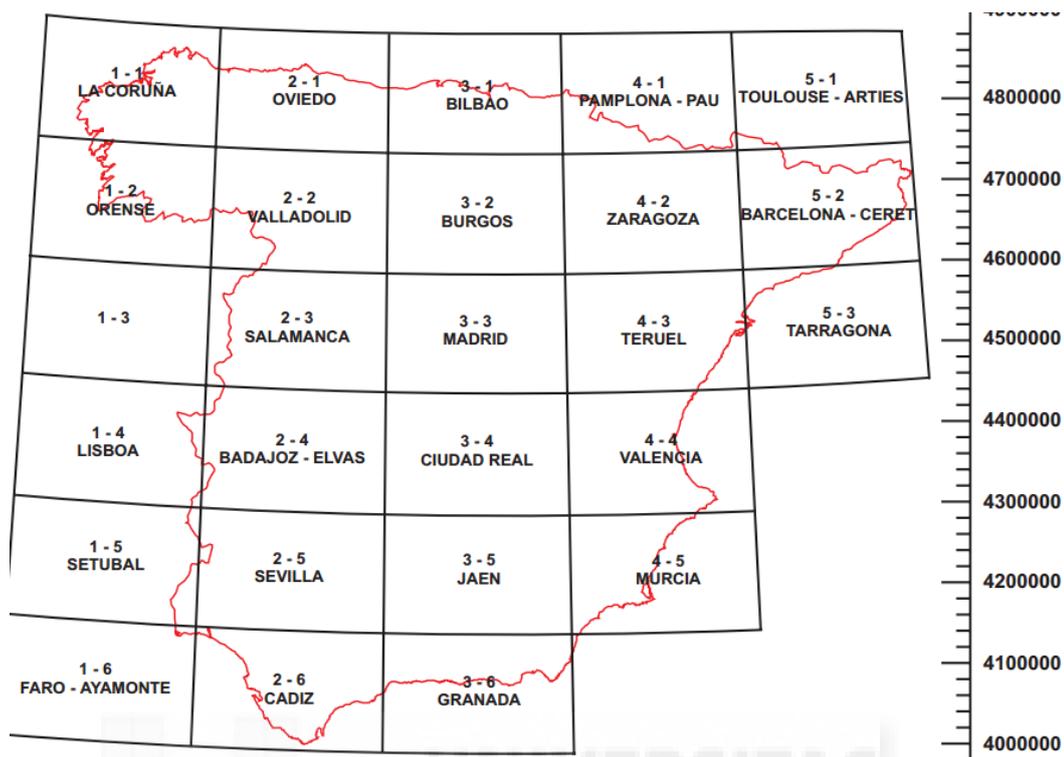
- Caudal máximo de llenado del embalse. $600 \text{ m}^3/\text{día}$
- Intensidad de lluvia máxima correspondiente a un periodo de retorno de 100 años. Se calcula de la siguiente forma:

Se deben conocer las precipitaciones máximas que se producen en una cuenca para, mediante la aplicación de modelos hidrometeorológicos, estimar las máximas avenidas asociadas a las mismas y poder diseñar adecuadamente los órganos de alivio del embalse.

Para el cálculo de la precipitación máxima en 24 h, se aplica la metodología de cálculo propuesta por el Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras en sus series monográficas “Máximas lluvias diarias de la España peninsular”.

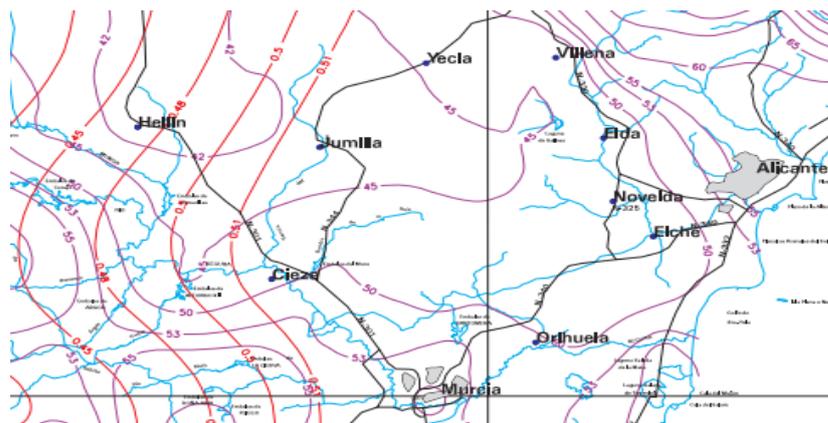
Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1) Localizar en los planos el punto geográfico deseado con la ayuda del plano-guía mostrado a continuación.

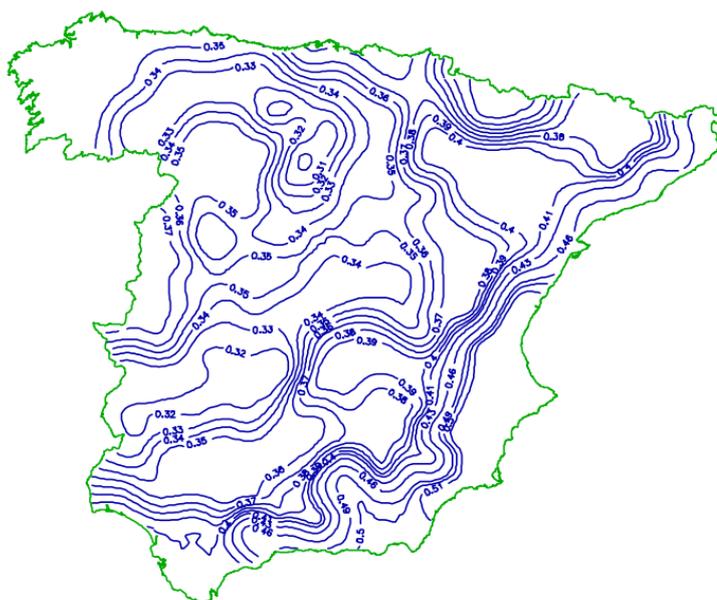


La finca se sitúa en el apartado 4-5 MURCIA

2) Estimar mediante las isólinas presentadas el coeficiente de variación C_v y el valor medio de la máxima precipitación diaria anual (líneas moradas).



Precipitación diaria anual: 45 mm/día



Cv: 0,49

3) Para el periodo de retorno deseado T y el valor de Cv, obtener el factor de amplificación KT mediante el uso de la tabla KT

C _v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Para CV: 0,49 y T: 100 años; KT: 2,739

4) Realizar el producto del factor de amplificación KT por el valor medio de la máxima precipitación diaria anual obteniendo la precipitación diaria máxima para el periodo de retorno deseado P.

$$P_{100} = K_{100} \cdot P = 2,739 \cdot 45 = 123,255 \text{ mm/día}$$

Para conocer el caudal que puede caer en la balsa, basta con multiplicar por la superficie del embalse:

$$123,255 \frac{l}{m^2 \cdot \text{día}} \cdot (132 \cdot 114) m^2 = 1.854.741,24 \frac{l}{\text{día}}$$

Ahora se debe sumar el caudal máximo de entrada en la balsa más el de lluvia:

$$Q_{m\acute{a}x} = 600 \frac{m^3}{\text{día}} + 1.854,74124 \frac{m^3}{\text{día}} = 2454,74124 \frac{m^3}{\text{día}}$$

La caracterización hidráulica se puede obtener a partir del supuesto de vertedero de cresta ancha, cuando $e/h > 0,67$, siendo e la anchura de la cresta del vertedero y h la carga de agua en el vertido.

La ecuación que simula el comportamiento de este tipo de vertedero corresponde a la del vertedero de cresta ancha afectada de un coeficiente corrector (ε_1):

$$Q = \varepsilon_1 \cdot \mu \cdot \sqrt{2g} \cdot b \cdot h^{\frac{2}{3}}$$

Siendo:

g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s²) b : anchura del vertedero (m)

h : altura de agua sobre la cresta del vertedero

ε_1 : Coeficiente corrector que depende de la relación e/h :

$$\varepsilon_1 = 0.7 + \frac{0.185}{\frac{e}{h}}$$

μ : Coeficiente de descarga:

$$\mu = 0.6 \cdot \left(0.605 + \frac{1}{1050 \cdot h - 3} + 0.08 \frac{h}{p} \right)$$

Siendo:

h: Altura de agua sobre la cresta del vertedero

p: Profundidad de la balsa

De la primera ecuación se debe despejar la altura y sustituir los valores de caudal de evacuación, y anchura del vertedero, obteniendo la altura de agua sobre la cresta del vertedero, que ha de ser menor a la altura del canal que forma el aliviadero. Para la aplicación de la ecuación se debe partir de un valor inicial de altura h de carga sobre el vertedero (h0), y obtener así los valores iniciales de ε_1 y μ . Posteriormente se despeja el valor de h de la ecuación. Después se recalculan los valores de ε_1 y μ con el valor de h obtenido y se itera hasta que el valor de h calculado no varíe.

Además, con el fin de no agotar la altura de resguardo en el momento de máximo desembalse, la sección hidráulica del aliviadero se obtendrá ampliando lo necesario su dimensión horizontal, ya que su altura debe fijarse de forma que la lámina de agua no se eleve más de la mitad del resguardo teórico proyectado. El aliviadero permanecerá siempre abierto con el fin de que, en ninguna circunstancia, se sobrepase la altura máxima de agua embalsada.

$$h: 0,0872 \text{ m} \quad b: 1,3 \text{ m} \quad \frac{e}{h} = 14,9; \quad 14,9 > 0,66; \text{ CUMPLE}$$

El aliviadero proyectado tendrá unas dimensiones de 1,3 metros de base por 0,2 metros de altura.

8. ELEMENTOS DE ENTRADA Y SALIDA DE AGUA

8.1. TUBERÍA DE TRANSPORTE (EMBALSE-CABEZAL)

Para calcular la tubería que va desde el embalse hasta el cabezal, la cual tiene una longitud de 31m (incluida la aspiración), se debe conocer los caudales necesarios para regar cada sector, los cuales se muestran a continuación:

	SUPERFICIE (m ²)	CAUDAL (l/h)	CAUDAL (m ³ /s)
TOTAL	373890	332346,49	0,09
SECTOR 1	47639	42345,60	0,01
SECTOR 2	132000	117333,33	0,03
SECTOR 3	194251	172667,56	0,05

El volumen de agua requerido se sobredimensiona un 20% por lo que el caudal es de 0.06 m³/s, correspondiente al caudal necesario por el sector 3, que es el de mayor demanda. A partir de este valor, y haciendo uso de la ecuación de continuidad, se puede calcular el diámetro de tubería necesario:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Donde:

Q: caudal (m³/s).

V: velocidad (m/s). En este caso se fija un valor de 1.5 m/s.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.06}{\pi \cdot 1.5}} = 0.225m$$

Se tomará como diámetro el inmediatamente superior de los disponibles comercialmente, que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla de tuberías de PVC-U. Norma UNE-EN 1452:2000

DIAMETRO EXT mm	PN-6		PN-10		PN-16		PN-20	
	ESPEJOR mm	DIAMETRO INT mm						
20							1,9	16,2
25					1,9	21,2	2,3	20,4
32					2,4	27,2	2,9	26,2
40			1,9	36,2	3,0	34,0	3,7	32,6
50			2,4	45,2	3,7	42,6	4,6	40,8
63	1,9	59,2	3,0	57,0	4,7	53,6	5,8	51,4
75	2,2	70,6	3,6	67,8	5,6	63,8	6,8	61,4
90	2,7	84,6	4,3	81,4	6,7	76,6	8,2	73,6
110	2,7	104,6	4,2	101,6	6,6	96,8	8,1	93,8
125	3,1	118,8	4,8	115,4	7,4	110,2	9,2	106,6
140	3,5	133,0	5,4	129,2	8,3	123,4	10,3	119,4
160	4,0	152,0	6,2	147,6	9,5	141,0	11,8	136,4
180	4,4	171,2	6,9	166,2	10,7	158,6		
200	4,9	190,2	7,7	184,6	11,9	176,2	14,7	170,6
225	5,5	214,0						
250	6,2	237,6	9,6	230,8	14,8	220,4	18,4	213,2
315	7,7	299,6	12,1	290,8	18,7	277,6	23,2	268,6
400	9,8	380,4	15,3	369,4	23,7	352,6		
500	12,5	475	19,1	461,8				

La tubería empleada para el transporte al cabezal sería de PVC-U PN-10; D_{interior} : 230,8mm y D_{exterior} : 250 mm.

En el siguiente apartado se calculará la tubería de desagüe, la cual será de 315mm. Al ir las dos tuberías en la misma zanja, en el presente proyecto se va a optimizar el presupuesto reduciendo las dos tuberías a una sola tubería de FUNDICIÓN DE 350mm de diámetro interior, la cual tendrá una longitud de 130 metros hasta el cabezal, en el cual habrá una reducción a 250mm para situar en ese punto la tubería de PVC-U PN-10 y D_{exterior} : 250 mm de la tubería de transporte al cabezal. La tubería de desagüe se reducirá a una tubería de PVC-U PN-10 y D_{exterior} : 315 mm que

continuará 50 metros más hasta una cota inferior, alejando los taludes del embalse y el cabezal de la zona de peligro.

Esta tubería se ejecutará de forma que quedará ligeramente elevada sobre la cota del fondo del embalse, de forma que la acumulación habitual de sedimentos sobre el fondo no produzca el bloqueo del dispositivo de toma. En su embocadura se instala un bulbo enrejillado o alcachofa con funciones de filtrado.

8.2. TUBERÍA DE ENTRADA DE AGUA AL EMBALSE

Puesto que el caudal de entrada a la balsa es suficiente para el abastecimiento necesario, no se dimensionará ningún sistema de bombeo. El caudal suministrado por la comunidad de regantes es de 600 m³/día, o lo que es lo mismo, 25 m³/h. Será sobredimensionado en un 20% por seguridad, por lo que el caudal de entrada establecido corresponde a 30 m³/h.

Haciendo uso de la ecuación de continuidad, podemos calcular el diámetro de la tubería a instalar por medio de la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Donde:

D: diámetro interior mínimo necesario (m)

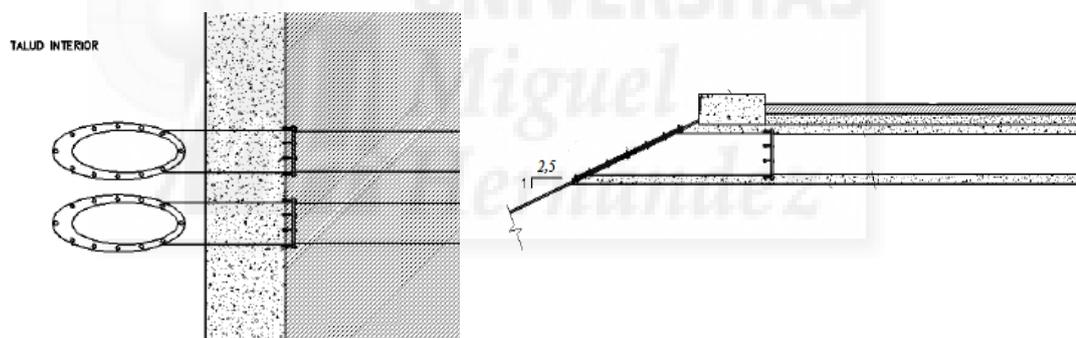
Q: caudal requerido (m³/s)

V: velocidad (m/s). Se establece una velocidad de 1.5 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0083}{\pi \cdot 1.5}} = 0.0841m$$

La tubería empleada para la entrada de agua al embalse será de PVC-U PN-10; D_{interior} : 101.6 mm y D_{exterior} : 110 mm.

La tubería de entrada se colocará a cota 537,6 metros, y la posición de colocación producirá un vertido directo sobre la lámina. Esta entrada viene asociada a caudales pequeños y velocidades en la conducción bajas, de ahí que se haya dimensionado la tubería respetando una velocidad máxima de 1,5 m/s, y diseñándose de tal forma que el agua no impacte bruscamente sobre la lámina, ni se despegue de ella. Conviene que en el contacto con la lámina la velocidad no supere el 1,5 m/s y el calado sea inferior a 15 cm. En la unión de la tubería a la lámina, se utilizará una impermeabilización bicapa, compuesta por una armadura de fieltro reforzado y estabilizado de poliéster de 150 g/m², recubierta por ambas caras con un mástico bituminoso de betún modificado con elastómero. La unión se realizará mediante un soplete y ejerciendo presión.



El detalle constructivo de las imágenes es para representar el detalle constructivo, a pesar de que en la imagen se muestren dos tuberías de fundición con camisa de hormigón, en el presente proyecto se empleará el PVC-U PN-10 de diámetro exterior 110mm proveniente del punto de suministro.

8.3. TUBERÍA DE DESAGÜE

La tubería de desagüe es imprescindible por la necesidad de realizar vaciados periódicamente para limpieza de la balsa, ya que la deposición de fangos a lo largo del tiempo es inevitable.

También es importante que el dimensionamiento de la tubería de desagüe sea capaz de vaciar el embalse por alguna emergencia o incidencias graves para la seguridad del embalse en menos de 72 horas, por lo que el diámetro se calculará con respecto a este dato.

La toma se localiza en el punto más bajo del fondo de la balsa, sin sobresalir sobre el mismo, y en su entrada se instala una reja o filtro de paso grande para la retención de sólidos.

8.3..1. Cálculo del tiempo de vaciado de la balsa

En situaciones de emergencia ante un posible fallo del dique que prevea su rotura, es necesario poder disponer de una tubería de vaciado rápido, que permita su vaciado completo de forma rápida, siendo aconsejable que esté en torno a unas 72 horas de duración.

Para el vaciado completo, la toma de desagüe se debe abrir completamente y derivar a un canal o cauce que sea capaz de evacuar el caudal máximo de desagüe.

Tanto el caudal máximo de desagüe como el tiempo de vaciado dependerán de la altura de agua sobre el punto de vertido de la tubería de desagüe y de la pérdida de carga de la tubería de salida. Por tanto, es necesario calcular el caudal máximo de desagüe que se producirá cuando la balsa esté completamente llena, así como su tiempo de vaciado.

8.3.2. Cálculo del caudal máximo de desagüe

Los datos necesarios para el cálculo del caudal máximo de desagüe son los siguientes:

- Longitud de la tubería, desde la balsa a arqueta de salida: L (m)
- Cota lámina máxima de agua: z_0 (m)
- Cota mínima lámina de agua: z_1 (m)
- Cota final tubería: z_2 (m)

- Diámetro interior de tubería: D (mm)

Aplicando Bernoulli entre la superficie de la lámina máxima de agua y el punto final de la tubería tendremos:

$$\frac{P_0}{\gamma} + Z_0 + \frac{V_0^2}{2 \cdot g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h$$

Despreciando los términos de energía cinética y como la presión al inicio sería la atmosférica y al final también ya que desaguaría a la atmósfera, la ecuación de Bernoulli quedaría como:

$$h = Z_0 - Z_2$$

Siendo h la pérdida de carga de la tubería. La fórmula para el cálculo de la pérdida de carga por rozamiento empleada será la de Veronesse- Datei.

$$hr = 0.00092 \cdot \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}} \cdot L$$

El caudal máximo se producirá cuando el embalse esté lleno, y el mínimo cuando el embalse esté vacío. Despejando el caudal de la ecuación de pérdidas de carga, tendríamos los caudales máximos y mínimos:

- Caudal máximo:

$$h_{m\acute{a}x} = Z_0 - Z_2 = 7m$$

$$Q_{m\acute{a}x} \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{V_{m\acute{a}x} (m^3)}{t(s)} = \frac{75133,3}{72h \cdot 3600} = 0,29 \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q_{\text{máx}} = \left(\frac{7 \cdot D^{4,8}}{0,00092 \cdot 130} \right)^{\frac{1}{1,8}}$$

$$D_i = 0,269m$$

La tubería de diámetro comercial mínimo empleada para el desagüe sería de PVC-U PN-10; D_{interior} : 290,8mm y D_{exterior} : 315 mm.

Como se ha comentado en la tubería de conducción al cabezal, se utilizará una tubería de fundición de 350 mm de diámetro interior.

Con este diámetro comercial, el tiempo de vaciado del embalse será de 35,76 horas, cumpliendo con los límites establecidos legalmente.

9. PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN

10.1. ACCIONES SOBRE LA PANTALLA

A la hora de elegir el tipo de pantalla se han analizado las acciones a las que ésta puede estar sometida y que no solo dependerán del diseño del embalse, sino del entorno en el que se localiza. Estas acciones son:

- Efecto del viento sobre la pantalla. Los anclajes compensarán este esfuerzo. La amplitud de las flechas producidas en los desplazamientos verticales provocados por la succión se reducirá con una menor separación de anclajes y mejorando el módulo de elasticidad de las láminas.
- Temperatura. Desde el mismo momento de la instalación puede resultar problemática. En el análisis realizado de máximas y mínimas temperaturas diarias del estudio climatológico, se ha previsto las posibles dilataciones y contracciones de la lámina, con los consiguientes esfuerzos en los elementos de anclajes.
- Radiación solar. En el caso de exposición directa de una geomembrana es un condicionante importante. El material elegido resiste a la acción de los rayos

ultravioletas, y para el dimensionamiento de su espesor se ha tenido en cuenta este factor.

- Granizo o pedrisco. Aunque es un factor que no se puede llegar a controlar por completo, sí se ha tenido en cuenta a la hora de sobredimensionar el espesor para reducir los daños ante posibles accidentes climáticos.
- Oleaje. Se puede llegar a producir una disgregación del soporte de la pantalla si es intenso y prolongado.
- Peso propio y rozamiento de los elementos. A de tenerse en cuenta el rozamiento entre distintos elementos estructurales que pueden llegar a provocar roturas con el paso del tiempo.
- Vegetación. Las raíces pueden llegar a perforar la geomembrana si no tiene la resistencia adecuada. Para controlar esto, se debe instalar un material resistente y no dejar crecer vegetación de extenso sistema radicular.
- Subsuelo. Con la acción del agua pueden manifestarse posibles efectos en el subsuelo, por lo que es muy importante diseñar de forma adecuada el sistema de drenaje para evacuar posibles fugas y humedades, así como realizar una buena compactación a la hora de la ejecución del movimiento de tierras.

10.2. SELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE PANTALLA

A la hora de la clasificación, se pueden seguir distintos criterios:

- Atendiendo a su deformabilidad: pantallas rígidas o flexibles.
- En cuanto a su estructura interna: simples o compuestas.
- Por su estructura externa: continuas y discontinuas.
- Teniendo en cuenta su sistema constructivo: prefabricadas o “in situ”.

En función del tipo de balsa proyectada y por las condiciones que se han establecido como prioritarias, la geomembrana elegida será una pantalla flexible, compuesta, continua y prefabricada.

10.3. ESTRUCTURA

La composición de la pantalla de impermeabilización constará de tres capas que serán:

- Terreno de soporte
- Geotextil
- Geomembrana

En pocas ocasiones el terreno soporte puede evitar la perforación de las láminas por el punzonamiento. Esto puede producirse por efecto de fragmentos duros y angulosos en el terreno soporte o por el posible crecimiento de plantas sobre la pantalla. Para la mayor protección interior se adopta el uso de geotextil.

10.4. GEOSINTÉTICOS

El alto grado de implantación de los embalses de materiales sueltos en la ingeniería rural de las obras de riego tiene su fundamento en el espectacular avance tecnológico de los polímeros sintéticos aplicados a la construcción civil. A estos materiales en forma de láminas, mallas, fieltros o tejidos reticulares se les conoce por el nombre de “geosintéticos” y se clasifican en:

- Geomembranas o láminas delgadas impermeables.
- Geotextiles o fieltros de fibra polimérica tejida o no tejida.

10.4.1. GEOMEMBRANA

Las láminas deberán tener la superficie uniforme y estar libre de defectos que afecten a sus características mecánicas y/o estructurales, tales como arrugas, burbujas, grietas o similares.

Las láminas deben ser estancas y poder soldarse de forma homogénea por ambos lados por los procedimientos habituales, tales como aire caliente, cuña caliente u otras formas de fusión.

El material elegido para la protección e impermeabilización de la balsa de riego es el Polietileno de Alta Densidad (HDPE) de 1.5 mm de espesor.

10.4.2. GEOTEXTILES

Las aplicaciones de los geotextiles se extienden a cinco funciones básicas:

- Drenaje. El agua circula a lo largo de su plano.
- Filtración. Las partículas de suelo quedan retenidas en él.
- Separación. Evita de forma permanente la mezcla de materiales de capas diferentes.
- Refuerzo. Aumenta la resistencia al corte del conjunto suelo-geotextil.
- Protección. Evita el deterioro de una geomembrana por acciones mecánicas.

El tipo de geotextil a emplear en la formación de la impermeabilización del vaso será de polipropileno no tejido, de filamentos continuos unidos mecánicamente por el proceso de agujado. El peso de este tipo de material a utilizar en la obra será de 350 gr/m².

10.5. INSTALACIÓN DE LA LÁMINA

La balsa se impermeabilizará en los taludes interiores y base inferior con lámina de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) de 1.5 mm de espesor, que descansará sobre una membrana de geotextil de fibra continua, agujeteada de 350 gr/m², que a su vez se instalará sobre una base de arena fina previamente extendida (formando terreno de soporte), con el fin de que no se produzcan roturas por piedras.

10.5.1. COLOCACIÓN DE LA LÁMINA

Se extienden de coronación a fondo, siguiendo las líneas de máxima pendiente.

Los trabajos auxiliares de albañilería (afloramiento de agua y zanja perimetral) deberán estar terminados para el momento del inicio de la colocación de la lámina, por lo menos en las zonas próximas, para evitar riesgos de roturas.

Para evitar que la acción del viento en el momento de la extensión de las láminas las levante, se colocará sacos de arena en los bordes, y se irán desplazando a medida que se extiende la superficie de lámina.

Si antes de instalar la lámina lloviese y se produjeran regueros, deberán ser tapados y compactados hasta conseguir una uniformidad total.

10.5.2. UNIÓN ENTRE LÁMINAS

La unión de la lámina se realizará por el sistema de cuña caliente, con doble soldadura y canal interior de prueba. En puntos singulares, y donde confluyen más de dos láminas, se utiliza la extrusión con aporte de material de mismas características.

10.5.3. CONTROLES DE IMPERMEABILIZACIÓN

Los controles de impermeabilización serán básicamente los siguientes:

- Del material: identificar rollo por rollo sus características, de acuerdo con sus certificados y controles de calidad en origen.
- Localización en obra: mediante plano de situación de cada una de las láminas de la balsa.
- De la soldadura: mediante pruebas destructivas al inicio de cada periodo de soldadura, verificando las características de la misma por cizallamiento, tracción y pruebas no destructivas consistentes en la inyección de aire a presión en el canalillo interior de la doble soldadura.

10.5.4. ANCLAJE DE LA LÁMINA

Se anclarán en el perfil, con un lastre de hormigón encofrado de 50x30cm mediante un forjado de acero corrugado con estribos de 6 mm de diámetro, redondos de 12mm y piquetas de 16mm y 130 cm de longitud clavadas a intervalos de 0,8 m.

La lámina tendrá una vuelta de 30 cm sobre el fondo de la zanja.

Se lastrará longitudinalmente a lo largo del talud interior mediante piezas de hormigón prefabricado. Estas irán sujetas por un cable de acero trenzado de 16mm

encamisado por una tubería de 20mm. Las piezas descansan sobre una lámina de P.E.A.D. de 2mm antideslizante, para evitar roturas de la geomembrana.

En el Plano Nº 10 se pueden observar los detalles constructivos.

10.6. SUPERFICIE DE LA LÁMINA

La fórmula de cálculo de superficie de impermeabilización del embalse, es la siguiente:

$$S = Bm + f \cdot D$$

Donde:

S: superficie de lámina (m²)

Bm: superficie de la base inferior del embalse (m²). 79x97 m²

D: diferencia entre la superficie de la base superior e inferior (m²). (132x114)-(79x97)

f: coeficiente que relaciona la longitud del talud interior y la distancia reducida del mismo. El valor de f se calcula según la siguiente expresión:

$$f = \frac{h}{d}$$

$$h = \sqrt{d^2 + H^2}$$

Donde:

d: Distancia reducida del talud (m)

H: Profundidad del embalse (m)

h: Longitud del talud (m)

$$h = \sqrt{17.5^2 + 7^2} = 18.84m$$

$$f = \frac{18.84}{17.5} = 1.076$$

$$S = 7663 + 1.076 \cdot 7385 = 15613.48\text{m}^2$$

La superficie total de lámina a emplear será de 16414,3 m² (se ha considerado 1,60 metros más de lámina en todo el perímetro para el anclaje. Anclaje en zanja de 40x40 cm, a 50 cm del borde, y con vuelta de 30 cm sobre fondo de zanja).

10. DRENAJE

Como obras de drenaje, se debe distinguir entre el drenaje superficial del agua de lluvia, y el drenaje interior del agua almacenada en caso de filtraciones.

Las funciones del drenaje superficial son evitar la erosión del dique como consecuencia de la escorrentía del agua de lluvia. Por otro lado, las funciones del drenaje interior son captar el agua de las filtraciones y escorrentías no controladas y conducirla fuera de la balsa, de modo que no dé lugar a arrastres y disminuir la presión intersticial. El drenaje es esencial para la estabilidad de la obra y además sirven para determinar las posibles filtraciones no controladas.

11.1. DRENAJE SUPERFICIAL

El drenaje superficial del agua de lluvia se debe realizar mediante canaletas de sección triangular colocadas a lo largo del perímetro de la balsa. En las zonas de desmonte es habitual que sean canales de mayor sección debido a que tienen una mayor superficie de recogida de aguas, siendo habitual la colocación de una escollera para proteger el camino de coronación de la balsa. En las zonas de terraplén, también es importante dirigir el agua de escorrentía de la lluvia, para evitar la formación de cárcavas sobre el talud, que pueden llegar a colapsar el dique.

11.2. DRENAJE INTERIOR

El drenaje interior generalmente va asociado a un filtro, cuya misión es impedir la migración de las partículas de suelo. El filtro más utilizado es una lámina de geotextil que envuelve arena o grava que rodea el dren, cuya misión es conducir el agua a un colector y llevarla a una arqueta de control. El geotextil sirve para evitar la migración de terreno al interior de la gravilla, que es el elemento filtrante que da mayor superficie al filtrado. El punto débil del dispositivo es la colmatación del geotextil, por falta de cohesión del terreno. Los drenes suelen ser tubos ranurados de polietileno o PVC. Para esta obra se utilizará PVC perforado.

En el drenaje interior, se distinguen tres tipos de drenaje, en función de la parte de la balsa que se quiera proteger: drenaje del fondo del vaso, drenaje de los taludes interiores del vaso y drenaje del dique.

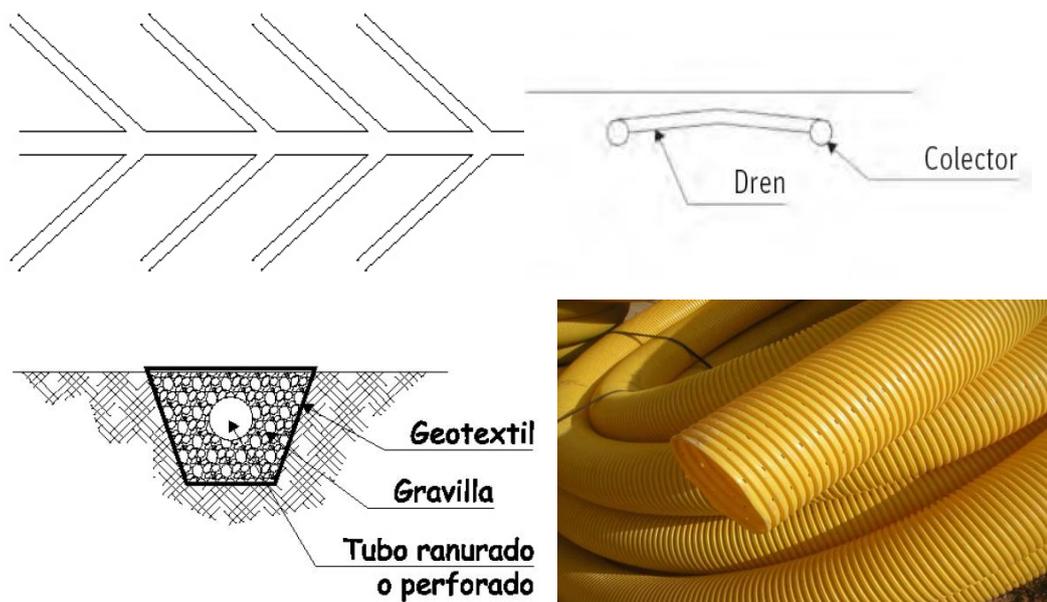
11.2.1. DRENAJE DEL FONDO DEL VASO

Desde el punto de vista de la seguridad, este drenaje se dispone para evitar el levantamiento de la impermeabilización del fondo de la balsa en el caso de vaciado y subpresión, sea ésta por nivel freático exterior, por escurrimiento de aguas filtradas por los taludes o bien, con más alcance, para impedir que en caso de una rotura el agua se abra camino por el terreno o por los diques.

Una disposición típica del drenaje del fondo del vaso es en forma de espina de pescado.

Se dimensionará un sistema de drenaje en la base del embalse en forma de espina de pescado, constituyendo un conjunto ramificado que extraerá las posibles infiltraciones, ya sea del propio embalse o las producidas por nivel freático.

Se puede observar unos detalles constructivos en las siguientes figuras:



Se deberá excavar una zanja, la cual se cubrirá con un geotextil impermeable, posteriormente se enterrará la tubería ranurada junto con gravas que permitan el paso del agua pero no de las partículas.

La tubería ranurada se encargará de evacuar las infiltraciones al exterior del embalse, desembocando en una cota fuera de peligro para la estabilidad del embalse.

Las tuberías perforadas serán de Dn:110 mm e irán dispuestas paralelamente entre sí con una separación de 5 metros y pendiente de 0,1 % hasta el centro de la solera, donde encauzarán en una tubería de Dn: 140 mm.

Habrà 16 líneas de tubería perforada de Dn:110mm a cada lado, es decir, un total de 32 tuberías de 38 metros cada una.

La tubería central de 140mm será de 100 metros, y esta será de PVC PN-6.

11.2.2. DRENAJE DE TALUDES INTERIORES

Tiene por finalidades básicas evitar que en un vaciado el agua del trasdós freática o filtrada por alguna grieta, levante la impermeabilización. Así mismo evita el deterioro del espaldón o del terreno por arrastres o disoluciones producidas por el agua filtrada. El funcionamiento esperado ante una entrada de agua por una grieta es que aquella pase sin presión al dren más cercano, y baje al dren colector, desde el que es evacuada con un nivel de carga muy bajo. Cabe resaltar que el agua puede

encontrar entre dren y dren un camino preferente y destruir el dique o el terreno. Esto es especialmente de temer en las balsas clásicas por la heterogeneidad de los materiales del dique.

Para poder localizar las filtraciones, tanto la sectorización del talud como la del fondo del vaso son indispensables. Los colectores de drenaje, en caso de estar sectorizado, deben numerarse, y a la salida deben verter libremente a una arqueta colectora, para apreciar si hay o no fugas de agua. Además, se debe colocar en un lugar visible el plano de sectorización del drenaje, para saber a qué zona corresponde cada uno de los colectores de salida.

La sectorización consiste en dividir la “capa drenante” en recintos independientes, cada uno de los cuales desagua por un conducto propio hasta un punto en el que se pueda medir la aportación de cada uno. Estos conductos atraviesan varios recintos, por lo que hay que prestar especial atención a que sólo tomen agua del recinto que tienen asignado y a que no la cedan a ninguno de los que atraviesan.

La experiencia en explotaciones de numerosas balsas, justifica la conveniencia de dimensionar la red de drenaje mediante criterios ajenos a la capacidad de desagüe de las conducciones. No obstante, la capacidad de drenaje de la red deberá, al menos, garantizar el desagüe del caudal teórico de filtración, dado por las características de permeabilidad de la lámina (incluyendo pérdidas por las juntas).

Un criterio simplista, consiste en dimensionar el caudal de drenaje como aquel equivalente al que producirá, a depósito lleno, un descenso de nivel de 5 mm/hora, altura fácilmente apreciable en superficie.

De la fórmula de Manning, puede obtenerse el diámetro mínimo necesario de tubería para drenaje, siendo esta:

$$D = \sqrt[5.33]{\frac{1}{h} \cdot (n \cdot Q)^{0.375}}$$

Siendo:

D: Diámetro interior mínimo

h: Pendiente de la tubería

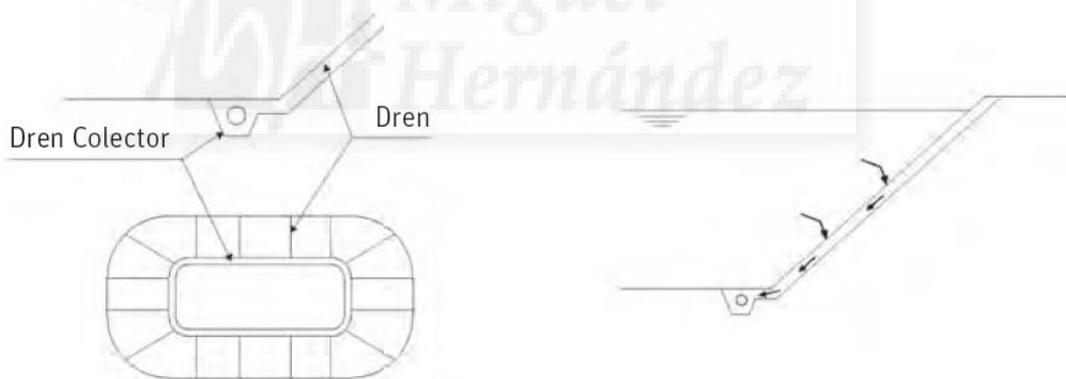
n: Coeficiente de rozamiento de Manning. Para el caso de tubería de PVC: 0.008

Q: Caudal de drenaje

Obteniéndose el resultado que refleja la siguiente tabla:

Superficie superior (m ²)	15048
Caudal de drenaje (m ³ /h)	75,24
Caudal de drenaje (l/s)	20,9
Caudal de drenaje (m ³ /s)	0,0209
Pendiente de la tubería (i)	0,005
Coefficiente de rugosidad (n)	0,008
Nº de tuberías De salida	4
Caudal por tubería (m ³ /s)	0,0052
Diámetro de cálculo (m)	0,0954

Se escogerá como diámetro el inmediatamente superior de los disponibles comerciales, siendo este PVC PN-6; D_{interior}: 104.6mm y D_{exterior}: 110mm.



Las tuberías de drenaje se colocarán tal y como se muestra en la figura. Tendrán una longitud de 18,84 metros, que coincide con la longitud del talud e irán dispuestos perpendiculares a las curvas de nivel. Se colocarán cada 10 metros y desembocarán en una canaleta del mismo material y Dn:140 mm. Esta canaleta continuará por el perímetro de la base menor del embalse hasta la arqueta de desagüe, que la trasladará a zonas seguras.

11.2.3. DRENAJE DEL DIQUE. DREN CHIMENEA

Su finalidad es que ante una eventual filtración de agua a través del talud interior no se produzcan arrastres, y que además, en el talud exterior no haya presiones intersticiales, y de haberlas sean muy reducidas. La circulación del agua puede producirse por una rotura en la lámina o pantalla aguas arriba, o por una grieta o camino preferente en el talud interior o en la zona que se haya habilitado como núcleo impermeable.

Este tipo de drenaje es necesario en aquellos suelos con elementos poco resistentes, como las arcillas expansivas o con exceso de yesos, y que además tengan una altura de dique considerable. No es habitual en balsas de cuyos diques son pequeñas presas, como la mayoría de las balsas de riego, y en las que el terreno tiene una adecuada capacidad portante, como son los formados por arenas y gravas.

Por todo esto, en el presente proyecto no se dimensionará drenaje en dique.

11. EVACUACIÓN DE AGUAS DE ESCORRENTÍA

En la base de los taludes aguas abajo se colocará un canal para la recogida de aguas de escorrentía. En este sentido se evita los daños provocados por la lluvia o desbordamientos de los taludes de la balsa.

El canal poseerá una sección rectangular de 30x20 cm a base de paneles de hormigón prefabricado, y desembocará en la zona de menor desnivel, alejando el agua de las zonas de peligro.

12. VALLADO

La conveniencia de controlar el acceso al vaso mediante la instalación de una valla de cerramiento cumple con un doble objetivo, el de seguridad de la obra y la de las personas. La fragilidad de las geomembranas frente a las acciones vandálicas y las consecuencias que sus efectos pueden tener en la propia seguridad del embalse, junto

a la peligrosidad que la inclinación de las paredes del vaso representan para las personas que pueden caer en su interior, obligan a prever un cerramiento que abarque totalmente la línea de coronación a lo largo del borde exterior.

El embalse irá cerrado en todo su perímetro en la parte exterior del pasillo de coronación mediante una valla formada por postes metálicos de 2.5 m de altura y malla galvanizada de 2 m de altura. Se empotrará el borde inferior de la malla para evitar su levantamiento y se reforzará el borde superior para dificultar su aplastamiento. Una puerta del mismo material permitirá el acceso a la balsa.

13. ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

El estudio del riesgo de inundación motivado por la rotura de las balsas de almacenamiento de agua para usos agrícolas, es obligatorio desde la publicación del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. En dicho Real Decreto aparece por primera vez la definición de Balsa, entendida esta como “Obra hidráulica consistente en una estructura artificial destinada al almacenamiento de agua situada fuera de un cauce y delimitada, total o parcialmente, por un dique de retención” (artículo 357c), y obliga a todos los titulares de balsas de más de 5 metros de altura de dique o capacidad superior a 100.000 m³, a solicitar su clasificación y registro ante la administración pública competente (artículo 367.1).

La clasificación se hace en función dos parámetros:

- En función de las dimensiones de la balsa
- En función del riesgo potencial en caso de rotura.

Según el Real Decreto 8/2011, las balsas deben ser clasificadas según su tamaño y peligrosidad en caso de rotura.

Artículo 358. Clasificación de las presas y embalses.

Las presas y embalses se clasifican en las siguientes categorías:

a) En función de sus dimensiones:

- Se considera gran presa aquella cuya altura es superior a 15 metros y la que, teniendo una altura comprendida entre 10 y 15 metros, tenga una capacidad de embalse superior a 1 hectómetro cúbico.
- Se considera pequeña presa aquella que no cumple las condiciones de gran presa.

En función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o funcionamiento incorrecto, se clasificarán en una de las tres categorías siguientes categorías:

- Categoría A: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto pueden afectar gravemente a núcleos urbanos o a servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes.
- Categoría B: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas.
- Categoría C: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y sólo incidentalmente pérdidas de vidas humanas. En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las categorías A o B.

La finca objeto del proyecto se cataloga como PEQUEÑA PRESA, y estaría dentro de la CATEGORÍA C.

14. MANTENIMIENTO DE LA BALSA

Con el objeto de preservar y alargar la vida útil de la balsa de riego, se propone a continuación una serie de labores de mantenimiento:

- Labores de limpieza de la lámina y del agua de la balsa, eliminando objetos flotantes.
- Control del correcto estado de la valla y petril de coronación.
- Análisis periódico de aguas.

- Control de taludes, prestando especial atención en periodos de lluvias torrenciales.

15. NORMATIVA

La normativa básica específica de aplicación a las balsas es la siguiente:

- Texto refundido de la Ley de Aguas. Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 julio y posterior modificaciones por leyes 24/2001, 16/2002, 53/2002, 13/2003 y 62/2003.
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos I, IV, V, VI y VII de la Ley de Aguas 29/85, de 2 de agosto. R.D. 849/86, de 11 de abril, (B.O.E. de 30 de abril de 1986). Modificado por R.D. 1315/92, de 30 de octubre, (B.O.E. de 1 de diciembre de 1992) y por R.D. 995/2000, de 2 de junio (B.O.E. nº 147, 20 de junio de 2000).
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Orden 12/3/1996 MOPT y MA. Reglamento técnico sobre seguridad de presas y embalses.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO X

**PROGRAMACIÓN DEL
PROYECTO**

ÍNDICE ANEJO X

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	JORNADA LABORAL.....	1
3.	ACTIVIDADES Y RENDIMIENTOS	1
4.	DIAGRAMA GANTT.....	3



1. INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente estudio se basa en la planificación de los trabajos estimando el tiempo necesario para la ejecución de los mismos.

La ejecución del proyecto se divide en una serie de actividades principales sucedidas entre sí.

El tiempo necesario para llevar a cabo el proyecto depende tanto de la duración de las actividades, como del grado de dependencia existente entre las mismas.

2. JORNADA LABORAL

A continuación se define la jornada laboral que deberán cumplir los trabajadores en la ejecución de la obra:

- Jornada diaria de trabajo: 8 horas/día.
- Días laborales: 5 días/semana.
- Jornada laboral semanal: 40 horas/semana.
- Fecha de inicio de la ejecución del proyecto: 8 de Enero de 2016.
- Fecha de finalización prevista: 9 de Marzo de 2016.
- Duración aproximada de las obras: 43 días laborables.

3. ACTIVIDADES Y RENDIMIENTOS

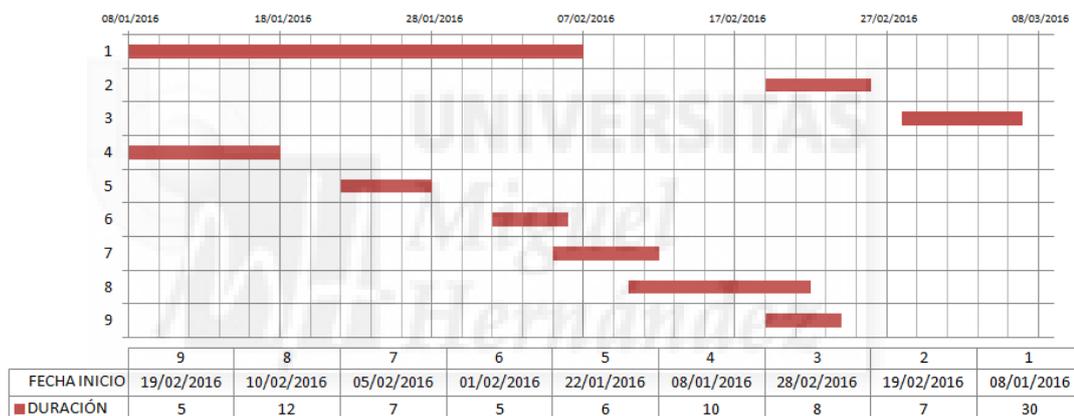
La ejecución del proyecto queda determinada por las siguientes actividades y unidades de obra:

- La duración de las actividades se estima en función de la jornada laboral establecida y del rendimiento laboral de cada actividad.
- A la mano de obra de cada unidad se le asignarán unos rendimientos para la realización de la correspondiente tarea.

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTIMADO (días)
EMBALSE DE RIEGO	43
MOVIMIENTO DE TIERRAS	30
IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE	7
ACCESOS, CERRAMIENTOS Y ACABADOS	8
CREACIÓN CAMINO	10
RED DE RIEGO	29
OPERTURA ZANJAS	5
RED DE TRANSPORTE	7
TERCIARIA Y LATERALES	12
CABEZAL DE RIEGO	5
PLANTACIÓN	13
DESBROCE Y SUBSOLADOR	6
PLANTACIÓN	7

4. DIAGRAMA GANTT

	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	DURACIÓN	FECHA TERMINACIÓN
	MOVIMIENTO TIERRAS	08/01/2016	30	19/02/2016
	IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJES	19/02/2016	7	28/02/2016
	ACCESOS, CERRAMIENTOS Y ALBERGUES	28/02/2016	8	09/03/2016
	CREACIÓN CAMINO	08/01/2016	10	22/01/2016
	DESBROCE Y SUBSOLADO	22/01/2016	6	01/02/2016
	OPERTURA ZANJAS	01/02/2016	5	08/02/2016
	RED TRANSPORTE	05/02/2016	7	16/02/2016
	LATERALES Y TERCIARIA	10/02/2016	12	26/02/2016
	CABEZAL RIEGO	19/02/2016	5	26/02/2016



**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO XI

**EVALUACIÓN ECONÓMICO
FINANCIERA**

ÍNDICE ANEJO XI

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DATOS Y PARÁMETROS ECONÓMICOS QUE DEFINEN LA INVERSIÓN	1
3.	DESEMBOLSO INICIAL DE LA INVERSIÓN	2
4.	ÍNDICES UTILIZADOS	3
	4.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	3
	4.2. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR).....	4
	4.3. RELACIÓN BENEFICIO/INVERSIÓN (RBI)	5
	4.4. PLAZO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO.....	5
5.	ESTUDIO ECONÓMICO CULTIVO DE ALMENDRO.....	6
	5.1. COSTES EXPLOTACIÓN.....	6
	5.1.1. <i>COSTE DE PRODUCCIÓN MEDIO ANUAL</i>	6
	5.1.2. <i>COSTE DE OPORTUNIDAD</i>	8
	5.1.3. <i>INTERÉS DEL CAPITAL CIRCULANTE</i>	9
	5.1.4. <i>AMORTIZACIONES</i>	9
	5.1.5. <i>COSTES TOTALES</i>	10
6.	COBROS DE LA EXPLOTACIÓN	10
7.	FLUJOS DE CAJA.....	11
8.	RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN.....	12
	8.1. VALOR ACTUAL NETO	12
	8.2. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO.....	12
	8.3. RELACIÓN BENEFICIO INVERSIÓN	12
	8.4. PLAZO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO.....	12
9.	CONCLUSIONES	13

1. INTRODUCCIÓN

Se pretende en el presente anexo determinar la viabilidad de la inversión a realizar mediante la aplicación de criterios económicos.

El estudio realizado se basa en el análisis de la viabilidad de la inversión de la transformación a realizar.

Para la elaboración del presente estudio se deben considerar una serie de premisas:

- La vida útil de la plantación es de 35 años.
- Deberán transcurrir 6 años hasta que la plantación llegue a su madurez total
- El tipo de interés o tasa de capitalización aplicada como base en la confección del estudio económico es del 4% según la coyuntura económica existente.
- La producción media del cultivo en riego por goteo será de 9,5 kg/árbol en edad adulta. Considerando un rendimiento en pepita del 35% en la variedad Antoñeta, la producción en pepita por árbol se estima en 3,325 kg/árbol.
- El precio medio de la almendra en pepita es de aproximadamente 8 €/kg en 2015, aunque varía mucho a lo largo de los años y es complicado estimar un valor medio.
- Los cálculos se presentan en base a las características particulares de la parcela y cultivo, deduciendo el Valor Anual Neto.
- Se considera una vida útil de toda la infraestructura de riego infinita, exceptuando posibles roturas y gastos de mantenimiento.
- Cada 10 años se procederá a la sustitución de ramales y emisores.

2. DATOS Y PARÁMETROS ECONÓMICOS QUE DEFINEN LA INVERSIÓN

Se definen a continuación los datos y parámetros económicos necesarios para evaluar las características financieras que definen el proyecto:

Pago o desembolso inicial de la inversión (P)

Vida económica de la inversión (N)

Flujos de caja (Fj)

El desembolso inicial es el necesario para la puesta en marcha del proyecto, es decir, la cantidad estimada en el presupuesto del presente proyecto, más los pagos para la adquisición de elementos de activo circulante.

En los años de vida de la instalación, se producirán flujos de caja, los cuales se definen como la diferencia entre las entradas (cobros (C)) y salidas (pagos (P)) de dinero en cada uno de los periodos que dura la inversión.

Los gastos serán los derivados de la explotación y la renovación del material, y los cobros provendrán de la venta de almendra.

Se considera que la utilización de toda la instalación es de por vida, exceptuando roturas.

Se proyecta una renovación de ramales porta goteros y de los emisores de cada sector tras diez años de funcionamiento, para evitar que los costes de reparación superen los de renovación.

Los Flujos de caja son la diferencia entre los cobros y los pagos. Solo se ha considerado un pago por adquisición de producto, en su momento.

3. DESEMBOLSO INICIAL DE LA INVERSIÓN

Se especifican los conceptos y costes de las distintas unidades correspondientes a la inversión inicial:

CONCEPTO	IMPORTE (€)
Embalse de riego	263696,67
Red de riego	88.829
Plantación	338.554
Seguridad y salud	4300
Presupuesto ejecución total	695.379

4. ÍNDICES UTILIZADOS

4.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto o VAN del proyecto de inversión es la suma de todos los flujos de caja actualizados al momento inicial con una tasa de actualización k . Este criterio intenta reflejar la capacidad que tiene el proyecto para recuperar el dinero invertido más unas cantidades que resultarán ser los beneficios acumulados a lo largo de la vida del proyecto.

La fórmula matemática más completa es la siguiente:

$$VAN = - \sum_{j=0}^H \frac{D_j}{(1+k^j)} + \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+k^j)}$$

Siendo:

H: Número de años de fraccionamiento del pago de la inversión

D_j : Desembolso del pago de la inversión en el año j

N: Duración de la inversión

F_j : Flujo de caja en el año j

K: Interés

El objeto de cualquier empresa que ejecute el proyecto va a ser maximizar el beneficio por lo que ese criterio es el que guía la regla de decisión del van que se expone en la tabla adjunta:

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN
$VAN > 0$	Beneficios	Se acepta el proyecto
$VAN = 0$	Ni pérdida ni beneficio	Se rechaza el proyecto
$VAN < 0$	Pérdidas netas	Se rechaza el proyecto

4.2. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

El TIR corresponde a la tasa de actualización que hace que la rentabilidad absoluta de la inversión, es decir, el VAN, sea 0. Su expresión es la siguiente:

$$TIR = \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1 + \lambda)^j}$$

Siendo:

N: Duración de la inversión

F_j : Flujo de caja en el año j

λ : TIR

La Tasa Interna de Rendimiento es una tasa de rentabilidad relativa bruta anual por unidad monetaria comprometida en el proyecto. Es relativa puesto que se define en tanto por ciento o en tanto por uno, y es bruta pues falta descontar de la misma el coste de financiación de los capitales invertidos en la misma, es decir la tasa de actualización (k). Cabe señalar que representa una rentabilidad relativa mínima de la inversión, pues está siendo calculada para VAN nulo. La rentabilidad relativa más normal viene dada por la relación B/I.

La regla de decisión a utilizar con este criterio indica que una vez calculada la TIR correspondiente al proyecto, debe obtenerse la Rentabilidad relativa neta (Rn) como diferencia entre la TIR y la tasa de actualización: $Rn = TIR - k$ eligiéndose siempre el proyecto cuya TIR sea mayor.

Con esta premisa en la tabla adjunta pueden obtenerse las reglas de decisión de este criterio:

VALOR	RENTABILIDAD RELATIVA	DECISIÓN
TIR > k	$R_n > 0$	Se acepta el proyecto
TIR = k	$R_n = 0$	Se rechaza el proyecto
TIR < k	$R_n < 0$	Se rechaza el proyecto

4.3. RELACIÓN BENEFICIO/INVERSIÓN (RBI)

El VAN, tal como se ha definido, es un índice que mide la rentabilidad absoluta de un proyecto de inversión. No obstante si se quiere comparar distintas inversiones será mucho más conveniente utilizar un índice que mida la rentabilidad relativa de dicha inversión. La forma más cómoda de hacerlo es dividir el valor absoluto dado por el VAN entre el desembolso total de la inversión. Matemáticamente, la expresión es la siguiente:

$$RBI = \frac{VAN}{D}$$

Siendo:

VAN: Valor actual neto

D: Desembolso de la inversión

4.4. PLAZO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO

El plazo de recuperación descontado (PRd) obtiene el periodo de tiempo que transcurre hasta que los flujos netos de caja actualizados permiten recuperar el desembolso inicial del proyecto y los flujos de caja negativos que normalmente pueden producirse en los primeros años de vida. La expresión de cálculo es la siguiente:

$$VAN = - \sum_{j=0}^H \frac{D_j}{(1+k^j)} + \sum_{j=1}^{PR_d} \frac{F_j}{(1+k^j)}$$

Siendo:

H: Número de años de fraccionamiento del pago de la inversión

D_j : Desembolso del pago de la inversión en el año j

N: Duración de la inversión

F_j : Flujo de caja en el año j

K: Interés

5. ESTUDIO ECONÓMICO CULTIVO DE ALMENDRO

5.1. COSTES EXPLOTACIÓN

Se muestra a continuación un estudio sobre los costes de producción de una plantación de almendro de una hectárea de superficie. Se especifican los gastos en el periodo de plena producción 6-35 años.

5.1.1. COSTE DE PRODUCCIÓN MEDIO ANUAL

El coste total de producción a corto plazo (CT) se divide en:

- Costes fijos (CF): coste por utilizar una serie de factores de producción fijos independientemente de la cantidad producida.
- Costes variables (CV): coste derivado de la utilización de factores de producción variables.

Se estiman a continuación los costes de producción medios anuales:

	Ud	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE TOTAL (€/ha)	COSTE TOTAL (€) (37,389 ha)
Poda mecanizada anual	€/hora	36	8	288	10768,032
Maquinaria	€/hora	30	7	210	7851,69
Transporte	€/Porte	120	2	240	8973,36
Fitosanitarios	€/año	190	1	190	7103,91
Abonos	€/año	186	1	186	6954,354
Herbicidas	€/año	35	1	35	1308,615
Energía eléctrica	€/kW	0.07349			
Sector 1				24,28	907,87
Sector 2				57,62	2154,31
Sector 3				85,88	3211,21
Personal fijo	€/año	7000	1	7000	7000
Riego	€/m ³	0.11	6843,8	752,818	28147,1122
Seguros	€/año	275	1	275	10281,975
Renta de la tierra	€/año	408	1	408	15254,712
TOTAL	€/año			9752,6	109917,15

Se puede añadir un apartado por la reposición de los laterales porta goteros, que serán sustituidos cada diez años:

ELEMENTO	CANTIDAD	COSTE (€/m y €/ud)	TOTAL
Tubería PE bd Dn:20 mm (m)	44657,00	0,15	6698,55
Emisores autocompensantes y antidrenantes	90000,00	0,04	3600,00
		TOTAL	10298,55

En este precio viene incluida la correspondiente mano de obra.

5.1.2. COSTE DE OPORTUNIDAD

Es el coste imputado por dedicar determinados factores productivos a la actividad elegida en lugar de otra alternativa.

Se han de estimar los siguientes costes de oportunidad para la ejecución del presente proyecto:

- Renta de la tierra.
- Renta de los fondos propios:
 - 4% de interés anual imputado
 - Se trata de una Sociedad Agraria de Transformación (S.A.T.) con un Capital Social de 50000€

	Ud	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE TOTAL (€/HA)	COSTE TOTAL (€) (37,389 ha)
Renta de la tierra	€/año	408	1	408	15254,712
Renta fondos propios	€/año	50000	4%	2000	2000
TOTAL	€/año			2408	17254,712

5.1.3. INTERÉS DEL CAPITAL CIRCULANTE

Es el valor de los factores invertidos a corto plazo en el ciclo de producción: materias primas, mano de obra, energía eléctrica, etc.

	Ud	COSTE UNITARIO	MEDICIÓN	COSTE TOTAL (€/HA)	COSTE TOTAL (€) (37,389 ha)
Poda mecanizada anual	€/hora	33,4	8	267,2	9990,3408
Maquinaria	€/hora	27	7	189	7066,521
Transporte	€/Porte	107	2	214	8001,246
Fitosanitarios	€/año	190	1	190	7103,91
Abonos	€/año	186	1	186	6954,354
Herbicidas	€/año	35	1	35	1308,615
Energía eléctrica	€/kW	0.07349			
Sector 1				24,28	907,87
Sector 2				57,62	2154,31
Sector 3				85,88	3211,21
Mano de obra	€/año	675	1	675	25237,575
Riego	€/m ³	0.11	6843,8	752,818	28147,1122
TOTAL ICC (4% anual para un periodo medio de 6 meses)				107,07	4003,32

5.1.4. AMORTIZACIONES

Es el valor de las depreciaciones físicas de las infraestructuras existentes en la finca así como la plantación:

- 4% de interés anual para infraestructuras (embalse, red de riego).
- 4% de interés anual para la plantación.

5.1.5. COSTES TOTALES

	COSTE TOTAL	COSTE TOTAL
	(€/ha)	(€/finca)
Costes medios anuales	9752,6	109917,15
Coste de oportunidad	2408	17254,712
Interés del capital circulante	107,07	4003,32
Amortización (plantación,...)	490,7	5247
TOTAL COSTES DE EXPLOTACIÓN	12758,37	136422,182

6. COBROS DE LA EXPLOTACIÓN

Se considera la plantación adulta y en plena producción desde los 6 hasta los treinta y cinco años aproximadamente.

Los cinco primeros años no se obtendrá producciones significativas, por lo que no habrá cobro alguno. A partir del sexto, los ingresos aumentarán significativamente.

La producción media será de 9,5 kg de almendra por árbol, siendo su rendimiento del 35%, con lo que se deberá obtener una media de 3,325 kg de pepita por árbol.

El precio medio de almendra para este año 2015 ha estado por encima de los ocho euros, pero se escogerá un valor entero de ocho por haber sido menor su precio en los anteriores años.

Con los datos expuestos, se hace una recopilación y un cálculo de lo que se podrá obtener en la explotación:

Periodo (años)	Árboles/ha	Producción (Kg)	Kg/ha	€/Kg	€/ha	€/finca
6 al 35	277,00	3,33	921,03	8,00	7368,20	275489,63

7. FLUJOS DE CAJA

Los flujos de caja producidos durante los 29 años de vida útil de la instalación se obtendrán tras calcular la diferencia entre los cobros y los pagos realizados en cada uno de los años.

AÑO	COBROS (€)	PAGOS (€)		FLUJOS DE CAJA	
	ORDINARIOS	ORDINARIOS	EXTRAORDINARIOS	PERIODO	ACUMULADO
6	275.490	136.422,2	665.163,8	-526.096,4	-526.096,4
7	275.490	136.422,2		139.067,4	-387.028,9
8	275.490	136.422,2		139.067,4	-247.961,5
9	275.490	136.422,2		139.067,4	-108.894,0
10	275.490	136.422,2	10.298,6	128.768,9	19.874,9
11	275.490	136.422,2		139.067,4	158.942,3
12	275.490	136.422,2		139.067,4	298.009,7
13	275.490	136.422,2		139.067,4	437.077,2
14	275.490	136.422,2		139.067,4	576.144,6
15	275.490	136.422,2		139.067,4	715.212,1
16	275.490	136.422,2		139.067,4	854.279,5
17	275.490	136.422,2		139.067,4	993.347,0
18	275.490	136.422,2		139.067,4	1.132.414,4
19	275.490	136.422,2		139.067,4	1.271.481,9
20	275.490	136.422,2	10.298,6	128.768,9	1.400.250,8
21	275.490	136.422,2		139.067,4	1.539.318,2
22	275.490	136.422,2		139.067,4	1.678.385,7
23	275.490	136.422,2		139.067,4	1.817.453,1
24	275.490	136.422,2		139.067,4	1.956.520,6
25	275.490	136.422,2		139.067,4	2.095.588,0
26	275.490	136.422,2		139.067,4	2.234.655,5
27	275.490	136.422,2		139.067,4	2.373.722,9
28	275.490	136.422,2		139.067,4	2.512.790,4
29	275.490	136.422,2		139.067,4	2.651.857,8
30	275.490	136.422,2	10.298,6	128.768,9	2.780.626,7
31	275.490	136.422,2		139.067,4	2.919.694,2
32	275.490	136.422,2		139.067,4	3.058.761,6
33	275.490	136.422,2		139.067,4	3.197.829,1
34	275.490	136.422,2		139.067,4	3.336.896,5
35	275.490	136.422,2		139.067,4	3.475.964,0
TOTAL	8.264.689	4.092.665	696.059	3.475.964	44.217.118

VAN 1.081.968,3

TIR 10%

RBI 1,63

8. RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN

8.1. VALOR ACTUAL NETO

Para $K= 4\%$

$VAN= 1.081.968,3 \text{ €}$

El valor del VAN es positivo, lo que indica que la inversión puede llevarse a cabo al producir ganancias a su ejecutor.

8.2. TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

Para $K= 4\%$

$TIR= 10 \%$

Si el $TIR > 0$, la inversión puede llevarse a cabo al producir beneficio.

8.3. RELACIÓN BENEFICIO INVERSIÓN

Para $K= 4\%$

$RBI= 1.63$

El resultado obtenido indica que por cada unidad monetaria invertida, se obtendrán unos beneficios netos de 1.63 unidades monetarias.

8.4. PLAZO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO

El plazo de recuperación de la inversión es de 9 años, puesto que los flujos netos de caja son superiores al desembolso a partir de los 10 años.

9. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se considera que la inversión es rentable, ya que produce unos beneficios netos de 3.475.964 € durante los 29 años de vida proyectados.

La inversión inicial se recuperará a los 10 años.

Los valores del VAN, TIR y RBI indican la positiva rentabilidad de la inversión.

No se ha considerado la influencia de la inflación en el poder adquisitivo del dinero, por lo que podrían existir variaciones en los resultados de la rentabilidad de este estudio, siendo mínima esta variación si la inflación afectase de la misma manera tanto a los cobros como a los pagos.



**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO XII

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN**

ÍNDICE ANEJO XII

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR	1
3.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS.....	2
4.	MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS	2
5.	REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN	3
6.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	3
7.	TABLA DE RESIDUOS ESTIMADOS	5
8.	PRESUPUESTO.....	5
9.	CONCLUSIONES	5



1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción se redacta de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

El presente Estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte de la empresa constructora. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

El proyecto contempla la construcción de una balsa de riego realizada con la tierra procedente de la propia excavación, impermeabilizada con una geomembrana de polietileno de alta densidad, incluyendo los correspondientes anclajes y sujeciones de hormigón, los órganos de entrada y salida de agua, el aliviadero con sus tuberías de desagüe y arquetas, una caseta de válvulas, así como el vallado de la balsa. Sus especificaciones concretas y las mediciones en particular constan en el documento general del Proyecto al que el presente Estudio complementa.

2. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

La estimación de residuos a generar figura en la tabla existente en el apartado 7 del presente Estudio. Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso específico de la obra prevista sin tener en cuenta otros residuos derivados de los sistemas de envío, embalajes de materiales, etc. que dependerán de las condiciones de suministro y se contemplarán en el correspondiente Plan de Residuos de la Obra. Dicha estimación se ha codificado de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002. (Lista europea de residuos).

3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

Para prevenir la generación de residuos se prevé la instalación de una zona acotada de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte de la empresa constructora. Dicha zona acotada estará ubicada junto al camino de acceso a la obra.

4. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior.

Para la separación de los residuos peligrosos que se generen se dispondrá de contenedores adecuados y separados, que se ubicarán junto al camino de acceso a la obra, como se puede ver en el plano del presente Estudio de Gestión de Residuos. La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.

La zona de almacenaje, tendrá acceso desde la vía pública, estará ubicada en el recinto de la obra y se señalizará convenientemente; la situación de la misma se encuentra marcada en el plano del presente Estudio de Gestión de Residuos.

En relación con los restantes residuos previstos, las cantidades no superan las establecidas en la normativa para requerir tratamiento separado de los mismos.

Para toda la recogida de residuos se contará con la participación de un Gestor de Residuos autorizado de acuerdo con lo que se establezca en el Plan de Gestión de Residuos.

No obstante lo anterior, en el Plan de Gestión de Residuos habrá de preverse la posibilidad de que sean necesarios más contenedores en función de las condiciones de suministro, embalajes y ejecución de los trabajos.

5. REUTILIZACION, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

Fomentando la reutilización de los elementos generados en la obra, esta previsto la reutilización total del terreno excavado. El relleno de las zanjas que no estén sometidas a cargas de tráfico se realizará con material procedente de la excavación. Los principales residuos generados en la obra se entregarán a un Gestor de Residuos de Construcción, para su traslado al vertedero municipal.

6. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

Se establecen las siguientes prescripciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos, de acuerdo con las definiciones dadas en el RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición:

- Se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

- La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos. En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

7. TABLA DE RESIDUOS ESTIMADOS

Residuos en fase de ejecución:

RESIDUO	L (m)	S (m ²)	e (m)	V (m ³)	d (Tn/m ³)	Tn	Tratamiento	Coste (€)
Desbroce y limpieza de restos vegetales	-	20000	-	38	0,2	7,6	Reciclado	-
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	-	-	-	7,59	1,75	13,28	Reutilización en propia obra	-
Restos de hierro y acero procedente de las armaduras	-	-	-	0,128	7,8	1	Deposito en vertedero autorizado	75
							TOTAL (€)	75

8. PRESUPUESTO

El coste detallado de la gestión de residuos se puede ver en la tabla del apartado 7.

Estos ascienden a un total de SETENTA Y CINCO EUROS.

9. CONCLUSIONES

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con el plano correspondiente del presente anejo y el presupuesto reflejado, el técnico que suscribe entiende que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO XIII

**REQUISITOS Y DIRECTRICES
DEL PLAN DE CALIDAD**

ÍNDICE ANEJO XIII

1.	OBJETIVO DEL ANEJO	1
2.	NORMATIVAS DE CUMPLIMIENTO	2
3.	ELABORACIÓN DEL PLAN DE CALIDAD. APROBACIÓN Y REVISIÓN DEL PLAN DE CALIDAD	2
4.	ALCANCE DEL CONTROL DE CALIDAD	3
	4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTROLES A EFECTUAR.....	3
5.	PROCEDIMIENTOS ORGANIZATIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD	4
	5.1. COMPROMISO DE PARTICIPACIÓN	4
6.	CONTROL DE SUBCONTRATACIONES.	6
7.	PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN	6



1. OBJETIVO DEL ANEJO

El Plan de Calidad, para conseguir el objetivo que se marca en el presente proyecto, establecerá tres tipos de acciones a efectuar:

- a) Regular el proceso de la calidad. Se realiza mediante la elaboración de una normativa técnica que establezca las reglas claras y precisas que sirvan de base objetiva para el desarrollo homogéneo del proceso de la calidad de las obras e instalaciones.
- b) Promover la calidad. Se realiza a través de una política de elaboración de guías técnicas que faciliten la aplicación de la normativa por los diferentes agentes, junto a una política de fomento de los distintivos de calidad, ya sea de productos, de sistemas o de empresas, apoyada con una difusión sistemática de información.
- c) Verificar la calidad. Se realiza mediante la aplicación de las técnicas de control que abarquen el proyecto, la recepción de los materiales, la ejecución de las obras y el uso y mantenimiento de la balsa, de tal forma que se eviten a lo largo del proceso los principales defectos y se consiga reducir al mínimo los riesgos, todo ello dentro de una banda de costes controlados.

Las obras que forman parte del Proyecto de construcción de la balsa, incluyen las siguientes actuaciones:

- Movimiento de tierras para la formación del vaso.
- Impermeabilización del vaso.
- Construcción de un aliviadero y tendido de una tubería de evacuación a un lugar de menor peligro.
- Instalación de una tubería de salida de agua alojada en galería.
- Construcción de una caseta para el alojamiento de las válvulas de salida de agua de la balsa y conexión con la galería.
- Instalación de tuberías de entrada de agua y conexión a las tuberías de entrada existentes.

- Instalación de una red de drenaje interno, para previsión de posibles fugas de agua.
- Construcción de un pasillo perimetral y una valla de protección.
- Revegetación de los taludes y construcción de un canal de evacuación de aguas pluviales, como medidas protectoras y correctoras del impacto ambiental.

2. NORMATIVAS DE CUMPLIMIENTO

De la serie 9000, la ISO 9000 es la norma que establece los criterios de selección y utilización de las normas. Las normas ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003 especifican los modelos que deben usarse en condiciones contractuales y la ISO 9004 es una guía extensa para la implantación del sistema de calidad.

3. ELABORACIÓN DEL PLAN DE CALIDAD. APROBACIÓN Y REVISIÓN DEL PLAN DE CALIDAD

Implantar un Sistema de Calidad en cualquier obra supone, como requisito previo, adoptar unos Procedimientos, un régimen normativo interno de obligado cumplimiento que nos defina cómo se va a controlar la ejecución del Proyecto en cada una de las unidades de obra que lo conforman, y quiénes son los llamados a exigir e implantar el Plan de Calidad.

El Jefe de Obra ha de analizar el Proyecto ya adjudicado y aceptado, revisando la viabilidad constructiva del diseño.

Estudiada toda la documentación técnica, corresponde al Jefe de Obra redactar el Plan de Calidad aplicable al Proyecto que va a desarrollar; establecer el Alcance del Plan; preparar los Puntos de Previsión donde se va a actuar; redactar el Organigrama de Obra en el que han de constar gráficamente relacionados todos los intervinientes en el proceso constructivo con las funciones que tienen asignadas y, finalmente,

establecer los equipos con que va a contar en la obra y el Programa de puntos de inspección sistemática que se va a aplicar.

Con la Base de Datos que ha de disponer, el Jefe de Obra debe redactar el Programa de Ensayos, las especificaciones de compras e informes de recepción de materiales y los ensayos a realizar.

El Control de la Documentación y el Programa de auditorías internas, son, así mismo, componentes básicos del Plan de Calidad.

4. ALCANCE DEL CONTROL DE CALIDAD

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS CONTROLES A EFECTUAR

Véase Pliego de prescripciones técnicas particulares (P.P.T.P.) en lo referente a ensayos en cuanto a obra civil: Pruebas en vacío, pruebas hidráulicas en obra, pruebas elementos de comunicaciones, control e inspección del montaje, seguimiento del proceso constructivo, y otros controles que se pasará a describir a continuación.

Otros controles:

- Requisitos del personal ejecutor: Se llevará un control de todo el personal que participe en la obra, comprobando su idoneidad a la tarea encomendada.
- Revisión de contratos
- Control de documentación: Se realizará el control de la documentación que reciba o envíe en la empresa, así como el registro y control de los planos.
- Registro de planos: Se deberá llevar el seguimiento completo de los planos, lugar de archivo, revisiones, circulaciones, estados, aprobaciones por distintos organismos, etc...
- Compras: Se realizará el control de todas las compras realizadas, certificado de origen de los materiales, peticiones, respuestas comerciales, recepción y aceptación de materiales...
- Control de los Procesos: Deberá tenerse por escrito los procedimientos técnicos de ejecución, véase P.P.T.P.

- Inspección y Ensayo: Se realizará las Inspecciones y Ensayos de nuestros procesos, así como el resultado de los mismos. Además incluirá los registros necesarios para el control de la Norma ISO-9002.
- Calibración de equipos: Se controlarán los equipos que van a calibración así como de sus certificados de calibración, fechas de próxima y última calibración, frecuencia de calibración, laboratorios donde se han realizado las calibraciones, la tolerancia y la incertidumbre de las calibraciones.
- Informes de No Conformidad y Acciones Correctoras
- Auditorías Internas de Calidad: Se controlarán las desviaciones detectadas, las acciones correctivas propuestas y si fue satisfactoria o no.
- Formación de personal: Se controlará la formación del personal de la empresa y el externo.
- Almacén: Se comprobarán embalajes y se llevará listado del material acopiado.
- Mantenimiento
- Evaluación de proveedores: Este punto se encarga de evaluar a los proveedores con los que se va a tener relaciones comerciales.

5. PROCEDIMIENTOS ORGANIZATIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

5.1. COMPROMISO DE PARTICIPACIÓN

Involucrado en el Proceso de Implantación de un Sistema de Calidad, ha de estar todo el aparato productivo de la empresa contratista incluido, lógicamente, la Dirección de obra, quien resulta ser el Auditor primero que compruebe la correcta aplicación del Sistema y los buenos resultados del Método, corrigiendo, en su caso, y resolviendo las discrepancias, conflictos y desviaciones que pudieran surgir.

El conjunto de objetivos, directrices y asignación de recursos para el efectivo cumplimiento de la política empresarial de Calidad se establece en el que se podría

denominar PLAN ESTRATÉGICO DE CALIDAD, documento donde quedarán plasmados tanto los objetivos propiamente dichos, como las estrategias técnicas necesarias para su consecución.

La Organización de Calidad define las actuaciones para garantizarla mediante el trabajo, estudio, asesoramiento, documentación, coordinación, seguimiento y evaluación numérica de los resultados obtenidos, y con la presencia física y permanente del Jefe de Obra en los tajos, ejerciendo las funciones propias de su cargo.

Estos parámetros, a los que se podría denominar Indicadores de Calidad, van a permitir medir la evolución de la Calidad en la obra y, por extensión, en la empresa. Los requisitos que han de cumplir los Indicadores de Calidad pasarían por los siguientes fundamentos:

- Ser específicos para la actividad concreta
- Ser objetivos, alejándolos de cualquier subjetividad
- Ser sencillos de obtener
- Ser útiles para quienes los aplican
- Ser rigurosos con el objetivo a alcanzar

Por ello, la cantidad de Indicadores de Calidad será mutable en el tiempo, flexibilidad que permite la adaptación a la situación de la empresa, a las características del Proyecto, a las demandas del mercado, pero siempre encaminados a satisfacer las exigencias de los clientes, que es el fin último que ha de perseguirse, siendo típicos Indicadores de Gestión de Calidad:

- Los generales de la implantación del método
- Los relacionados con la formación del personal
- Los derivados del proceso de mejoras
- Los específicos de Calidad de Obra
- Los que muestren el grado de satisfacción de los clientes o usuarios

6. CONTROL DE SUBCONTRATACIONES.

Su función es:

- Seleccionar a los contratistas con la experiencia y capacidad técnica-económica para la ejecución de las obras de infraestructura.
- Elaborar contratos, con objetivos muy claros, enmarcados en la ley vigente, desarrollados en el menor tiempo posible y con las garantías necesarias para el logro del cumplimiento de su objetivo.

7. PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DE EJECUCIÓN

Deberá tenerse por escrito los procedimientos técnicos de ejecución, véase P.P.T.P.

Todo el procedimiento desarrollado tras la implantación de un Sistema de Calidad debe ir encaminado a la constatación documental de la inexistencia de quejas o reclamaciones y a la determinación real de las que se produzcan en el período de puesta en marcha y garantía, la contrata debe disponer de mecanismos internos que, así mismo, regulen las condiciones en que han de terminarse las obras y el grado de satisfacción de sus clientes. Ha de articular la contrata un mecanismo, un procedimiento, por el que se obtenga la información veraz y adecuada de la evolución de las obras proyectadas y ejecutadas, analizando caso a caso la posible reclamación o queja que se produzca; estudiar las causas motivadoras de tales quejas de los clientes y evaluando su trascendencia, valorar su costo y conocer los efectos que de dicha situación pudieran derivarse.

**PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO Y
PLANTACIÓN DE ALMENDROS EN UNA FINCA
SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE
MONÓVAR (ALICANTE)**



ANEJO XIV

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y
SALUD**

ÍNDICE ANEJO XIV

DOCUMENTO I: MEMORIA	4
1. OBJETO DE ESTE PROYECTO	4
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	5
2.1. Descripción de la obra y situación	5
2.2. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra	5
2.3. Interferencias y Servicios afectados.....	6
2.4. Unidades constructivas que comprende la obra	6
3. RIESGOS.....	6
3.1. Riesgos profesionales.....	6
3.2. Riesgos de daños a terceros	8
4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES	8
4.1. Protecciones individuales.....	8
4.2. Protecciones colectivas	9
4.3. Formación	10
4.4. Medicina preventiva y primeros auxilios	11
5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	13
DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES	14
III.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	14
1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN	14
2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	16
2.1. Protecciones Personales.....	16
2.2. Protecciones Colectivas	17
3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN	18
4. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	21
4.1. Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. 21	
5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	22
6. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE	24
6.1. OBJETO DE ESTE PLAN	25
6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	25
6.3. RIESGOS Y PREVENCIÓN.....	26
6.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	43
6.5. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE	44
6.6. AGUAS RESIDUALES	44
6.7. BASURAS	44
6.8. ZONAS DE ACOPIO	44

III.2.	PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	45
1.	MAQUINARIA AUXILIAR	45
1.1.	Soldadura	45
1.2.	Maquinaria herramienta en general.....	51
1.3.	Herramientas manuales.....	53
2.	MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS	54
2.1.	Pala cargadora.....	54
2.2.	Retroexcavadora	55
2.3.	Camión Hormigonera.....	57
2.4.	Camión grúa.....	58
2.5.	Compresor.....	60
3.	INSTALACIÓN ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA	61
3.1.	Riesgos detectables más comunes.....	61
3.2.	Normas o medidas preventivas.	61
5.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES	68



DOCUMENTO I: MEMORIA

1. OBJETO DE ESTE PROYECTO

Se redacta el presente Proyecto de Seguridad y Salud, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 del 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de su inclusión en las obras de construcción con presupuesto global igual o superior a setenta y cinco millones de pesetas.

Tiene por objeto establecer las previsiones necesarias durante la ejecución de las obras, respecto a la prevención de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1. Descripción de la obra y situación

En el Presente Proyecto queda completamente definida por lo que no se cree necesario repetir su descripción.

2.2. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

2.2.1. Presupuesto

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de 458.101,82 €

2.2.2. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto desde su iniciación hasta su terminación completa es de **43 días**.

2.2.3. Personal Previsto

Dadas las características de la obra se prevé un número máximo de personas afiliadas a la misma de 30.

2.3. Interferencias y Servicios afectados

- Habrá interferencias en las carreteras de acceso y salida a las obras.
- Se harán conexiones a los servicios ya existentes de energía eléctrica.
- Se afectará también a tuberías de otras instalaciones de riego y de suministro de agua potable que se salvarán cruzándolas bajo ellas.

2.4. Unidades constructivas que comprende la obra

- Desbroce
- Movimientos de tierra
- Apertura de zanjas
- Colocación de tuberías
- Hormigonado
- Albañilería
- Instalación de estaciones de bombeo y de filtrado
- Instalaciones de equipos de control y valvulería
- Instalación eléctrica en Baja Tensión.

3. RIESGOS

3.1. Riesgos profesionales

3.1.1. Riesgos en movimientos de tierra e instalación de tuberías

- Atropellos por maquinaria y vehículos
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos

- Caídas a distinto nivel
- Desprendimientos
- Interferencias con líneas de alta tensión
- Polvo
- Ruido

3.1.2. Riesgos en instalación de equipos electromecánicos.

- Atropellos por maquinaria y vehículos
- Atrapamientos por maquinaria y vehículos
- Colisiones y vuelcos
- Ruido

3.1.3. Riesgos en remates, señalización y defensas

- Atropellos por maquinaria y vehículos
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos
- Caídas de altura
- Caídas de objetos
- Cortes y golpes

3.1.4. Riesgos producidos por agentes atmosféricos

3.1.5. Riesgos eléctricos

3.1.6. Riesgos de incendio

3.2. Riesgos de daños a terceros

Los riesgos de daños a terceros se pueden resumir en :

- Caídas al mismo nivel
- Atropellos
- Caída de objetos

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

4.1. Protecciones individuales

4.1.1. Protección de la cabeza

- Cascos para todas aquellas personas que participan en la obra, incluidos los visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores auditivos.

4.1.2. Protección para el cuerpo

- Cinturón de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos y buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo
- Trajes de agua. Se prevé un acopio en la obra.

4.1.3. Protección de extremidades superiores

- Guantes de goma finos para operarios que trabajen en hormigón.
- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
- Equipo de soldador.

4.1.4. Protección de extremidades inferiores

- Botas de agua.
- Botas de seguridad clase III.

4.2. Protecciones colectivas

4.2.1. Señalización general

- Señales de STOP a la salida de vehículos
- Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Entrada y salida de vehículos.
- Señal informativa de localización de botiquín y extintor.
- Cinta de balizamiento.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar.

4.2.2. Instalación eléctrica

- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

4.2.3. Excavación

- Vallas: se utilizarán vallas de contención en bordes de vaciado para limitación y protección.
- Señalización: se utilizará cinta de balizamiento reflectante y señales indicativas de riesgo de caída a distinto nivel.
- Para el acceso de personal se utilizarán escaleras fijas.

4.2.4. Instalaciones y acabados

- Válvulas antirretroceso (Nr. 4.3.3.1.b NBE- CPI.91)

4.2.5. Protección contra incendios

- Se emplearán extintores portátiles.

4.3. Formación.

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, al personal de la obra.

Eligiendo el personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos de trabajo dispongan de algún socorrista.

4.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquines: Se preverá por el Ingeniero Director de la Obra la instalación de un local para botiquín de primeros auxilios.

- Asistencia a los accidentados: Se dispondrá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

- Reconocimiento médico: Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo de un año.

- Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

Durante la ejecución de la obra, se aplicarán los siguientes principios:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías de circulación.
- Correcta manipulación de los distintos materiales, así como de la utilización de los medios auxiliares.
- Control periódico de las instalaciones con objeto de corregir defectos que

podieran afectar a la salud de los trabajadores.

- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- Vigilar el cumplimiento de los Reales Decretos 1215/97 de 18 de Julio y 773/97 de 30 de Mayo, en lo referente a los equipos de trabajo y de protección personal a utilizar por los trabajadores.
- Disponer de un libro de incidencias donde se refleja el control y seguimiento del presente plan de seguridad y salud.
- Se comunicará a la autoridad laboral competente el inicio de las obras, redactándose el comunicado de forma normalizada.
- Se procurará la estabilidad de los materiales y equipos.
- Se proporcionarán los equipos y medios para que el trabajo se realice de forma segura.
- En el suministro de energía eléctrica se observará la normativa específica
- Se tendrá un especial cuidado en no prolongar el trabajo en horas de escasa iluminación
- Aunque la realización de las obras no deben conllevar ningún riesgo de incendio, se mantendrá una alerta específica, debido al aislamiento de la localización de las obras.
- Se proveerá a los trabajadores de servicios higiénicos adecuados, así como locales donde puedan comer y agua potable en cantidad suficiente.

Abreviaturas

NBE-CPI.91. Norma Básica Española de Protección contra incendios en los edificios

5. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios. Serán señalizados según la normativa vigente (R.D. 485/1997, de 14 de Abril, disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo).



Orihuela, Septiembre de 2015

José Ramón Amorós Alvarado

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

III.1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores
- Reglamento de los Servicios Médicos de empresa.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (BOE 5.7.8 y 9/9/70).
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y Normativa de desarrollo
- R.D. 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de s eñalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluye pantallas de visualización.
- R.D. 664/1997, de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas en materia de

seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

- R.D. 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Convenio Colectivo Provincial para la construcción.
- Reglamentos específicos de las instalaciones.
 - R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (incluye la obligatoriedad de inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud de la obra).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión (O. M. 28-11-68)
- Reglamento Electrotécnico en Baja Tensión (O. M. 20-90-73) (B.O.E 9-10-73)
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (O.M. 17-5-74) (B.O.E. 29-5-74)
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación . (R.D. 3275/1982, de 12 de Noviembre) (B.O.E. nº 288 de 1 de Diciembre de 1982).
- Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios. (R.D. 1942/1993, de 5 de Noviembre).

2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijados un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo por sí mismo.

2.1. Protecciones Personales

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74) (B.O.E. 29-5-74), siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no existan Normas de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

2.2. Protecciones Colectivas

- Pórticos limitadores de gálibo: dispondrán de un dintel debidamente señalizado.

- Vallas autónomas de limitación y protección: tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos y dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

- Topes de desplazamiento de vehículos: se podrán realizar con dos tablones embreados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo o de otra forma eficaz.

- Redes: serán de poliamida y sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.

- Elementos de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes, y soportes y anclajes de redes: tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: la sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 m.A. y para fuerza de 300 m.A.

- La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión de contacto indirecto máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época seca del año.

- Extintores: serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible y se revisarán cada seis meses como máximo.

- Medios auxiliares de topografía: éstos medios tales como cintas, jalones, miras, etc. serán dieléctricos, dado el riesgo e electrocución por las líneas eléctricas.

3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN

Según el artículo 31 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, referente a Servicios de Prevención tenemos :

1. Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, con el alcance que se establezca en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

2. Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo anterior.

3. Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

a) El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.

b) La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.

c) La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.

d) La información y formación de los trabajadores.

e) La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

f) La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

4. El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

a) Tamaño de la empresa.

b) Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.

c) Distribución de riesgos en la empresa.

5. Para poder actuar como servicios de prevención, las entidades especializadas deberán ser objeto de acreditación por la Administración laboral, mediante la comprobación de que reúnen los requisitos que se establezcan reglamentariamente y previa aprobación de la Administración sanitaria en cuanto a los aspectos de carácter sanitario.

Artículo 30. Protección y prevención de riesgos profesionales. Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

1. En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada

ajena a la empresa.

2. Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

Los trabajadores a que se refiere el párrafo anterior colaborarán entre sí y, en su caso, con los servicios de prevención.

3. Para la realización de la actividad de prevención, el empresario deberá facilitar a los trabajadores designados el acceso a la información y documentación a que se refieren los artículos 18 y 23 de la presente Ley.

4. Los trabajadores designados no podrán sufrir ningún perjuicio derivado de sus actividades de protección y prevención de los riesgos profesionales en la empresa. En ejercicio de esta función, dichos trabajadores gozarán, en particular, de las garantías que para los representantes de los trabajadores establecen las letras a), b) y c) del artículo 68 y el apartado 4 del artículo 56 del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

Esta garantía alcanzará también a los trabajadores integrantes del servicio de prevención, cuando la empresa decida constituirlo de acuerdo con lo dispuesto en el artículo siguiente.

Los trabajadores a que se refieren los párrafos anteriores deberán guardar sigilo profesional sobre la información relativa a la empresa a la que tuvieran acceso como consecuencia del desempeño de sus funciones.

5. En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas en el apartado 1, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga la capacidad necesaria, en función de los riesgos a que estén expuestos los trabajadores y la peligrosidad de las actividades, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

6. El empresario que no hubiere concertado el Servicio de prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa, en los términos que reglamentariamente se determinen.

4. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

De acuerdo con lo previsto en el R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de la obra, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

4.1. Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones :

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de

seguridad :

1º al 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.

2º Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del presente Real Decreto
- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo Conforme a lo dispuesto, en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- d) Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- e) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajos.
- f) Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Se dispondrá de vestuario, servicios higiénicos y comedor, debidamente dotados.

El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán dos lavabos y tres duchas con agua fría y caliente, y dos W.C. para cada 15 trabajadores, disponiendo de espejos.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios.

Para la limpieza y conservación de éstos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

El plano que acompaña este proyecto dispone de todos los servicios tal y como se realizarán.

6. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

A los oportunos efectos de lo que se señala en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre en su Artículo 7º y siguientes se hace explícita advertencia de que será obligación del contratista la elaboración de un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y en su defecto, por la dirección facultativa. Asimismo, dicho plan podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en las misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen

oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos. Asimismo, también estará a disposición de la dirección facultativa.

6.1 OBJETO DE ESTE PLAN

Este Plan de Seguridad establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales durante el desarrollo de las obras.

Servirá para dar unas directrices básicas a las empresas de montajes y que puedan llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de los riesgos profesionales, facilitando su cumplimiento bajo el control de una persona que deberá ejercer la función de Dirección Facultativa.

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

6.2.1. Plazo de ejecución y mano de obra

El plazo de ejecución de las obras se fija en 45 días, siendo el número máximo de trabajadores previstos de 30 en los periodos punta.

6.2.2. Interferencias y Servicios afectados

En la realización de la obra existen las interferencias siguientes:

- Líneas eléctricas aéreas de Baja Tensión
- Tuberías de agua
- Carreteras locales

- Caminos agrícolas

6.2.3. Unidades que componen la obra

- Movimientos de tierra
- Estaciones de bombeo y de filtrado
- Red de riegos
- Plantación

6.3. RIESGOS Y PREVENCIÓN

6.3.1. Instalaciones ajenas a la obra

● Instalaciones eléctricas aéreas de Alta Tensión

Como regla general e, independientemente de su tensión, se deberán tener en cuenta las siguientes distancias:

Desde la línea hasta los puntos accesibles a personas, la distancia deberá ser como mínimo de 5 metros. En caso de no poder cumplirse esa distancia se colocarán, de común acuerdo con la Compañía Eléctrica, pantallas rígidas y de material aislante, ajustándose a las normas de la Compañía en cuanto a procedimientos de descarga.

Desde los puntos no accesibles a personas, la distancia deberá ser, como mínimo, de 4 metros.

Con maquinaria móvil la distancia mínima será de 5 metros, aplicables en el caso de camiones grúa en que la carga oscile.

En el caso de líneas sobre carreteras, será de 7 metros como mínimo. Esto también es válido para los camiones de obra. En el caso de tráfico de maquinaria de gran altura, se dispondrán de obstáculos que impidan el paso o que limiten la altura máxima de seguridad del paso.

● **Instalaciones eléctricas aéreas de Baja Tensión**

Si los conductores están desnudos, las distancias pueden variar entre 1 y 3 metros, no obstante deben tenerse en cuenta los trabajos a efectuar en sus proximidades para evaluar no sólo la distancia, sino también las medidas preventivas a adoptar.

Con maquinaria móvil en su proximidad, la distancia mínima aconsejable debe ser de 3 metros.

En caso de líneas sobre carreteras será de 6 metros mínimo. Esto es válido también para los caminos de obra. Con el tráfico de maquinaria de gran altura, se dispondrán obstáculos que impidan el paso y/o que limiten la altura máxima de seguridad de paso.

6.3.2. Trabajos propios de la obra

● **Carga y descarga de materiales**

En este apartado efectuaremos un análisis de los riesgos en la carga y descarga de materiales, en especial en el movimiento de los tubos de hormigón vibropensado para los caños en los pasos de caminos y desagües, así como de los tubos de Fundición, Fibrocemento y PVC a instalar para la Red de Riego.

Análisis de riesgo:

- Atrapamiento de manos en el eslingado
- Caída de carga en elevación por eslingado incorrecto o rotura de elementos de sujeción

- Caída o desplome de la carga durante su recepción
- Caída de altura durante la recepción de la carga

Medidas preventivas más necesarias a adoptar sobre los elementos de sujeción:

- Todos los cables, eslingas, etc. de acero cumplirán con la normativa de seguridad específica en cuanto a características mecánicas.

- En cuanto a su utilización, deben tenerse en cuenta una serie de factores entre los que podemos destacar los siguientes:

La eficacia de los amarres terminales (con grapas, guardacabos a presión, etc.) que disminuye la resistencia de la eslinga

El ángulo de amarre de la carga (como máximo 90°)

La curvatura del cable (a menor radio de curvatura, menor resistencia)

La existencia o no de guardacantos (las aristas vivas en las cargas a elevar disminuyen la resistencia a la vez que pueden originar roturas instantáneas)

La duración del cable (a menor tiempo transcurrido desde su fabricación, menor resistencia en condiciones de intemperie y con utilización normal)

- En cuanto a las cadenas, no es aconsejable su utilización para elevar cargas en las obras, ya que en elevación con incorrecto centrado de la carga (cosa frecuente) se pueden provocar impactos que repercutan negativamente en la cadena (o lo que es lo mismo, en el eslabón más débil)

- En cuanto a las eslingas textiles de fibra sintética, no están contempladas en la OGSHT. No obstante son convenientes en el amarre de cargas en que la eslinga debe ceñirse perfectamente a la carga. Con todo deben extremarse las precauciones en cuanto a la evitación de aristas cortantes o vértices vivos, así como su utilización en ambientes con excesiva humedad o presencia de ácidos, disolventes, etc. En general, las de poliéster y polipropileno tienen buenas características mecánicas

siempre que no se superen los valores de seguridad indicados por el fabricante.

Por último, indicar que el trabajo de eslingado debe hacerse con guantes apropiados al manejo de cargas pesadas y metálicas. Así mismo el calzado deberá estar homologado y ser de la clase III (puntera y plantilla de seguridad).

● **Explanación de tierras**

Los riesgos más frecuentes son:

- Atropellos, golpes, vuelcos de las máquinas
- Caídas de personas al mismo nivel
- Interferencias de conducciones subterráneas
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga
- Polvo ambiental
- Ruido

Prevención de riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo, antes del inicio de la explanación con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en peligro la estabilidad de las máquinas.

- Los árboles, de existir e interferir los trabajos, deben ser talados mediante motosierra y no a golpe de pala o de cuchilla. Una vez talados, mediante anclaje al rip-per, se puede proceder sin riesgo al arranque del tocón, que deberá realizarse a marcha sumamente lenta para evitar el tirón y la proyección de objetos al cesar la resistencia.

- La maleza debe eliminarse mediante siega y se evitará siempre recurrir al

fuego.

- Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.

- Todas las maniobras de los vehículos serán guiadas por una persona, y, el tránsito de los mismos dentro de la zona de trabajo se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación junto a los bordes de excavación.

- La circulación de todo vehículo, posibles estacionamientos y frentes de ataque, quedan plasmados expresamente en los Planos de éste Plan de Seguridad e Higiene, instalándose las señales de tráfico necesarias en la obra, para evitar atrapamientos y colisiones.

- Es imprescindible cuidar de los caminos, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras, etc., todos los barrizales afectados por la circulación intensa de vehículos.

- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del Permiso de Conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación.

Protecciones individuales

- Botas de goma
- Botas de seguridad
- Casco de polietileno
- Cinturón antivibratorio
- Gafas antiproyecciones
- Guantes de cuero
- Mascarilla antipolvo
- Mono de trabajo
- Traje impermeable

● **Excavaciones**

Los riesgos más frecuentes son:

- Deslizamiento y desprendimiento de tierras
- Desprendimientos del material dentro del radio de acción de las máquinas
- Atropellos, golpes, vuelcos y falsas maniobras de las máquinas
- Caídas de personal desde frentes de excavación
- Interferencias de conducciones subterráneas
- Inundaciones

Prevención de riesgos y Medidas de Seguridad y Salud.

Protecciones colectivas

- Se protegerán con barandillas sólidas los bordes de la excavación.
- La altura del corte de excavación realizada por pala mecánica no rebasará en más de un metro la altura máxima de ataque de la cuchara.
- Se evitarán sobrecargas excesivas en los bordes de la excavación, aunque estuviesen a más de 2 metros de distancia del borde de la excavación.
- El frente y paramentos laterales de cada excavación serán inspeccionados como mínimo dos veces durante la jornada por el Vigilante de Seguridad. En el caso de existir riesgo de desprendimientos lo comunicará al encargado que dará, si procede, orden de sanear la zona por personal capacitado para esta misión y proceder a su entibación o apuntalamiento. Estos trabajos se harán provistos de cinturón de seguridad.
- Las entibaciones urgentes se ejecutarán siguiendo la directriz expresa de la Dirección Facultativa y del Jefe de Obra, en caso de evidente necesidad o ausencia de ésta.

- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno, que suponga la existencia de un peligro, pese a la realización de entibaciones. Redes tensas sobre los taludes actuarán perfectamente con este fin, pues al retener embolsando los desprendimientos en primera fase actuarán como avisadores.

- Los taludes de la excavación deben ser apuntados o revestidos cuando la pendiente exceda, en general, de las relaciones siguientes, siempre que no exista orden expresa de la Dirección Facultativa para actuar de otra forma:

1:1 en terrenos movedizos o desmoronables

1:2 en terrenos blandos pero resistentes

1:3 en terrenos muy compactos

- Se prohíbe que circule personal dentro del radio de acción de las máquinas de excavación siempre que estén en funcionamiento

- El acceso de vehículos y personas al fondo de la excavación no será el mismo. Si por necesidad de operatividad no se pudiesen hacer independientes, el de personal se protegerá con una valla y señalización de peligro, atendiéndose con mayor cuidado al estado de conservación del pavimento y paramentos.

- Es imprescindible cuidar los caminos cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante escorias, zahorras, etc., todos los barrizales afectados por la circulación interna de vehículos.

- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del permiso de conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad
- Casco de polietileno
- Cinturón de seguridad
- Cinturón antivibratorio para conducción de maquinaria
- Guantes de cuero
- Mascarilla y gafas antipolvo
- Mono de trabajo
- Traje impermeable

● **Excavaciones de zanjas**

Los riesgos más frecuentes son :

- Vuelco de los cortes laterales de una zanja por:
 - Bolos ocultos
 - Sobrecarga en la coronación
 - Prolongada apertura
 - Taludes inadecuados
- Caída de personas al interior de la zanja
- Golpes por maquinaria
- Atrapamientos por maquinaria
- Caída de la maquinaria a la zanja
- Inundación

Prevención de Riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- El lado de circulación de camiones o de maquinaria quedará balizado a una distancia de la zanja no inferior a 2 metros, mediante el uso de cuerda de banderolas, o mediante bandas de tablón tendidos en líneas en el suelo.

- El personal deberá bajar o subir siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m. el borde de la zanja, y estarán amarrados firmemente al borde superior de coronación.

- No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopio de materiales a una distancia inferior a 2 m. del borde, en prevención de los vuelcos por sobrecarga.

- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente al Jefe de Obra. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema surgido por la Dirección Facultativa, siguiendo sus instrucciones precisas.

- Todas las zanjas abiertas próximas al paso de personas se protegerán por medio de barandillas de 0.90 m. de altura, barra intermedia y rodapié de 0.20 m., o bien se cerrará eficazmente el acceso a la zona donde se ubican, para prevenir las posibles caídas en su interior, especialmente durante los descansos.

- Es obligatorio la entibación de pozos y zanjas con profundidad superior a 1.5 m., cuyos taludes sean menos tendidos que los naturales.

- La desentibación a veces constituye un peligro más grave que el entibado. Se hará en el sentido contrario al que habíamos procedido en la entibación, siendo realizado y vigilados éstos trabajos por personal competente, durante toda su ejecución.

- En presencia de lluvia o de nivel freático alto se vigilará el comportamiento

de los taludes, en prevención de derrumbamientos sobre los operarios. Se ejecutarán lo antes posible los achiques necesarios.

- En presencia de riesgo de vuelco de un talud límite de la zanja se dará la orden de desalojo inmediato, y se acordonará la zona en prevención de accidentes.

Protecciones individuales

- Botas de goma
- Botas de seguridad
- Casco de polietileno
- Gafas antipolvo
- Guantes de cuero
- Mascarillas antipolvo de filtro mecánico recambiable
- Mono de trabajo
- Traje impermeable

- **Excavación con procedimientos mecánicos**

Prevención de Riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- Se prohíbe situar a los obreros debajo de donde haya un compañero trabajando, que pueda provocar caída de materiales sobre los primeros.

- Los empalmes de las mangueras y demás circuitos a presión, estarán en perfectas condiciones de conservación, revisándose como mínimo dos veces en el transcurso de la jornada de trabajo, y reparando las anomalías que se hubiesen detectado antes de reanudar los mismos.

- Se vigilará que los punteros estén en perfecto estado y sean del diámetro adecuado a la herramienta que se esté utilizando, cerciorándose de que el puntero

esté sólidamente fijado antes de iniciar el trabajo, con el fin de evitar roturas o lanzamiento descontrolado del mismo.

- Nunca se dejará el martillo hincado, ni se abandonará estando conectado el circuito de presión, a la interrupción del trabajo se desconectará el martillo, depositándose en el almacén de herramientas.

Protecciones individuales

- Botas de goma
- Botas de seguridad
- Casco de polietileno
- Cinturón antivibratorio
- Gafas o pantalla antiproyecciones
- Guantes de cuero
- Mono de trabajo
- Traje impermeable
- En ambiente de polvo, mascarilla antipolvo con filtro específico recambiable
- En lugares donde exista la posibilidad de paso de cables eléctricos subterráneos, es obligatorio el uso de botas de goma aislante y de guantes de idéntico material, para evitar los contactos eléctricos indirectos.

● **Relleno: Apisonado y Compactado**

Los riesgos más frecuentes son:

- Accidentes de vehículos (vuelcos y/o atropellos) por exceso de carga o por mala conservación de sus mandos, elementos resistentes o ruedas.
- Caída de material de las cajas de los vehículos.
- Caídas del personal de los vehículos en marcha, cuando van en sus cajas

y/o sobre sus carrocerías.

- Accidentes del personal por falta de responsable que mande cada maniobra de carga y descarga.

- Atropellos del personal en maniobras de vehículos.
- Accidentes en el vertido del material, al circular los camiones marcha atrás.
- Peligro de atropellos por falta de visibilidad debido al polvo.
- Vibraciones sobre las personas.
- Polvo ambiental
- Ruido puntual y ambiental

Prevención de los Riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- La maquinaria y vehículos alquilados o subcontratados serán revisados, antes de comenzar a trabajar en la obra, en todos los elementos de seguridad, exigiéndose al día el libro de mantenimiento y el certificado que acredite su revisión por un taller cualificado.

- Se prohíbe la marcha atrás de los camiones con la caja levantada o durante la maniobra de descenso de la caja, tras el vertido de tierras, en especial en presencia de tendidos eléctricos aéreos.

- Se prohíbe sobrepasar el tope de carga máxima especificado para cada vehículo.

- Se prohíbe que los vehículos transporten personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.

- Se regarán con frecuencia los tajos y cajas de los camiones para evitar polvaredas.

- Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos.

- Se protegerán los bordes de los terraplenes con señalización y barandillas

sólidas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.

- Se señalizarán los accesos a la vía pública (peligro indefinido y stop.)
- Los vehículos subcontratados tendrán vigente la Póliza de Seguros con Responsabilidad Civil ilimitada, el carnet de Empresa y los Seguros Sociales cubiertos, antes de comenzar los trabajos en la obra.
- Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización, del peligro de vuelco, atropellos y colisiones.
- La zona en fase de compactación quedará cerrada al acceso de las personas o vehículos ajenos a la compactación, en prevención de accidentes.

Protecciones individuales

- Botas de goma
- Casco de polietileno: El conductor de cualquier tipo de vehículo provisto de cabina cerrada con techo (camiones, maquinaria de movimiento de tierras, automóviles, etc.), que circulen por la obra, utilizará el casco de seguridad para abandonar la cabina del vehículo y permanecer en el exterior del mismo o para desplazarse a pie por la obra.
- Cinturón antivibratorio
- Guantes de cuero
- Mascarilla y gafas de protección antipolvo
- Mono de trabajo
- Traje impermeable

● **Trabajos en hierro**

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y heridas en manos, piernas y pies.
- Aplastamientos en operaciones de carga y descarga.
- Tropiezos y torceduras al caminar entre las parrillas.
- Accidentes por eventual rotura de los hierros, en el estirado de los mismos.
- Caída desde altura.

Prevención de los Riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- Durante la elevación de las plantas de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas, se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados lo suficiente para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas.
- Las barras se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se establecerán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- Se pondrán sobre las parrillas planchas de madera, a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar por encima de éstas.

Protecciones individuales

- Botas de goma
- Botas de seguridad
- Cascos de polietileno
- Cinturón de seguridad
- Guantes de seguridad
- Mandil de cuero
- Manoplas de cuero
- Mono de trabajo
- Traje impermeable

● **Trabajos en hormigón**

Riesgos más frecuentes:

- Caída de objetos.
- Caída de personas al mismo o distinto nivel.
- Hundimientos.
- Pinchazos y golpes contra obstáculos.
- Pisadas sobre objetos húmedos o mojados.
- Trabajos sobre pisos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón.
- Desplome de las paredes de las zanjas.
- Atrapamientos
- Vibraciones por manejo de aguja vibrante.
- Ruido puntual y ambiental.
- Electrocutión.

Prevención de los riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

Hormigonado de cimientos

- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Se habilitarán caminos de acceso a los tajos, estableciéndose pasarelas para poder atravesar las zanjas.
- Se hará una revisión previa de las excavaciones entibadas antes de proceder al vertido del hormigón.
- Se señalizarán y protegerán las excavaciones con vallas metálicas o de madera, pintadas a bandas rojas y blancas, a 2 m. del borde.
- Los vibradores estarán provistos de toma de tierra.
- Antes del vertido del hormigón se revisarán los encofrados para evitar reventones o derrames innecesarios.
- Vertidos de hormigón en hormigonado por vertido directo (canaleta)
- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás que, por otra parte, siempre deberán ser dirigidas desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido del hormigón por taludes hasta el cimiento, se colocarán escaleras reglamentarias.

Hormigonado de muros

- Mientras se realiza el vertido, se vigilará atentamente el comportamiento de los encofrados, parándose los trabajos en caso de fallo para evitar accidentes.

- El vertido de hormigón en los encofrados, se hará repartido uniformemente a lo largo de los mismos, y no vertiéndolo únicamente en un sólo punto. Estas operaciones se efectuarán desde andamios corridos a uno o ambos lados del muro a construir, dotados de barandillas de 90 cm., listón intermedio y rodapié.

- El acceso a las plataformas de coronación se efectuará desde el terreno, mediante pasarelas dotadas de barandillas reglamentarias.

- Se extremarán las precauciones en el desencofrado del trasdós del muro. Estas operaciones se realizarán sujetos con cinturones de seguridad y bajo constante vigilancia. Habrá siempre un mínimo de 3 escaleras de mano montadas para su utilización en caso de riesgo.

- En todo caso, se dispondrán pasarelas reglamentarias de circulación en la coronación de los muros, con el fin de facilitar la operación de vertido y el paso y estancia de los operarios.

Protecciones individuales

- Botas de goma
- Casco de polietileno
- Cinturón de seguridad
- Gafas de protección contra las salpicaduras de hormigón
- Guantes impermeables
- Mono de trabajo
- Traje impermeable

6.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

6.4.1. Comedor

Estará dotado de calentacomidas, pileta, friegaplatos, calefacción y agua corriente.

6.4.2. Vestuario

Estará dotado de 15 taquillas con llave para guardar ropa, bancos o asientos y calefacción.

6.4.2. Aseos

Tendrán instalación de agua fría y caliente y constarán de:

- 1 pileta de obra dotada con 5 grifos.
- 2 inodoros de porcelana vitrificada blanca
- 3 platos de ducha en chapa
- 1 calentador eléctrico
- Perchas, espejos y calefacción

Para la limpieza y conservación de las instalaciones de Higiene y Bienestar se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

6.5. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

El agua potable para suministro a los trabajadores será la de la red de abastecimiento. En caso de no poder usarla, se facilitará el agua potable en recipientes que reúnan toda clase de garantías higiénicas.

6.6. AGUAS RESIDUALES

Se acometerá directamente al alcantarillado existente en la zona.

6.7. BASURAS

Se dispondrá de bidones, en los que se verterán las basuras, recogándose directamente para que sean retiradas por el Servicio Municipal.

6.8. ZONAS DE ACOPIO

Se establecerán zonas de acopio en lugares que no interfieran el tráfico o los procesos productivos. El almacenamiento se hará de manera que no se produzcan desplomes por desequilibrio ni por vibraciones, por lo que no se harán al lado de un compresor, grupo electrógeno, etc.

En caso de madera ya utilizada, y previo a su acopio, se quitarán las puntas. Su manipulación se efectuará con calzado de seguridad, casco y guantes de acero.

III.2. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

El presente Pliego de Condiciones Particulares tiene por objeto realizar un estudio más detallado de lo que consideramos maquinaria pesada y utillaje de medio volumen, así como de las condiciones en que se debe utilizar la Instalación eléctrica provisional de la obra y de las obligaciones de los trabajadores.

1. MAQUINARIA AUXILIAR

1.1. Soldadura

1.1.1. Soldadura eléctrica

Riesgos más frecuentes

- Caída desde altura
- Caída al mismo nivel
- Atrapamientos entre objetos
- Aplastamiento de manos por objetos pesados
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico
- Los derivados de la instalación de vapores metálicos
- Quemaduras
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas.

Prevención de riesgos y medidas de Seguridad y Salud

Medidas preventivas

Las radiaciones activas son un riesgo inherente de la soldadura eléctrica por arco, afectan no sólo a los ojos sino a cualquier parte del cuerpo expuesta a ellas. Por ello el soldador deberá utilizar: pantalla o yelmo, manoplas, manguitos, polainas y mandil.

La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.

Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar, y prevenir la caída de chispas sobre materias combustibles, que puedan dar lugar a incendio sobre las personas o sobre el resto de la obra, con el fin de evitarlo de forma eficaz.

La soldadura de elementos estructurales no se realizará a una altura superior a una planta. Se realizará el trabajo introducido dentro de jaulones de seguridad *Guindola* unidos a elementos ya seguros. El soldador irá provisto de cinturón de seguridad y se le suministrarán los necesarios puntos de anclaje cómodo y cables de circulación, todo ello para evitar caídas de altura.

Los trabajos de soldadura de elementos estructurales de forma aérea quedarán interrumpidos en días de fuerte niebla, fuerte viento o lluvia.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se deba interrumpir el trabajo.
- Tender de forma desordenada el cableado sobre la obra.
- No instalar ni mantener instalada la protección de las clemas de la máquina de soldar.
- No desconectar totalmente la máquina de soldar cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos (por ejemplo para el

almuerzo o comida).

- El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante), sin utilizar conectadores estancos de intemperie.

- La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.

Normas de prevención de accidentes para los soldadores.

- Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud. Protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.
- No mire directamente al arco voltaico. La intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos.
- No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producirle graves lesiones en los ojos.
- No toque las piezas recientemente soldadas ; aunque le parezca lo contrario, pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras serias.
- Suelde siempre en lugar bien ventilado, evitará intoxicaciones y asfixia.
- Antes de comenzar a soldar, compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo, les evitará quemaduras fortuitas.
- No deje la pinza directamente en el suelo o sobre la periferia. Deposítela sobre un portapinzas, evitará accidentes.
- Pida que le indiquen cual es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará tropiezos y caídas.
- No utilice el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas. Evitará el riesgo de electrocución.
- Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
- No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque

saete el disyuntor diferencial. Avise al vigilante de seguridad para que se revise la avería, y aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro.

- Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo, comida o desplazamiento a otro lugar).
- Compruebe antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.
- No utilice mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Solicite que las cambien, evitará accidentes. Si debe empalmar las mangueras, proteja el empalme mediante forrillos termoretráctiles.
- Escoja el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar.
- Cerciórese de que están bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.
- Utilice aquellas prendas de protección personal que se le recomienden, aunque parezcan incómodas o poco prácticas. Considere que sólo se pretende que usted no sufra accidentes.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad para desplazamientos por la obra.
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico, especialmente el ayudante.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.

- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Cinturón de seguridad.

1.1.2. Soldadura autógena y oxicorte

Riesgos más frecuentes

- Caída desde altura
- Caídas al mismo nivel
- Atrapamientos entre objetos
- Aplastamientos de manos y/o pies por objetos pesados
- Quemaduras
- Explosión (retroceso de la llama)
- Incendio
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

Prevención de riesgos y medidas de Seguridad y Salud

Medidas preventivas

El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo sobre el carro portabotellas.

Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.

Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas pero procurando que la boca quede algo levantada, pero para evitar accidentes por confusión de los gases las botellas siempre se

utilizarán en posición vertical.

Los mecheros irán provistos de válvula antirretroceso de llama.

Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa.

Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, sobre personas y/o materiales.

Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizar herramientas como alicates o tenazas que a parte de no ser totalmente efectivas estropean el vástago de cierre.

Las mangueras se recogerán en carretes circulares.

Queda expresamente prohibido:

- Dejar directamente en el suelo los mecheros.
- Tender de forma desordenada las mangueras de gases por los forjados. Se recomienda unir entre sí las gomas mediante cinta adhesiva.
- Utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
- Apilar, tendidas en el suelo las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en la sombra y en posición *de pie* para evitar vuelcos.

Protecciones individuales

- Casco de polietileno
- Guantes de cuero
- Mandil de cuero
- Manguitos de cuero
- Mono de trabajo

- Pantalla antirradiaciones luminosas
- Polainas de cuero
- Yelmo de soldador
- El ayudante utilizará durante la soldadura gafas de soldar

1.2. Maquinaria herramienta en general.

En este apartado se consideran globalmente los riesgos y prevenciones apropiados para la utilización de pequeñas herramientas, accionadas por energía eléctrica : taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc. de una forma muy genérica.

Riesgos más frecuentes :

- Cortes
- Quemaduras
- Golpes
- Proyección de fragmentos
- Caída de objetos
- Contacto con la energía eléctrica
- Vibraciones
- Ruido

Medidas preventivas :

- Las máquinas herramienta eléctricas estarán protegidas mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos

de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.

- Las máquinas en situación de avería o de semiavería se entregarán al vigilante de seguridad para su reparación.
- Las máquinas herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas herramienta no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de los motores eléctricos, etc, conectadas a la red de tierra, en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexiones con transformadores a 24 V.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramienta al personal no autorizado, para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro abandonadas en el suelo o en marcha, aunque sea con movimiento residual, con el fin de evitar accidentes.

Protecciones personales :

- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Guantes de seguridad
- Guantes de goma o de PVC
- Botas de goma o de PVC
- Botas de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Protectores auditivos
- Mascarilla filtrante

- Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable.

1.3. Herramientas manuales.

Riesgos más frecuentes :

- Golpes en la cabeza
- Cortes en las manos
- Proyección de partículas
- Caídas a distinto y al mismo nivel

Medidas preventivas :

- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán libres de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso concreto de las herramientas que hayan de utilizar.

Protecciones personales :

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Guantes de cuero o de PVC
- Ropa de trabajo
- Gafas contraproyección de partículas

- Cinturones de seguridad

2. MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1. Pala cargadora

Los riesgos más frecuentes son:

- Atrapamientos
- Desprendimientos de materiales
- Atropellos de personas
- Caídas de personas desde la caja
- Producción de polvo
- Proyecciones
- Vuelcos
- Colisiones

Prevención de riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- Se utilizará la pala adecuada al trabajo a realizar: palas sobre orugas en terrenos blandos sobre materiales duros y palas sobre neumáticos en terrenos duros y abrasivos para materiales sueltos.

- Se utilizará el equipo adecuado ; para cargar roca se colocará la cuchara de roca. Los materiales muy densos precisan cucharones muy densos. En todo caso se recuerda que las palas son para carga, no para excavar y que cada pala está diseñada para una carga determinada, sobrepasando cota, se provoca el riesgo.

- Es imprescindible el tensado de las cadenas o la comprobación de la presión de los neumáticos. En muchos casos la colocación de la cadena en los neumáticos aumenta la producción y disminuye el riesgo.

- Cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zonas peligrosas, es imprescindible colocar balizas de forma visible en los límites de la zona de evolución. - En grandes movimientos de tierra y vertederos es necesario la presencia de un señalista.

- En todas las operaciones el señalista estará cualificado.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad antideslizantes
- Casco de seguridad homologado
- Cinturón antivibratorio
- Mono de trabajo

2.2. Retroexcavadora

Los riesgos más frecuentes son:

- Atrapamientos
- Desprendimientos de materiales
- Atropellos de personas
- Caídas de persona desde la caja
- Producción de polvo
- Vuelcos
- Colisiones

Prevención de riesgos y medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

Centraremos la atención en los camiones Volquetes y Dumperes, dado que la prevención para el resto de transporte como caja basculante, bañeras, etc., se encuentra incluido en estas normas, y su incumplimiento origina, en general, accidentes casi siempre graves o mortales.

- Al efectuar reparaciones con el basculante levantado, deben utilizarse mecanismos que impidan su desbloqueo, puntales de madera, perfiles calzados, cadenas de sustentación, etc., que impidan, con la caída de la misma, el atrapamiento del mecánico o del conductor que está realizando su labor.

- Al bascular en vertederos deben siempre colocarse unos topes o cuñas que limiten el recorrido marcha atrás. Así mismo, para ésta operación debe estar aplicado el freno de estacionamiento.

- Al efectuarse operaciones de carga, en todos los vehículos dotados de visera protectora, el conductor del vehículo debe permanecer dentro de la cabina. En todos los vehículos no dotados de este elemento, el conductor permanecerá fuera a la distancia conveniente que impida el riesgo de daños por caída de materiales.

- Después de efectuar la descarga y antes del inicio de la marcha es imprescindible bajar el basculante. Esto impide la avería de las botellas y el choque con elementos de altura reducida, origen de gran número de accidentes.

- A fin de evitar atropellos en la maniobra de marcha atrás, todas estas máquinas deberán estar dotadas de luz y bocina para su marcha.

- Durante los trabajos de carga y descarga no deben permanecer persona próximas a las máquinas para evitar el riesgo de atropello o aplastamiento.

- Es necesario elegir bien el camión adecuado a la carga a transportar y el número de ellos

- Dar siempre paso a la unidad cargada y efectuar los trabajos en la posición adecuada: para palas de ruedas articuladas, deben ser perpendiculares al eje de carga;

para palas de ruedas de chasis rígido y palas de cadena su eje debe formar 150° con el frente donde trabaja la máquina.

- Hay que prestar especial atención al tipo y uso de neumáticos. Si el camión ha de someterse a paradas o limitaciones de velocidad, se disminuye el calentamiento de los neumáticos utilizando tipo radial calculando el índice Tn/Km/h.

Protecciones individuales

- Botas de seguridad antideslizantes
- Casco de seguridad homologado

2.3. Camión Hormigonera

En éste caso son aplicables la medidas preventivas expresadas genéricamente para la maquinaria, no obstante lo dicho, se tendrán presentes las siguientes recomendaciones:

Protecciones colectivas

- Se procurará que las rampas de acceso a los tajos, sean uniformes y no superen la pendiente del 20%.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba para evitar vertidos innecesarios durante el transporte del hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas desde la parte superior de la zanjas.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de la zanja, evitarán, en lo posible, permanecer a una distancia inferior a los 60 cm. del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del

camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m.. del borde las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada, e deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose, además, al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, para evitar caídas y deslizamientos.

Protecciones individuales

Estas prendas de protección son exigibles para el conductor operador del camión hormigonera siempre que abandone la cabina del camión.

- Botas de goma con plantilla anticlavos
- Casco de polietileno
- Guantes de goma
- Mono de trabajo

2.4. Camión grúa

Los riesgos más frecuentes son:

- Vuelco del vehículo.
- Vuelco del vehículo por pérdida de equilibrio durante el transporte de cargas.
- Atrapamiento del vehículo.
- Atropello de personas.
- Caída de personas desde la caja o desde la cabina.
- Choque entre vehículos.
- Los riesgos derivados de la circulación automovilística eterna o bien de circulación interna del propio camión.

Prevención de riesgos y Medidas de Seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- Se procurará que las rampa de acceso a los tajos sean uniformes y no superen una pendiente del 20%.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión grúa a una distancia inferior a los 2 metros del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento.
- Las cerchas se izarán suspendiéndolas de dos puntos distantes entre sí, para evitar balanceos y movimientos incontrolados.
- Queda prohibido superar la capacidad portante del gancho instalado.
- El izado y descenso de cargas se realizará previa la instalación de los gatos estabilizados sobre una compactada que no implique movimientos indeseables.
- Las maniobra sin visibilidad serán dirigidas por un señalista que las coordinará.
- Las operaciones de guía de carga se realizarán mediante cabos por no menos de dos hombres.

Protecciones individuales

Estas prendas de protección son exigibles para el conductor operador del camión grúa siempre que abandone la cabina del camión.

- Botas de seguridad
- Casco de polietileno
- Guantes de cuero

- Mono de trabajo

2.5. Compresor

Los riesgos más frecuentes son:

- Ruido.
- Rotura de manguera.
- Vuelco por proximidad a los taludes.
- Emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

Prevención de riesgos y Medidas de seguridad y Salud

Protecciones colectivas

- Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, rotura de la carcasa, etc.), se ejecutarán con los cascos auriculares puestos.
- Se trazará un circuito en torno al compresor, de un radio de 4 m., área en la que será obligatorio el uso de auriculares.
- Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas del compresor para evitar desplazamientos indeseables.

Protecciones individuales

- Cinturón antivibratorio
- Mono de trabajo
- Protecciones auditivas

3. INSTALACIÓN ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA

3.1. Riesgos detectables más comunes.

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocución : contactos eléctricos directos e indirectos derivados especialmente de :
 - Trabajos con tensión
 - Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
 - Usar equipos inadecuados o deteriorados.
 - Mal comportamiento o incorrecta instalación de sistema de protección contra contactos

3.2. Normas o medidas preventivas.

Sistema de protección contra contactos indirectos.

Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por la intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

Normas de prevención tipo para los cables :

- El calibre o sección del cableado estará de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista y deberá constar en el Plan de Seguridad y Salud

- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, este se realizará a una altura mínima de 2m en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta :
 - a) Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
 - b) Los empalmes provisionales entre manguera se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
 - c) Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.

Normas de prevención tipo para los interruptores :

- Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de “peligro, electricidad”.
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de “pies derechos” estables.

Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos :

- Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.
- Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de “peligro, electricidad”.
- Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales, o bien, a “pies derechos” firmes.
- Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP.447).
- Los cuadros eléctricos de esta obra, estarán dotados de enclavamiento eléctrico de apertura.

Normas de prevención tipo para las tomas de energía :

- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permitirá dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos indirectos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la “macho”, para evitar los contactos eléctricos directos.

- Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales, o estarán incluidas en armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos :

- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos como necesarios. Su cálculo se efectuará siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad, es decir, antes de que el conductor al que protegen llegue a la carga admisible.
- Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos en general estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- El alumbrado portátil se alimentará a 24 V. mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos.

Normas de prevención tipo para las tomas de tierra :

- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MIBT.023 mediante los cuales puede mejorarse la instalación.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma que su

funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.

- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar del hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.

Normas de prevención tipo para la instalación de alumbrado :

- Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados en pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (grado de protección recomendable IP.447).
- El alumbrado de la obra, cumplirá las especificaciones establecidas en la Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y el Reglamento de Baja Tensión.
- La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.
- Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra :

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista y preferentemente en posesión del carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente y en especial, en el momento en que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará “fuera de servicio”, mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

- La maquinaria eléctrica, será revisada por el personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea : “NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED”.
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.

Normas o medidas de protección :

- Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación, pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes.
- Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia.
- Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m (como normal general), del borde de la excavación, carretera o asimilables.
- Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo (o de llave).
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar “cartuchos fusibles normalizados” adecuados a cada caso.

4. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Normas o medidas preventivas :

- En esta obra, como principio fundamental contra la aparición de incendios se establecen los siguientes principios :
 - Orden y limpieza general, se evitarán los escombros heterogéneos. Las escombreras de material combustible se separarán de las del material incombustible. Se evitará en lo posible el desorden en el amontonado del material combustible para su transporte al vertedero.
 - Vigilancia y detección de las existencias de posibles focos de incendio.
 - Habrá extintores de incendios junto a las zonas que se dispongan productos inflamables.
 - Se dispondrá de dos extintores portátiles, para su uso en caso de emergencia.
 - Habrá montones de arena junto a las fogatas para apagarlas de inmediato si presentan riesgo de incendio. En los montones de arena, hincada en vertical, se mantendrá una pala cuyo astil estará pintado en color rojo.
 - En esta obra queda prohibido fumar ante los siguientes supuestos.
 - En el interior de las zonas que contengan productos de fácil combustión : sogas, cuerdas, capazos, etc.
 - Durante las operaciones de :
 - I. Abastecimiento de combustibles a las máquinas.
 - II. En el tajo de soldadura autógena y oxicorte.
 - Se prepararán en un lugar a la intemperie, en el exterior de la obra (para acopiar los trapos grasientos o aceitosos), recipientes para contenidos grasos, para prevenir los incendios por combustión espontánea.
 - La ubicación de las zonas de materiales de combustibles o explosivos estará alejada de los tajos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica, en

prevención de incendios.

- La iluminación e interruptores eléctricos de los almacenes de productos inflamables será mediante mecanismos antideflagrantes de seguridad.

Vías y salidas de emergencia.

- En la obra se mantendrá limpia y despejada las vías generales de circulación, las cuales se mantendrán como vías de seguridad y evacuación en caso de emergencia.
- Las vías de evacuación se señalizarán de forma clara y específica conforme al RD 485/1997.
- Se dispondrá para las vías de evacuación de sistemas autónomos de alumbrado, para la iluminación en caso de fallo en el suministro ordinario.
- Las puertas correderas y portones que abran hacia arriba deberán disponer de un sistema de seguridad que impida su cierre o una eventual caída, debiendo estar perfectamente señalizadas para la evacuación.

5. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Todos los trabajadores de la obra tendrán obligación de cumplir las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y las particulares que les ordenen sus superiores. En concreto, según el artículo 29 de la presente Ley, las obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos son las siguientes :

1. Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

2. Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

1º. Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.

2º. Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.

3º. No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.

4º. Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

5º. Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

6°. Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.



Orihuela, Septiembre de 2015

José Ramón Amorós Alvarado