



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de instalación de riego por goteo
enterrado en una parcela situada en el término
municipal de Barbastro (Huesca)

Autor:

Luis Grau de Lacruz

Director:

Jesús Guillén Torres

Noviembre 2016

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría empezar mostrando mis agradecimientos a mi director de proyecto, Jesús Guillén Torres, por el seguimiento, apoyo y ánimos recibidos.

A David Abio de la empresa REGABER (Huesca), por cederme un rato de su tiempo para mostrarme sus conocimientos y experiencia en instalaciones de riego por goteo subterráneo.

A todos los profesores de la EPSH que no les ha importado resolver todas las dudas que han surgido por el camino, Ernesto Perna de Mur, María Asunción Usón Murillo, Pablo Martín Ramos, sin olvidarme de todos los demás.

A Javier Martínez de la casa AZUD, de sistemas de Riego, filtración y tratamiento de agua, por sus consejos e información facilitada.

Muchas gracias a todos.



Trabajo Fin de Grado

Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca)

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	4
1.1. Objeto del proyecto	4
2. ESTUDIO CLIMÁTICO	4
2.1. Temperaturas.....	4
2.2. Régimen de heladas	5
2.3. Número de horas frío	5
2.4. Precipitaciones.....	5
2.5. Humedad relativa.....	5
2.6. Viento.....	6
2.7. Índices climáticos.....	6
2.7.1. Índice de Lang.....	6
2.7.2. Índice de Martonne.....	6
2.7.3. Índice de Dantin Cereceda y Revenga	6
2.8. Clasificaciones agroclimáticas	6
2.8.1. Clasificación agroecológica de Papadakis (1960).....	6
2.8.2. Clasificación climática de Köppen	6
2.8.3. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963)	6
2.8.4. Clasificación climática de Thornthwaite	7
Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP)	7
2.9. Cálculo de la evapotranspiración	7
2.9.1. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (Et0) por el método de Blaney-Criddle-FAO.....	7
2.9.2. Cálculo de la evapotranspiración por cultivo.....	7
3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO	8
3.1. Caracteres físicos del perfil edáfico.....	8
3.2. Caracteres hídricos del perfil edáfico	8
3.1. Caracteres químicos del perfil edáfico.....	8
4. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO	8
4.1. Índices de primer grado	9

4.1.1. El pH	9
4.1.2. Conductividad eléctrica.....	10
4.1.3. Contenido total de sales	10
4.1.4. Iones	10
4.2. Índices de segundo grado.....	10
4.2.1. Relación de adsorción de sodio (RAS)	10
4.2.2. Relación de adsorción de sodio corregido	11
4.2.3. Relación de calcio o índice de Kelly.....	11
4.2.4. Carbonato sódico residual (CSR) o índice de Eaton.....	11
4.2.5. Dureza del agua	11
4.3. Normas combinadas para caracterizar la calidad de las aguas utilizadas en el riego	11
4.3.1. Norma de Riverside.....	11
4.3.2. Normas de H. Greene (FAO).....	11
4.3.3. Normas Wilcox	12
4.4. Obstrucción de los goteros.....	12
4.4.1. Índice de saturación de Langelier	12
5. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	12
5.1. Cultivos propuestos.....	12
5.2. Parámetros de la rotación y de la alternativa.....	13
6. JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN ELEGIDA	13
6.1. Justificación de la transformación de la finca actual	13
6.1.1. Distribución actual de la finca	13
6.1.2. Rendimiento de la cosecha (producción)	14
6.1.3. Edafología	14
6.2. Factores que condicionan el sistema de riego elegido	14
6.2.1. Topografía y contorno de la parcela	14
6.3. Distribuciones planteadas del sistema de riego.....	14
6.3.1. OPCIÓN 1: Sistema de riego por goteo superficial	14
6.3.2. OPCIÓN 2: Sistema de riego por goteo enterrado.....	14
6.4. Valoración económica de las opciones	15

7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.....	15
7.1. Ventajas del riego por goteo subterráneo.....	15
7.2. Inconvenientes del riego por goteo subterráneo.....	15
7.3. Principales componentes de la instalación.....	15
7.3.1. Integrados en el cabezal de riego.....	15
7.3.2. Instalación de campo.....	16
7.4. Elección de la separación entre laterales y la separación entre goteros.....	16
7.5. Mantenimiento el sistema de riego por goteo enterrado.....	16
8. DISEÑO AGRONÓMICO.....	17
8.1. Necesidades de agua	17
9. DISEÑO HIDRÁULICO.....	18
9.1. Diseño de las subunidades de riego	18
9.2. Diseño de la instalación	18
9.2.1. Cálculo de los laterales portagoteros.....	18
9.2.2. Cálculo de las tuberías terciarias.....	18
9.2.3. Cálculo de las tuberías secundarias	18
9.2.4. Cálculo de la general.....	18
10. CABEZAL DE RIEGO Y ELEMENTOS SINGULARES	18
10.1. Elementos del cabezal de riego	18
10.1.1. Sistema de filtrado.....	19
10.1.2. Equipo de inyección de fertilizantes.....	19
10.1.3. Equipo de control y regulación.....	19
10.2. Elementos singulares.....	19
11. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	19
11.1. Costes de los diferentes cultivos	20
11.2. Ingresos de los diferentes cultivos	20
11.3. <i>Payback</i> o tasa de retorno	22
11.4. VAN y TIR.....	22
12. BIBLIOGRAFÍA.....	22

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto " Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca)" se redacta por petición de los propietarios de la finca, de manera que todos los documentos que lo integran puedan utilizarse de base para la ejecución de la instalación proyectada.

La parcela objeto de estudio, de 7.93 ha aproximadamente, se encuentra en el término municipal de Barbastro, municipio de la provincia de Huesca. Se trata de la parcela 25, perteneciente al polígono 3 del Catastro de fincas rústicas del término municipal de Barbastro. Esta se encuentra en el paraje denominado "Ferrera Alta".

1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el diseño de un sistema de riego por goteo subterráneo para la implantación de cultivos extensivos. A pesar de que la parcela ya pertenecía a zona regable gracias a la Acequia Izquierda del Vero, la decisión de llevar a cabo el proyecto viene motivada por la modernización de regadíos que se está llevando a cabo actualmente en la zona. Dicha modernización permitirá dotar a la parcela de un caudal y presión de agua determinados.

2. ESTUDIO CLIMÁTICO

Es necesario llevar a cabo un estudio climático de la zona debido a que el desarrollo de nuestro cultivo y la dosis de riego necesaria para este dependen fundamentalmente del clima.

En este caso, los datos climáticos para llevar a cabo el presente estudio han sido facilitados por la estación meteorológica que pertenece a la empresa "Aguas de Barbastro Energía", ya que se encuentra cercana a nuestra parcela objeto de estudio y posee una serie de datos suficiente para nuestro estudio. La serie de datos facilitados por la estación abarca un periodo de 19 años, entre 1995 y 2014.

Esta se encuentra a una altura de 330 metros sobre el nivel del mar y su situación geográfica es:

0° 7' 32" Longitud Este

42° 2' 14" Latitud Norte

2.1. Temperaturas

En esta zona coexisten veranos muy calurosos e inviernos bastante fríos.

Las temperaturas medias anuales rondan los 14,3 °C. La media del mes más cálido es de 32,7 °C en julio. Por el contrario, la temperatura media del mes más frío es de 0,7 °C en diciembre.

2.2. Régimen de heladas

El mayor periodo de heladas, este estaría comprendido entre los días 17 de Octubre y el 20 de Abril. En este caso obtenemos 180 días libres de heladas y 185 con riesgo.

Y en lo que respecta al periodo medio de heladas, podemos ver que este está comprendido entre el 23 de Noviembre y el día 20 de Marzo. Con 218 días sin riesgo de heladas y 147 restantes con riesgo.

2.3. Número de horas frío

Se ha llevado a cabo su cálculo según Da mota, y el número de horas frío obtenidas son 1586,6.

2.4. Precipitaciones

La zona donde nos encontramos se caracteriza por tener unos veranos generalmente más secos, siendo en el otoño y la primavera donde se da el pico de precipitaciones. El invierno, sin embargo, suele ser la época intermedia de lluvias, aunque con más variaciones de un año a otro.

La pluviometría media anual es 348 mm.

El mes con mayor días de lluvia es Diciembre, con una media de 12,7 días y el caso contrario lo representa el mes de Agosto, con solo 4,9 días de lluvia.

2.5. Humedad relativa

En el caso de la humedad relativa, los datos no han sido facilitados por la estación meteorológica de la empresa "Aguas de Barbastro Energía".

Estos se han obtenido gracias al SIAR "Sistema de Información Agroclimática para el Regadío". Nos muestra en este caso datos de otra estación meteorológica situada en Barbastro, a 410 metros de altitud y en las siguientes coordenadas:

UTM X: 757738 m

UTM Y: 4655960 m

La humedad relativa media anual es 65,14%.

2.6. Viento

Otro factor a tener muy en cuenta, sobre todo en algunas zonas, es el viento. Este, en función de su dirección y su velocidad, puede afectar gravemente a nuestros cultivos.

Los meses con mayores velocidades de viento registradas son marzo y abril.

2.7. Índices climáticos

2.7.1. Índice de Lang

Según el índice de Lang, se trata de una zona árida.

2.7.2. Índice de Martonne

Según la clasificación de Martonne, nos encontraríamos en semiárido de tipo Mediterráneo.

2.7.3. Índice de Dantin Cereceda y Revenga

Según el índice de Dantin Cereceda y Revenga, estamos en zona árida.

2.8. Clasificaciones agroclimáticas

2.8.1. Clasificación agroecológica de Papadakis (1960)

Tras obtener el tipo de invierno (av) y de verano (g), se obtiene la clase térmica de la zona según Papadakis. En este caso se trata de un régimen térmico continental CO (cálido).

2.8.2. Clasificación climática de Köppen

Nuestro tipo de clima, según Köppen, corresponde a un clima templado (Csa).

2.8.3. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963)

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

Según esta clasificación, estamos en un clima templado-medio, con invierno moderado. Así mismo, observando el diagrama ombrotérmico de Barbastro (Ilustración 1), diremos que el clima de esta zona se define según la aridez como monoxérico.

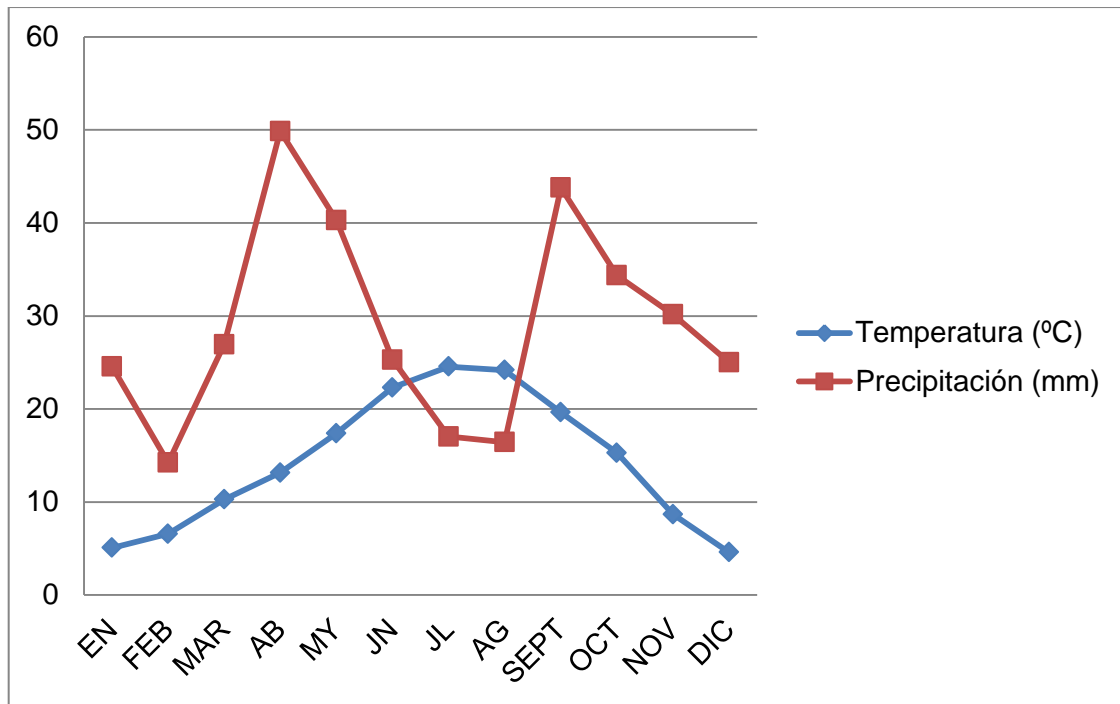


Gráfico 1. Diagrama ombrotérmico de Barbastro

Y por último, nuestro valor del Índice de Termicidad hace referencia al termotipo mesomediterráneo.

2.8.4. Clasificación climática de Thornthwaite

Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP)

La ETP anual es de 823,68 mm.

2.9. Cálculo de la evapotranspiración

2.9.1. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (Et0) por el método de Blaney-Criddle-FAO

La evapotranspiración de referencia anual es de 1118,40 mm.

2.9.2. Cálculo de la evapotranspiración por cultivo

- Maíz: 869,19 mm
- Cebada: 390,80 mm

- Trigo: 428 42 mm
- Alfalfa: 941,46 mm
- Veza: 359,51 mm
- Guisante: 346,96 mm

3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

3.1. Caracteres físicos del perfil edáfico

La textura de nuestro suelo, según USDA, es franco.

3.2. Caracteres hídricos del perfil edáfico

El cálculo de la capacidad de campo (CC) y del punto de marchitamiento (PMP) se ha llevado a cabo aplicando las *fórmulas de Peele y Briggs*. Los resultados son los siguientes:

- Capacidad de campo: 18,25 %
- Punto de Marchitez Permanente: 9,84 %

Así mismo, el agua disponible (Capacidad de campo - Punto de Marchitamiento) es 8,41%.

3.1. Caracteres químicos del perfil edáfico

El pH de nuestro suelo corresponde a un pH básico, con un valor de 7,7.

La relación C/N es de 8,8. Presenta un 25,4 de carbonato cálcico equivalente, lo que nos dice que es un suelo muy calcáreo. El valor de materia orgánica obtenido es de 2,3%, por lo que es un nivel "normal" para la zona de estudio.

Por último, poner de relieve la elevada dotación de Ca intercambiable así como de fosforo asimilable, que habrá que tenerlo en cuenta en el balance de nutrientes que se lleve a cabo.

4. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

El agua que va a ser utilizada para regar nuestra parcela procede del Canal del Cinca, el cual se abastece del embalse del Grado. La Confederación Hidrográfica del Ebro lleva a cabo de forma periódica análisis de agua de todos los puntos de control que

le pertenecen. Es por ello que los datos analíticos del agua para riego fueron solicitados a este organismo.

En este caso son datos del Embalse del Grado a fecha 2 de septiembre de 2015.

Los datos facilitados por la Confederación Hidrográfica del Ebro fueron los que se detallan a continuación:

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
Alcalinidad	101	mg/L CO ₃ Ca
Amonio total	<0.08	mg/L NH ₄
Aspecto	1	--
Calcio	45.9	mg/L Ca
Cloruros	<7.0	mg/L Cl
Conductividad a 20°C	231	µS/cm
Demanda química de oxígeno	<5.0	mg/L O ₂
Fosfatos	<0.05	mg/L PO ₄
Fosforo total	<0.05	mg/L P
Magnesio	7.0	mg/L Mg
Carbonatos	6.8	mg/L
Bicarbonatos	154.2	mg/L
Nitratos	<1.0	mg/L NO ₃
Oxígeno disuelto	7.8	mg/L O ₂
Oxígeno disuelto (% sat.)	92.2	% sat.
pH	8.0	--

Tabla 1. Resultados del análisis de agua de riego (CHE)

4.1. Índices de primer grado

4.1.1. El pH

En nuestro caso el valor de pH es de 8.0, lo que nos indica que es un agua ligeramente alcalina (menor concentración de iones de H⁺), adecuada para el riego.

4.1.2. Conductividad eléctrica

En nuestro caso $CE = 0,2568$ dS/m ; Por lo que no existe problema de salinidad.

4.1.3. Contenido total de sales

Contenido de sales en la solución = 0,1644 g/l. No presenta problemas para el riego.

4.1.4. Iones

- Nitratos: Como nuestra agua presenta < 1 mg/L NO_3 , se considera un agua apta para el riego.

- Cloruros: Como nuestro agua presenta $< 7,0$ mg/L Cl, es agua apta en ese aspecto.

- Sulfatos: La concentración de sulfatos según el análisis es de 23,9 mg/L SO_4 , que es una concentración baja, por lo que no tendría que haber problemas.

- Sodio: Según diversos autores la concentración de sodio en el agua de riego no debería ser superior a 0,2-0,3 g/l, de ser así podrían ocasionarse problemas de toxicidad en las plantas y destrucción de la estructura del suelo.

Estos problemas no se darán en nuestro caso ya que la concentración de sodio en nuestro agua es menor de 3,0 mg/L.

- Magnesio: En el caso del magnesio, la concentración en agua de riego es de 7,0 mg/L, un valor adecuado.

- Calcio: Es uno de los elementos más importantes a tener en cuenta en nuestro agua de riego, ya que este puede originar uno de los problemas más importantes en este tipo de instalaciones, las obstrucciones. Los 45,9 mg/L nos indican que no deberíamos tener problemas, ya que es una concentración baja.

- Potasio: El agua de riego procedente del Canal del Cinca se caracteriza por presentar muy bajas concentraciones de potasio, en este caso $< 1,0$ mg/L, lo cual nos evitará problemas tanto a nivel de planta como de instalación.

4.2. Índices de segundo grado

4.2.1. Relación de adsorción de sodio (RAS)

En nuestro caso es un agua óptima para el riego, ya que el valor de RAS (0,15) está muy lejos de 10, por encima del cual sería problemático.

4.2.2. Relación de adsorción de sodio corregido

El valor de absorción de sodio corregido sería 0,12. Es menor todavía que el anterior, por lo que no dará problemas.

4.2.3. Relación de calcio o índice de Kelly

Este índice es utilizado para determinar el riesgo de alcalinización, junto con el Índice de Eaton, que se expondrá posteriormente.

Nuestra agua es de buena calidad según el Índice de Kelly (>35 %).

4.2.4. Carbonato sódico residual (CSR) o índice de Eaton

Este índice predice la acción degradante del agua sobre las plantas y el suelo.

En nuestro caso, C.S.R. = 1,20 meq/l. Por lo que sería un agua de riego recomendable según el Índice de Eaton.

4.2.5. Dureza del agua

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

El valor obtenido es de 14,41 °K. Por tanto, el agua procedente del Canal del Cinca corresponde a un agua medianamente dulce.

4.3. Normas combinadas para caracterizar la calidad de las aguas utilizadas en el riego

4.3.1. Norma de Riverside

Según esta norma, obtenemos un agua del tipo: C₂ - S₁.

Esto indica riesgo medio de salinización del suelo y bajo de alcalinización (incorporación de sodio al complejo adsorbente del suelo). El agua es de buena calidad y apta para el riego.

4.3.2. Normas de H. Greene (FAO)

Esta norma toma como base la concentración total de sales expresada en meq/l con relación al porcentaje de sodio (este porcentaje se calcula respecto al contenido total de cationes expresados en meq/l). Los resultados obtenidos son los siguientes:

$$[\text{Na}^+] * 100 / \sum [\text{Cationes}] = 8,176 \%$$

$$\text{Sales (meq/l)} = \sum [\text{Cationes}] + \sum [\text{Aniones}] = 4,66 \text{ meq/l}$$

Es un agua de buena calidad para nuestro riego.

4.3.3. Normas Wilcox

Esta norma considera como índices para la clasificación de aguas el porcentaje de sodio respecto al de cationes y la CE (Conductividad eléctrica).

Ambos valores han sido calculados anteriormente y son los siguientes:

$$[\text{Na}^+] * 100 / \sum [\text{Cationes}] = 8,176 \%$$

$$CE_{25} = 0,2568 \text{ dS/m} = 256 \text{ micromhos/cm}$$

Entrando con estos valores en el ábaco correspondiente, se obtiene un agua de riego de excelente a buena.

4.4. Obstrucción de los goteros

En el riego localizado de alta frecuencia (RLAF) uno de los principales desafíos es proteger los goteros de obstrucciones.

4.4.1. Índice de saturación de Langelier

El riesgo de precipitación de calcio lo podemos medir con el Índice de saturación de Langelier.

En nuestro caso indica un riesgo medio de obstrucción por precipitación de calcio, información que deberemos tener en cuenta en el manejo de nuestro sistema de riego.

5. ROTACIÓN DE CULTIVOS

En este apartado, se van a exponer los diferentes cultivos que formaran parte de la rotación que se llevara a cabo, los cuales tienen como objetivo aumentar la rentabilidad económica de la explotación.

5.1. Cultivos propuestos

Los cultivos elegidos para la rotación, que son los que mejor se adaptan a la zona y al nuevo sistema de riego, son los que se recogen en la siguiente tabla:

CULTIVO	FECHA SIEMBRA	FECHA RECOLECCIÓN
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	Marzo	Octubre
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Abril	Noviembre
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	Noviembre	Junio
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Noviembre	Junio
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	Diciembre	Mayo
Veza (<i>Vicia sativa</i>)	Septiembre	Marzo

Tabla 2. Cultivos propuestos para la rotación. Fechas de siembra y recolección

5.2. Parámetros de la rotación y de la alternativa

La finalidad de esta rotación de cultivos en la parcela es alternar plantas de diferentes familias y sobre todo diferentes necesidades nutritivas en un mismo sitio durante distintos ciclos. Esto nos va permitir poder combinar aquellas más exigentes (en lo que a nutrientes y agua se refiere) con otras menos exigentes.

6. JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN ELEGIDA

6.1. Justificación de la transformación de la finca actual

El cultivo que había hasta la fecha ocupando la parcela objeto de estudio eran olivos centenarios. El bajo rendimiento económico debido a su baja productividad, unido a la elevada mano de obra necesaria de este cultivo, llevó a los dueños de la finca a tomar la decisión de arrancarlos.

De la mano de esa decisión, está la cuestión de qué tipo de cultivo implantar en el terreno así como el tipo de riego, ya que se trata, como ya sabemos, de zona regable.

Tras conocer la dotación de agua y la presión de la que se disponía, se optó por un sistema de riego por goteo enterrado, con la finalidad de regar cultivos extensivos.

6.1.1. Distribución actual de la finca

La finca actualmente es en su mayoría bastante homogénea, sin presencia de bancales ni otros elementos naturales en el terreno.

6.1.2. Rendimiento de la cosecha (producción)

Aumentar el rendimiento de la cosecha respecto a las condiciones anteriores de la finca (olivos) no resulta una tarea difícil.

Para esto será imprescindible un buen diseño del sistema de riego por goteo, que dotará a nuestros cultivos de la cantidad óptima de agua en el momento oportuno, con una homogeneidad excelente.

6.1.3. Edafología

El suelo de nuestra parcela es franco en lo que a textura se refiere, y por ello es muy apto para los cultivos potenciales de este.

No presenta problemas de drenaje ni salinidad, y su profundidad efectiva es suficiente para que desarrollen sin ningún problema los diferentes cultivos.

6.2. Factores que condicionan el sistema de riego elegido

6.2.1. Topografía y contorno de la parcela

El terreno de la finca se caracteriza por ser bastante llano a lo largo de toda su extensión. No presentan ondulaciones bruscas del terreno.

El punto más desfavorable de esta, es su contorno, que es bastante irregular.

6.3. Distribuciones planteadas del sistema de riego

Desde un primer momento ya no se han valorado otras opciones que no fuera un sistema de riego por goteo, debido a las características hidráulicas de la parcela.

6.3.1. OPCIÓN 1: Sistema de riego por goteo superficial

Esta sería una de las opciones, donde la única diferencia en lo que a la instalación se refiere tendría con la opción 2 (goteo subterráneo) sería que las mangueras de goteo están en la superficie.

6.3.2. OPCIÓN 2: Sistema de riego por goteo enterrado

Esta segunda opción presenta la ventaja de que esta la parcela libre, lo que permite mayor comodidad a la hora de realizar todas las labores pertinentes en el campo.

En ambas opciones habría que dividir la finca en diferentes módulos de goteo para poder comandarlos desde el programador, que estaría situado en la misma parcela.

6.4. Valoración económica de las opciones

La diferencia en el presupuesto por hectárea se encuentra en el inyectado de los laterales portagoteros en el caso de goteo enterrado (opción 2).

El precio para el caso del superficial ronda los 4200 €/ha a diferencia de 5600 €/ha del enterrado. Sin embargo, esta diferencia de precio se puede compensar en comodidad de las labores a realizar en la parcela (en el caso del superficial hay que recoger las mangueras cada vez que termina la campaña), así como en vida útil de la instalación. En definitiva puede salir menos económico a largo plazo.

7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO

7.1. Ventajas del riego por goteo subterráneo

- ✓ Eliminación de las pérdidas por evaporación superficial.
- ✓ Ahorro y mejora de la fertilización.
- ✓ Requiere una menor presión de funcionamiento que la mayoría de los sistemas de aspersión, con el consiguiente ahorro de energía.
- ✓ Facilita las operaciones agrícolas.

7.2. Inconvenientes del riego por goteo subterráneo

- × El coste de instalación es mayor que el del riego por aspersión.
- × La vida del goteo enterrado es en teoría menor.
- × Dificultad en detectar problemas de diseño, emisores obturados o averías.
- × La germinación con el riego por goteo enterrado es muy costosa.
- × Problemas para la realización de labores medias o profundas.

7.3. Principales componentes de la instalación

Los elementos requeridos en una instalación de este tipo los podemos dividir en dos grupos:

- Los integrados en el cabezal de riego.
- Los que pertenecen a la instalación de campo.

7.3.1. Integrados en el cabezal de riego

- Equipo de bombeo

- Equipo de inyección de fertilizantes y productos anti-obturación
- Sistema de filtrado
- Caudalímetro
- Equipo de control y regulación

7.3.2. Instalación de campo

- Tuberías principales, secundarias y laterales
- Ventosas
- Tomas manométricas
- Colectores de drenaje final de línea
- Válvulas
- Emisor específico

7.4. Elección de la separación entre laterales y la separación entre goteros

Esta es una de las decisiones más importantes en lo que al diseño de la instalación se refiere.

Para seleccionar una separación adecuada hay que tener en cuenta los cultivos que se van a implantar en el terreno, y conocer a la perfección las características que presenta cada uno de ellos. Tras analizar la rotación que se va a llevar a cabo en la parcela se ha pensado en la siguiente disposición de laterales y goteros en el terreno:

- Distancia entre ramales: **0.7 m**
- Distancia entre emisores: **0.6 m**
- Profundidad emisor: **0.35 m**
- Caudal de gotero: **1.6 l/h**

7.5. Mantenimiento el sistema de riego por goteo enterrado

En este punto nos vamos a centrar en temas de obstrucción de goteros, ya que es el pilar fundamental de este riego.

Como siempre lo más importante es la prevención, y en este caso hace referencia a la instalación de un buen sistema de filtrado acompañado de un tratamiento del agua periódico.

Como sabemos, las obstrucciones pueden deberse a diferentes causas y las "soluciones" más rápidas son las que se muestran:

- Partículas orgánicas (algas): cloración
- Partículas minerales (arena, arcilla): buen filtrado
- Precipitados químicos: tratamientos ácidos

8. DISEÑO AGRONÓMICO

8.1. Necesidades de agua

Para este apartado, se va a tomar como referencia el cultivo del maíz, ya que dentro de los cultivos que componen la rotación, se trata del más exigente, en cuanto a la dotación de agua se refiere.

A continuación se muestra una tabla resumen donde se incluyen las necesidades del maíz para todos los meses en los que se riega.

	ET _c	Nn (mm/día)	Nt (mm/día)	Nt (planta y día)	Nr (m ³ ha y mes)
Abril	1,64	1,59	1,91	0,22	-
Mayo	3,36	3,27	3,93	0,45	1216,96
Junio	5,59	5,43	6,52	0,75	2022,19
Julio	7,36	7,16	8,60	0,99	2664,74
Agosto	6,86	6,67	8,01	0,92	2483,31
TOTAL CAMPAÑA					8387,20

Tabla 3. Necesidades de agua del cultivo del maíz.

Como podemos observar en la tabla 3, las necesidades totales para una campaña de riego se estiman en 8387,2 m³/ha.

Con esta información, y estudiando también el resto de cultivos que componen la rotación, nuestro sistema de riego tiene las siguientes características:

Se instalarán laterales portagotos cada 70 cm. Los goteros serán integrados autocompensantes cada 60 cm dentro del lateral. Su caudal será 1.6 l/h y el tiempo de riego se ha estimado (en este caso para el maíz) de 3 horas/día.

9. DISEÑO HIDRAÚLICO

9.1. Diseño de las subunidades de riego

Se ha decidido dividir la parcela en 8 subunidades de riego, de 1 hectárea cada una aproximadamente, entre otras razones debido a que el caudal en hidrante es relativamente pequeño (13,5 l/s).

Debido a que el contorno de la finca es bastante irregular, la forma de cada uno de estos sectores también presentará alguna diferencia.

Como cada subunidad se podrá regar de forma independiente al resto, el número de subunidades en este caso va a coincidir con el de unidades de riego.

Para este diseño, serán necesarios los datos obtenidos en el diseño agronómico.

9.2. Diseño de la instalación

9.2.1. Cálculo de los laterales portagoteros

Los laterales portagoteros serán todos \varnothing 16 mm, con los goteros autocompensantes integrados. El material será PE.

9.2.2. Cálculo de las tuberías terciarias

Las tuberías terciarias que dotaran de agua a los laterales portagoteros de cada subunidad de riego serán de diferentes diámetros. En todas las subunidades se ha decidido ir reduciendo el diámetro de la terciaria a medida que llegamos al final de esta, ya que con esto conseguimos un ahorro en el coste de la instalación. Por ello habrá terciarias de \varnothing 50,63,75 y 90 mm.

9.2.3. Cálculo de las tuberías secundarias

Las tuberías secundarias serán todas de \varnothing 90 mm. Su material será PVC.

9.2.4. Cálculo de la general

El tramo de la general es muy corto. Será también de \varnothing 90 mm y de PVC.

10. CABEZAL DE RIEGO Y ELEMENTOS SINGULARES

10.1. Elementos del cabezal de riego

Los elementos básicos que conforman un cabezal de riego son los siguientes:

- Sistema de filtrado
- Equipo de inyección de fertilizantes
- Equipo de control y regulación

10.1.1. Sistema de filtrado

Sabiendo que el agua procede de una comunidad de regantes y con el fin de garantizar y asegurar la calidad del filtrado se ha decidido colocar un filtro de discos en nuestro sistema de riego.

10.1.2. Equipo de inyección de fertilizantes

En este caso se ha optado por instalar un dosificador hidráulico (bomba hidráulica), el cual toma la presión de la propia red de riego. Con el fin de disminuir los costes de la instalación se va a prescindir de un depósito acumulador de fertilizantes. Estos serán transportados hasta la parcela y se inyectarán en el momento preciso.

10.1.3. Equipo de control y regulación

En este apartado entran diversos aparatos para el control y regulación del sistema de riego, como pueden ser:

- Contador: Tipo Woltman
- Programador: Agronic 2500
- Automatismos

10.2. Elementos singulares

A parte de los elementos del cabezal, existen una serie de elementos singulares a lo largo de toda la instalación, como los siguientes:

- Válvulas hidráulicas
- Válvulas de ventosa
- Válvulas de mariposa
- Colectores de limpieza

11. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

El coste del proyecto es de 66.002,38 €, Gastos Generales (13%), Beneficio Industrial (6%) e IVA (21%) incluidos.

Será necesario solicitar un préstamo para costearlo, que tiene las siguientes características:

PRÉSTAMO CUOTA CONSTANTE	
Importe	35.000 €
Interés	2,5 %
Amortización	10 años
Cuota mensual	329,94 €
Cuota anual	3.959,34 €
Total pagado	39.593,36 €

Tabla 4. Características del préstamo

11.1. Costes de los diferentes cultivos

Los costes medios de los diferentes cultivos que conforman la rotación se recogen en la tabla 5.

Cultivo	Coste medio producción
Cebada	720 €/ha
Alfalfa	1250 €/ha
Maíz	1650 €/ha
Trigo	730 €/ha
Guisante	600 €/ha
Veza	520 €/ha

Tabla 5. Coste medio de producción de los diferentes cultivos (€/ha)

11.2. Ingresos de los diferentes cultivos

Los ingresos de cada cultivo van a ser por una parte lo que se obtendrá por la venta del producto más las posibles subvenciones que se reciban (PAC). Ya sabemos que los precios de los productos agrícolas pueden variar mucho de un año para otro, por

lo que se va a intentar tomar una media de los últimos años basándonos en las lonjas de la zona.

En la siguiente tabla podemos ver los ingresos de los diferentes cultivos que comprende la rotación.

CULTIVO	PRODUCCIÓN MEDIA (Kg/ha)	PRECIO (€/ton)	INGRESOS (€/ha)	PAC (€/ha)	TOTAL (€/ha)
Alfalfa	13.000	145	1885	260	2145
Maíz	14.000	174	2436	260	2696
Cebada	6.900 (grano)	153	1055	260	1395
	4.000 (paja)	20	80		
Trigo	7.200 (grano)	164	1180	260	1512
	3.600 (paja)	20	72		
Guisante	3.800	186	706	260	967
Veza	3.000	290	870	260	1130
Maíz C.C.	9.500	174	1653	260	1913

Tabla 6. Ingresos medios de los diferentes cultivos

Una vez que tenemos los costes e ingresos medios de cada cultivo, vamos a situar estos en el tiempo, es decir, conforme hemos establecido nuestra rotación.

En la siguiente tabla se va a exponer el beneficio que se va a obtener año por año dependiendo del cultivo que esté presente en ese momento en la parcela.

AÑO	CULTIVO	COSTES (€/ha)	INGRESOS (€/ha)	BENEFICIO (€/ha)
1-5	Alfalfa	1250	2145	895
6	Maíz	1650	2696	1046
7	Veza + Maíz C.C.	520 + 1150 = 1670	1130 + 1653 = 2783	1113
8	Trigo	730	1613.6	883.6
9	Guisante + Maíz	600 + 1650 = 2250	967 + 2436 = 3403	1153
10	Cebada	720	1507	787

Tabla 7. Beneficio anual que reporta la parcela según el cultivo

11.3. Payback o tasa de retorno

El *payback* de este proyecto es de 16 años.

11.4. VAN y TIR

Los resultados de estos dos parámetros del proyecto son los siguientes:

RESULTADOS	
Tasa Actualización (r %)	3,67%
VAN	10.819,03 €
TIR	7,04%

Tabla 8. VAN y TIR del proyecto

La tasa de actualización es la que corresponde al año 2016 según el Banco de España.

Observando los valores obtenidos de los indicadores utilizados en el estudio de viabilidad económica, podemos afirmar que es un proyecto rentable, a pesar de una tasa de retorno elevada, debido al coste elevado de este tipo de sistemas de riego y los bajos precios que llevan estos cultivos.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., Smith, M. (2006). FAO. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.
- Anuario de Estadística Agraria
- Cánovas, J.C., (1986). Calidad Agronómica de las aguas de riego. Madrid: Servicio de Extensión Agraria
- Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.chebro.es/>)
- EPSH. 4º GIAMR. *Sistemas de Riego y Drenaje*.
- Estación meteorológica "Aguas de Barbastro Energía"
- Esteban, R. S. (2014). *Ventajas y limitaciones del riego por goteo enterrado*. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.
- Hirzel C., J. (2009). Principios básicos de fertirrigación. *Boletín INIA*, 91-115.

- INIFAP (2007). Folleto técnico. *Producción de alfalfa con riego por goteo subsuperficial o subterráneo.*
- Lonja Agropecuaria de Binefar
- Lonja Agropecuaria del Ebro
- Lucas, F., & A. A. (2007). *Riego localizado: ventajas e inconvenientes.* Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Lloveras J., & Cabases M^aA., (2015). *Costes de producción de cultivos extensivos en secano y regadío*
- Oficina del Regante (<http://aplicaciones.aragon.es/oresa/>)
- SIAR “Sistema de Información Agroclimática para el Regadío” (<http://eportal.magrama.gob.es/websiar/>)
- Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SigPac) (<http://sigpac.magrama.es/fega/h5visor/>)
- Universidad de Castilla - La Mancha (2011). Ingeniería Rural. Hidráulica. (http://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/CabezaGoteo/)
- Universidad de Sevilla (2007). *Open Course Ware.*
- Universidad de Sevilla. Ingeniería agroforestal. Temario hidráulica y riegos. Necesidades netas de riego.
- USDA (1999). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. (<http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/>)



Trabajo Fin de Grado

Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca)

DOCUMENTO 2: ANEJOS A LA MEMORIA

ÍNDICE DE LOS ANEJOS

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

ANEJO 3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ANEJO 4. ESTUDIO DEL AGUA

ANEJO 5. ROTACIÓN DE CULTIVOS

ANEJO 6. JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN ELEGIDA

ANEJO 7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO

ANEJO 8. DISEÑO AGRONÓMICO

ANEJO 9. DISEÑO HIDRÁULICO

ANEJO 10. CABEZAL DE RIEGO Y ELEMENTOS SINGULARES

ANEJO 11. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

EPSH

ÍNDICE

1. LOCALIZACIÓN Y ACCESO.....	3
2. OBJETO DEL PROYECTO	4
3. BIBLIOGRAFÍA	5

1. LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El presente proyecto se redacta por petición de los propietarios de la finca, de manera que todos los documentos que lo integran puedan utilizarse de base para la ejecución de la instalación proyectada.

Dicho proyecto se va a desarrollar en el término municipal de Barbastro, municipio de la provincia de Huesca.

La finca objeto de estudio posee una superficie aproximada de 7,93 ha y se encuentra lindando con la Acequia Izquierda del Vero proveniente del Canal del Cinca.

Se trata de la parcela 25, perteneciente al polígono 3 del Catastro de fincas rústicas del término municipal de Barbastro. Esta se encuentra en el paraje denominado "Ferrera Alta".



Imagen 1. Ortofoto de la parcela de estudio (SigPac)

Para acceder a la parcela desde Barbastro hay que seguir la carretera HU-V-3532 e incorporarse a carretera Burceat, ya que el terreno se encuentra próximo a este pueblo perteneciente a Barbastro, a unos 5 km de distancia. Por lo que el acceso resulta bastante cómodo, como observamos en la imagen 1.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Hasta la fecha, esta parcela se encontraba ocupada por olivos centenarios. A causa de unos bajos rendimientos, los propietarios del terreno en vista de mejorar la situación actual de la finca, decidieron arrancarlos para sustituirlos por otro cultivo más rentable e instalar un sistema de riego que resulte favorable para obtener los resultados que desean.

Por ello, el objeto del presente proyecto es el diseño de un sistema de riego por goteo subterráneo para la implantación de cultivos extensivos.

A pesar de que la parcela ya pertenecía a zona regable gracias a la Acequia Izquierda del Vero, la decisión de llevar a cabo el proyecto viene motivada por la modernización de regadíos que se está llevando a cabo actualmente en la zona.

Dicha modernización permitirá dotar a la parcela de un caudal y presión de agua determinados.

Sin embargo, tras estudiar estas dos características hidráulicas, se conoce de antemano que tanto la presión como el caudal no son suficientes para llevar a cabo un riego por cobertura total enterrada. Esto, junto con el deseo de innovar en el riego de este tipo de cultivos, los actuales incrementos de los costes de la energía y del precio del agua, ha llevado a la decisión de instalar este tipo de riego, el riego por goteo enterrado.

Por ello, para poder llevar a cabo dicho proyecto serán fundamentales los siguientes aspectos:

1. Estudio climático de la zona. Esto nos servirá para conocer las temperaturas de la zona, así como otros aspectos que pueden ser la pluviometría, los periodos de heladas o la velocidad del viento. Aspectos que determinaran que tipo de cultivos podrán ocupar nuestra parcela.
2. Estudio edafológico. Se pretende conocer las propiedades que lo caracterizan agrónomicamente (estructura, textura, nutrientes minerales...), que será fundamental para el manejo posterior.
3. Estudio del agua de riego. Llevar a cabo un análisis del agua de la que se abastecerá la finca, en este caso del Canal del Cinca, procedente del embalse del Grado.
4. Rotación de cultivos
5. Justificación de la opción elegida
6. Características del sistema de riego elegido

7. Diseño agronómico
8. Cálculo hidráulico y diseño de la red de riego
9. Cabezal de riego y elementos singulares
10. Estudio de viabilidad económica

Cada uno de estos apartados será explicado y analizados con detalle en los anejos pertinentes que se desarrollaran posteriormente.

En definitiva, la finalidad de este proyecto es el diseño e instalación de un riego por goteo enterrado que permita obtener unos mayores beneficios y un mejor aprovechamiento del terreno del que había anteriormente.

3. BIBLIOGRAFÍA

- Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SigPac)

(<http://sigpac.magrama.es/fega/h5visor/>)

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ELEMENTOS DEL CLIMA.....	3
2.1. Temperaturas.....	3
2.2. Régimen de heladas	6
2.2.1. Método Emberger. Cálculo de heladas	8
2.3. Número de horas frío	9
2.4. Precipitaciones.....	10
2.5. Humedad relativa.....	12
2.6. Viento.....	13
3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	15
3.1. Índice de Lang	15
3.2. Índice de Martonne	16
3.3. Índice de Dantin Cereceda y Revenga.....	17
4. CLASIFICACIONES AGROCLIMÁTICAS.....	17
4.1. Clasificación agroecológica de Papadakis (1960)	17
4.2. Clasificación climática de Köppen	22
4.3. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963).....	23
4.4. Clasificación climática de Thornthwaite.....	27
4.4.1. Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP).....	27
4.4.2. Determinación del índice de humedad. Balance hídrico.	28
5. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	29
5.1. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (Et0) por el método de Blaney-Criddle-FAO	29
5.2. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo.....	31
5.2.1. Maíz (<i>Zea mays</i>).....	32
5.2.2. Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	32
5.2.3. Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	33
5.2.4. Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	33
5.2.5. Guisante (<i>Pisum sativum</i>).....	34
5.2.6. Veza (<i>Vicia sativa</i>).....	34
6. BIBLIOGRAFÍA	34

1. INTRODUCCIÓN

Es necesario llevar a cabo un estudio climático de la zona debido a que el desarrollo de nuestro cultivo y la dosis de riego necesaria para este dependen fundamentalmente del clima.

En este caso, los datos climáticos para llevar a cabo el presente estudio han sido facilitados por la estación meteorológica que pertenece a la empresa “Aguas de Barbastro Energía”, ya que se encuentra cercana a nuestra parcela objeto de estudio y posee una serie de datos suficiente para nuestro estudio.

Esta se encuentra a una altura de 330 metros sobre el nivel del mar y su situación geográfica es:

0° 7' 32" Longitud Este

42° 2' 14" Latitud Norte

La serie de datos facilitados por la estación abarca un periodo de 19 años, entre 1995 y 2014, que permite abordar el estudio climático y así, de esta manera, poder obtener la máxima precisión a la hora de determinar los datos climáticos necesarios para la elaboración de este proyecto.

2. ELEMENTOS DEL CLIMA

A continuación se muestra en diferentes tablas los valores de los distintos elementos del clima que van a influir en nuestro estudio, con datos de dicha estación meteorológica.

Esto nos dará una idea del tipo de cultivos que podemos implantar así como las necesidades de agua para estos.

2.1. Temperaturas

En las siguientes tablas se pueden observar los resultados de la serie climática de temperaturas, las cuales se toman para la realización de este anejo.

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

A/M	EN	FEB	MAR	AB	MY	JN	JL	AG	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1995	5,9	9,0	9,8	15,4	17,4	20,9	25,8	23,8	18,2	17,3	10,6	6,2	15,0
1996	7,8	5,5	9,8	13,1	16,3	21,9	23,8	22,5	17,6	14,2	9,3	6,9	14,1
1997	6,3	8,9	13,1	14,3	17,6	20,3	21,3	24,2	19,6	15,7	9,5	6,6	14,8
1998	6,9	7,8	11,6	11,2	17,0	22,6	24,7	24,1	19,9	13,9	8,0	4,0	14,3
1999	5,5	6,3	10,1	13,0	18,7	20,8	22,7	24,4	20,2	14,8	9,6	5,5	14,3
2000	2,6	9,8	11,0	12,1	18,7	23,3	23,2	24,6	20,6	14,3	8,3	7,8	14,7
2001	6,8	6,9	12,6	12,8	17,7	23,1	23,8	25,0	18,2	17,2	7,0	1,1	14,4
2002	6,6	8,0	13,1	13,7	13,5	22,8	23,8	22,9	18,7	15,0	12,4	4,6	14,6
2003	4,1	5,4	11,5	13,6	17,9	25,3	26,3	27,3	19,6	15,5	9,1	5,7	15,1
2004	5,8	4,8	8,2	11,1	16,1	23,2	23,6	23,5	21,1	16,2	7,3	5,7	13,9
2005	2,9	6,1	9,6	13,5	17,5	22,3	25,6	23,1	20,1	15,8	8,0	1,9	13,9
2006	5,1	6,0	11,2	13,7	19,5	23,5	27,3	22,5	20,8	16,9	11,3	3,1	15,1
2007	4,7	8,0	9,7	14,5	17,9	22,3	24,6	23,2	19,1	13,9	4,7	3,6	13,9
2008	5,1	7,4	9,6	12,9	16,7	21,0	24,6	24,2	19,0	13,9	6,0	3,4	13,7
2009	4,1	5,8	9,5	12,1	19,6	23,5	25,8	25,6	19,8	14,6	9,6	4,9	14,6
2010	4,5	5,0	8,3	13,3	16,1	20,9	26,4	24,0	18,7	12,9	7,1	4,0	13,4
2011	3,2	6,1	9,3	15,5	19,3	21,8	23,7	25,3	21,3	14,9	10,6	5,0	14,7
2012	2,8	2,7	10,2	12,0	19,2	24,1	24,7	26,5	19,8	14,8	8,8	5,1	14,2
2013	4,4	5,6	9,7	12,5	14,1	20,2	26,0	23,5	19,4	15,9	8,5	2,5	13,5
2014	6,4	6,4	7,5	12,8	16,9	22,1	23,5	23,5	21,0	18,0	7,9	4,3	14,2
MEDIA	5,1	6,6	10,3	13,2	17,4	22,3	24,6	24,2	19,6	15,3	8,7	4,6	14,3

Tabla 1. Temperaturas medias mensuales (°C)

A/M	EN	FEB	MAR	AB	MY	JN	JL	AG	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1995	1,0	3,7	3,7	7,3	10,8	13,6	19,3	17,0	12,1	12,2	6,2	3,2	9,2
1996	4,7	0,5	4,1	6,7	9,7	14,2	16,3	15,7	11,5	8,5	5,1	3,6	8,4
1997	3,4	3,7	6,2	7,3	11,4	13,6	14,4	16,8	13,1	10,7	5,7	2,8	9,1
1998	2,7	3,2	5,2	5,1	10,4	14,5	15,9	16,3	14,0	8,1	2,9	0,1	8,2
1999	1,4	0,5	4,3	6,2	12,3	13,3	16,6	18,3	14,4	10,0	4,7	1,5	8,6
2000	-1,4	4,0	4,5	6,6	12,1	15,7	15,7	17,2	13,7	9,6	4,2	4,1	8,8
2001	3,2	1,9	7,1	5,8	10,8	14,6	16,5	18,1	11,4	12,4	2,6	-2,6	8,5
2002	3,4	2,9	7,2	7,3	8,3	15,2	15,7	16,0	12,8	10,0	7,8	0,7	8,9
2003	-0,5	1,0	5,6	7,2	10,1	17,6	18,3	20,1	13,8	9,6	5,3	2,1	9,2
2004	1,4	0,6	2,2	5,7	9,5	15,1	16,1	17,3	14,9	11,4	2,6	1,6	8,2
2005	-1,8	1,0	3,0	6,8	10,9	14,4	18,5	15,8	13,6	11,4	4,4	-1,4	8,1
2006	1,9	1,0	5,7	6,9	11,6	15,5	19,3	14,4	15,3	12,6	7,9	-0,2	9,3
2007	0,9	2,8	3,2	8,7	10,1	13,9	15,6	15,5	12,0	7,6	-1,4	-1,3	7,3
2008	1,1	2,1	3,0	5,6	11,0	13,3	16,2	16,6	12,5	8,6	1,4	0,2	7,6
2009	0,3	0,5	2,6	5,8	11,2	15,0	17,1	17,9	13,3	8,7	4,4	0,7	8,1
2010	0,6	-0,2	2,2	6,3	8,6	13,2	17,5	15,5	12,1	7,0	1,8	-0,3	7,0
2011	-1,4	0,1	3,2	8,0	10,9	13,9	15,4	16,8	14,2	8,2	6,8	0,2	8,0
2012	-2,9	-5,4	1,5	5,9	11,3	15,1	16,1	17,7	12,4	9,1	4,5	0,1	7,1
2013	-0,6	0,1	3,9	5,8	6,9	12,0	17,9	15,9	11,9	9,9	3,3	-2,0	7,1
2014	1,9	0,9	1,3	6,5	10,2	14,1	14,8	16,2	15,3	12,5	3,8	-0,1	8,1
MEDIA	1,0	1,2	4,0	6,6	10,4	14,4	16,7	16,8	13,2	9,9	4,2	0,7	8,2

Tabla 2. Temperaturas medias mínimas mensuales (°C)

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

A/M	EN	FEB	MAR	AB	MY	JN	JL	AG	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1995	12,2	15,5	16,8	24,0	25,3	28,8	32,8	31,8	25,5	24,1	16,4	10,5	22,0
1996	12,2	11,7	16,9	20,7	24,4	30,1	32,4	30,4	25,1	21,5	14,5	11,0	20,9
1997	10,4	15,5	21,0	21,9	25,2	27,2	29,2	32,3	27,0	22,1	14,9	11,7	21,5
1998	12,2	14,2	19,1	18,3	25,1	30,8	33,1	32,4	27,0	21,2	14,1	9,2	21,4
1999	11,2	13,8	17,2	20,6	26,1	28,8	29,8	31,6	27,4	21,4	16,4	10,4	21,2
2000	8,3	17,3	18,8	18,7	26,7	31,4	30,9	32,6	28,5	20,5	13,5	12,3	21,6
2001	11,7	13,4	19,0	20,6	26,2	31,9	31,8	32,6	26,3	23,9	12,6	6,1	21,3
2002	11,2	14,5	20,1	21,2	19,6	30,9	32,0	31,2	26,4	21,4	18,9	9,5	21,4
2003	10,6	11,1	18,7	20,8	26,3	34,1	35,0	35,8	26,8	22,2	14,1	10,6	22,2
2004	11,6	10,1	15,4	17,7	24,1	31,7	31,7	31,1	28,9	22,6	13,6	10,2	20,7
2005	9,0	13,0	17,4	21,1	25,6	30,5	33,8	31,3	27,6	21,9	13,2	6,4	20,9
2006	9,5	12,3	17,6	21,5	27,5	32,0	36,1	30,9	27,9	23,0	15,8	7,6	21,8
2007	9,4	14,0	16,3	21,3	25,7	30,2	33,1	31,7	26,9	21,2	12,6	8,9	20,9
2008	9,9	13,8	16,4	20,2	23,0	29,0	32,8	32,2	25,9	19,8	11,5	7,4	20,2
2009	8,7	12,2	17,0	18,7	27,8	32,0	34,1	33,8	26,8	21,7	15,7	9,6	21,5
2010	8,9	10,4	14,8	20,6	23,6	29,0	35,2	32,6	25,9	19,6	13,2	9,1	20,2
2011	8,1	13,3	15,8	23,6	27,8	29,8	31,8	33,5	29,0	22,3	14,9	11,1	21,8
2012	9,7	11,7	18,8	18,6	27,2	32,5	33,1	35,2	27,1	21,3	13,8	11,2	21,7
2013	10,5	11,8	15,6	19,5	20,9	28,2	33,9	31,3	27,2	22,9	14,8	8,1	20,4
2014	11,3	12,4	14,2	19,1	25,8	29,5	31,3	30,6	27,4	24,1	13,4	8,8	20,7
MEDIA	10,3	13,1	17,3	20,4	25,2	30,4	32,7	32,2	27,0	21,9	14,4	9,5	21,2

Tabla 3. Temperaturas medias máximas mensuales (°C)

A/M	EN	FEB	MR	ABR	MY	JN	JL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1995	-4,5	-1,7	-1,7	3,6	0,7	6,0	15,9	11,0	6,2	8,7	0,2	-2,6	3,5
1996	0,9	-4,3	-1,4	-3,1	2,2	6,4	9,6	8,8	6,9	2,9	-1,2	-4,2	2,0
1997	-3,1	-0,3	2,3	0,8	2,4	7,9	9,9	10,9	7,1	3,2	1,4	-3,9	3,2
1998	-4,1	-2,8	-0,7	-2,2	3,6	7,7	9,0	10,8	9,7	4,2	-3,7	-4,7	2,2
1999	-5,7	-7,8	-1,1	-1,1	7,8	9,1	15,2	14,1	8,6	6,1	1,1	-4,5	3,5
2000	-5,7	0,1	-1,6	0,7	6,7	8,3	9,9	11,0	7,1	4,8	0,8	-2,1	3,3
2001	-0,2	-3,7	-1,8	-1,3	1,3	7,3	9,8	11,9	6,7	8,2	-2,9	-12	1,9
2002	0,9	1,5	2,8	1,1	3,0	6,2	10,9	10,9	5,5	4,9	4,5	-4,5	4,0
2003	-5,8	-5,8	1,6	0,2	4,7	13,1	13,9	15,6	9,7	4,3	1,3	-3,2	4,1
2004	-3,1	-4,0	-5,4	1,2	1,2	8,7	8,2	12,1	7,6	5,2	-2,8	-3,1	2,2
2005	-8,9	-4,0	-6,3	-0,1	5,7	7,8	14,5	8,9	5,7	5,2	-1,4	-7,5	1,6
2006	-3,1	-4,0	-3,4	-0,1	4,4	7,5	13,3	10,2	9,6	8,6	2,7	-7,2	3,2
2007	-7,2	-0,9	-3,2	4,2	4,1	6,7	8,3	9,6	2,4	1,7	-10	-8,3	0,6
2008	-7,9	-3,0	-4,3	0,0	5,4	7,5	10,4	11,4	6,3	2,1	-5,8	-4,3	1,5
2009	-6,5	-3,1	-1,5	2,0	5,2	9,1	12,6	11,2	9,0	-0,9	-2,6	10,4	3,7
2010	-6,0	-7,8	-5,8	-0,4	2,2	6,9	11,6	8,3	3,7	-0,8	-6,0	-8,6	-0,2
2011	-9,1	-5,7	-3,6	4,1	6,9	7,3	9,2	9,9	8,1	-0,3	0,5	-4,2	1,9
2012	-7,9	-11	-4,9	-1,6	5,1	9,3	10,4	10,3	6,8	-2,1	-3,3	-5,3	0,5
2013	-4,1	-6,3	-2,7	-0,8	2,1	6,0	12,9	11,0	7,3	0,8	-6,7	-4,5	1,3
2014	-3,2	-3,8	-2,1	0,3	3,4	9,3	9,2	9,3	8,1	11,1	-2,0	-5,6	2,8
MEDIA	-4,7	-3,9	-2,2	0,4	3,9	7,9	11,2	10,9	7,1	3,9	-1,8	-4,5	2,3

Tabla 4. Temperaturas mínimas absolutas mensuales (°C)

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

A/M	EN	FEB	MAR	AB	MY	JN	JL	AG	SEPT	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1995	18,7	18,6	22,6	27,6	33,8	36,0	38,7	37,1	30,8	30,1	25,7	16,2	28,0
1996	16,5	15,8	23,9	25,2	31,7	35,7	39,4	34,6	30,6	26,8	21,6	20,9	26,9
1997	14,7	20,4	26,4	26,2	32,7	33,6	34,1	37,7	33,1	29,3	20,8	16,1	27,1
1998	16,6	20,3	23,8	27,8	31,0	36,4	37,6	39,0	34,2	27,2	23,0	16,4	27,8
1999	18,8	21,4	24,7	28,0	32,5	33,3	33,6	36,2	36,0	26,3	23,4	18,8	27,8
2000	15,7	21,0	25,8	27,8	32,5	37,2	36,9	37,7	35,8	25,6	18,7	16,8	27,6
2001	16,2	18,2	30,5	25,6	37,1	40,3	38,2	38,0	31,4	29,3	21,1	13,9	28,3
2002	16,8	16,3	26,7	30,1	31,1	37,7	37,1	37,6	32,5	25,9	23,3	16,5	27,6
2003	25,2	16,1	22,9	29,2	33,9	39,3	38,7	40,0	31,6	27,7	19,0	17,4	28,4
2004	19,4	16,7	23,1	25,2	30,8	38,8	38,2	37,2	35,5	31,7	20,9	15,6	27,8
2005	21,8	19,7	25,7	31,9	28,6	36,9	38,1	36,0	35,7	28,1	23,3	14,5	28,4
2006	13,3	16,8	25,3	25,0	35,5	38,1	40,1	34,4	35,8	28,6	20,0	18,8	27,6
2007	18,1	19,4	22,3	29,6	32,3	34,9	37,2	38,8	31,4	27,6	17,6	17,1	27,2
2008	17,3	18,7	23,1	29,4	31,2	36,8	37,3	38,4	31,7	25,3	17,8	13,8	26,7
2009	17,3	15,6	23,6	26,7	34,2	38,1	37,5	38,0	33,7	28,5	22,3	15,9	27,6
2010	14,8	15,0	21,3	28,7	31,2	34,5	39,1	38,8	32,0	27,3	19,8	17,3	26,7
2011	14,7	19,1	22,9	31,1	35,3	38,8	36,0	39,2	33,5	28,9	20,4	18,7	28,2
2012	17,1	21,7	25,5	27,1	34,4	39,6	38,6	41,7	32,2	28,7	18,9	15,4	28,4
2013	17,7	16,3	20,3	29,7	26,3	34,6	37,3	36,0	30,9	28,7	23,8	14,2	26,3
2014	19,9	16,7	19,2	27,8	31,0	33,3	36,8	35,7	32,2	26,3	18,6	14,8	26,0
MEDIA	17,5	18,2	24,0	28,0	32,4	36,7	37,5	37,6	33,0	27,9	21,0	16,5	27,5

Tabla 5. Temperaturas máximas absolutas mensuales (°C)

Mediante la observación de estas tablas podemos conocer como a lo largo del año va oscilando la temperatura en nuestra zona de estudio, analizando como podrá influir esto a nuestros posibles cultivos.

Como conclusión, observando las series de temperaturas de un amplio rango de años, podemos afirmar que en líneas generales el mes más frío es diciembre y el más cálido julio.

2.2. Régimen de heladas

En este caso, tomaremos la serie climática de la que disponemos, de 19 años, y estableceremos para cada uno de ellos la fecha de la primera y última helada.

Es un aspecto fundamental, ya que los descensos bruscos de temperaturas pueden acarrear graves problemas para nuestros cultivos.

AÑOS	PRIMERA HELADA	ÚLTIMA HELADA
1994-1995	-	07-mar
1995-1996	06-dic	04-abr
1996-1997	16-nov	16-feb
1997-1998	06-dic	11-abr
1998-1999	24-nov	16-abr
1999-2000	30-dic	29-mar
2000-2001	31-dic	20-abr
2001-2002	28-nov	21-mar
2002-2003	27-nov	17-feb
2003-2004	23-dic	02-mar
2004-2005	15-nov	10-abr
2005-2006	24-nov	11-abr
2006-2007	29-dic	23-mar
2007-2008	17-nov	06-mar
2008-2009	27-nov	25-mar
2009-2010	17-oct	05-abr
2010-2011	19-oct	01-mar
2011-2012	21-oct	17-abr
2012-2013	29-oct	07-abr
2013-2014	29-nov	02-mar
2014-2015	14-nov	-

Tabla 6. Fechas de la primera y última helada. Periodo 1994-2014

De la tabla anterior, observamos que el intervalo comprendido entre el día 31 de Diciembre (día en que se produce la primera helada del año más tarde) y el 16 de Febrero (día en que se produce la primera helada del año más pronto), corresponde al intervalo que nos muestra el menor periodo de heladas. Esto, con un total de 318 días sin riesgo y 47 días con riesgo de heladas.

En lo que respecta al mayor periodo de heladas, este estaría comprendido entre los días 17 de Octubre y el 20 de Abril, siguiendo el mismo razonamiento que anteriormente. En este caso obtenemos 180 días libres de heladas y 185 con riesgo.

Y por último, calculando el periodo medio de heladas, podemos ver que este está comprendido entre el 23 de Noviembre y el día 20 de Marzo. Con 218 días sin riesgo de heladas y 147 restantes con riesgo.

2.2.1. Método Emberger. Cálculo de heladas

El método de Emberger es una estimación indirecta del régimen de heladas que se utiliza cuando no se posee una serie de datos de varios años o esta es insuficiente.

En este caso, vamos a utilizar este método y compararlo con los resultados obtenidos mediante la estimación directa a partir de nuestra serie de datos de 19 años.

Emberger en su método, divide el año en cuatro periodos, cada uno con diferente riesgo de heladas:

Período seguro de heladas (Hs): se produce cuando la temperatura media de las mínimas es inferior a 0°C.

Período frecuente de heladas (Hp): cuando la temperatura media de las mínimas está comprendida entre 0°C y 3°C.

Período poco frecuente de heladas (H'p): cuando la temperatura media de las mínimas está comprendida entre 3°C y 7°C.

Período con heladas muy poco frecuentes (d): cuando la temperatura media de las mínimas es superior a 7°C.

Se utilizan las temperaturas medias de las mínimas, suponiendo que estas se producen el día 15 de cada mes. Las fechas de inicio y fin de cada periodo de heladas se estiman por interpolación lineal.

Por tanto, con ayuda de la tabla 2, temperaturas medias mínimas mensuales (°C), llevaremos a cabo el cálculo de este método de heladas por estimación indirecta.

Llevamos a cabo la interpolación lineal mes a mes:

El día **15 de Febrero** la temperatura sería de 1.2 °C y el **15 de Marzo** de 4.0 °C.

$$\frac{1.2 - 4.0}{28} = \frac{1.2 - 3}{x} \quad \text{donde } x = 18$$

Por tanto, 15 de Febrero + 18 días: **Los 3°C se alcanzarían el día 5 de marzo.**

Si repetimos esta operación para el resto de los meses, obtendríamos los siguientes resultados:

TIPO DE RIESGO	T. (°C)	INICIO	FIN
Periodo de heladas seguras (Hs)	T. < 0°C	-	-
Periodo de heladas muy probables (Hp)	0°C < T < 3°C	26-nov	04-mar
Periodo de heladas probables (H'p)	3°C < T < 7°C	06-mar	18-abr
		01-nov	25-nov
Periodo libre de heladas (d)	T > 7°C	19-abr	31-oct

Tabla 7. Periodos de heladas según el método de Emberger

Como conclusión del método indirecto de Emberger, podemos afirmar que los resultados obtenidos son muy similares a los del método directo que se muestran en la tabla 6.

2.3. Número de horas frío

Se entiende por número de horas frío a la cantidad de horas en un rango determinado de tiempo en donde las temperaturas son inferiores a una cierta cantidad de grados, que generalmente son 7°C. Así cada hora que pasa con temperatura menor que 7°C se cuenta como 1 hora frío.

Vamos a proceder a su cálculo con ayuda de un método conocido:

- o **Método de Da mota (1957)**

Es el método más utilizado hasta el momento, cuantifica el frío invernal del mes de noviembre al mes de febrero, utiliza únicamente las temperaturas promedio de dichos meses; utiliza la siguiente fórmula:

$$HF = 485,1 - 28,52 X$$

Donde:

HF= Horas frío acumuladas en una región

X= Temperatura media mensual de los meses de noviembre a febrero (°C)

Sin embargo, para el Valle del Ebro, se utiliza la fórmula adaptada por **Tabuenca (1964)**, que es la siguiente:

$$HF = 700,4 - 48,6 X$$

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

Siendo las incógnitas las mismas que las anteriores. Por tanto obtendríamos:

	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
Y	8,7	4,6	5,1	6,6
HF	277,58	476,84	452,54	379,64

TOTAL	1586,6
-------	--------

Tabla 8. Número de horas frío según Da mota

Por tanto, el número total de horas frío según este método serían 1586,6.

2.4. Precipitaciones

A continuación se muestran los datos de precipitación y días de lluvia de nuestra serie de datos (1995-2014):

A/M	EN	FEB	MR	ABR	MY	JN	JL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1995	7,0	10,8	5,4	2,0	10,8	2,2	0,0	0,0	29,8	17,2	45,6	92,6	223,4
1996	108,9	10,6	7,2	39,4	60,2	59,0	18,7	30,6	19,4	10,2	54,2	68,2	486,6
1997	76,2	5,8	4,2	63,0	51,8	49,6	26,0	0,0	0,0	17,4	49,8	75,4	419,2
1998	19,2	17,0	13,2	53,0	29,8	4,2	13,2	36,2	30,2	10,4	8,2	20,7	255,3
1999	16,8	2,8	52,6	38,8	51,4	18,4	10,2	22,4	59,4	35,8	21,2	0,2	330,0
2000	2,4	0,0	21,8	50,8	48,8	11,2	0,4	15,0	57,6	29,2	34,6	1,4	273,2
2001	25,0	5,8	38,6	41,8	56,8	6,2	42,4	3,8	47,4	23,8	39,2	11,0	341,8
2002	10,8	6,0	5,4	31,6	11,0	18,4	34,8	7,8	169,8	41,8	0,6	0,0	338,0
2003	8,8	49,0	31,2	11,2	82,8	4,2	9,0	35,0	64,8	1,8	0,6	21,0	319,4
2004	6,0	25,0	49,8	30,6	30,6	14,4	41,4	3,2	0,8	32,2	18,4	17,8	270,2
2005	1,2	1,6	5,2	23,4	42,2	0,0	3,2	3,0	1,4	48,2	18,0	6,0	153,4
2006	18,2	11,2	11,2	17,8	20,6	12,4	34,8	13,6	140,4	37,4	13,4	14,2	345,2
2007	7,8	18,2	24,2	99,2	26,6	14,2	12,0	8,4	17,2	5,6	9,8	5,2	248,4
2008	34,3	21,0	15,8	81,6	116,2	46,6	9,8	4,0	2,2	121,0	25,7	37,0	515,2
2009	24,6	18,8	44,8	112,4	14,8	45,8	4,8	35,2	60,2	37,2	16,2	53,4	468,2
2010	41,8	35,4	33,8	33,6	41,6	57,0	33,0	2,0	52,4	68,0	31,6	26,0	456,2
2011	22,9	8,8	71,0	66,8	45,6	50,8	4,4	16,0	29,0	33,0	54,0	3,8	406,1
2012	2,2	0,4	16,2	102,4	12,8	41,4	10,6	17,4	20,4	76,6	112,2	19,9	432,5
2013	29,1	7,4	78,6	57,4	30,4	49,8	18,8	38,8	24,4	40,0	26,8	18,2	419,7
2014	28,0	29,2	8,8	40,7	20,8	0,0	13,2	36,4	49,0	0,4	23,4	8,6	258,5
MEDIA	24,6	14,2	27,0	49,9	40,3	25,3	17,0	16,4	43,8	34,4	30,2	25,0	348,0

Tabla 9. Precipitaciones mensuales (mm)

La zona donde nos encontramos se caracteriza por tener unos veranos generalmente más secos, siendo en el otoño y la primavera donde se da el pico de

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

precipitaciones. El invierno, sin embargo, suele ser la época intermedia de lluvias, aunque con más variaciones de un año a otro.

A/M	EN	FEB	MAR	ABR	MY	JN	JL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1995	3	7	3	2	8	7	0	0	3	4	13	23	73
1996	19	6	4	9	11	6	9	8	7	4	11	19	113
1997	18	6	1	4	16	10	9	0	0	5	17	8	94
1998	8	14	5	13	14	4	5	7	7	6	5	11	99
1999	10	4	9	10	9	8	2	4	8	9	3	1	77
2000	11	0	7	10	9	5	1	3	8	12	14	4	84
2001	13	6	13	6	14	3	8	5	4	10	14	20	116
2002	9	2	2	10	2	5	4	3	5	10	2	0	54
2003	5	7	8	3	8	5	5	5	10	2	3	16	77
2004	8	19	9	8	11	1	5	3	2	10	10	13	99
2005	5	1	4	5	8	0	3	5	2	12	7	11	63
2006	8	3	7	6	5	6	7	3	8	10	14	21	98
2007	9	9	6	16	8	8	2	9	5	2	8	8	90
2008	18	12	9	13	18	10	7	10	9	13	15	16	150
2009	16	11	8	13	8	11	5	7	8	11	10	18	126
2010	14	14	13	9	11	9	3	1	8	13	13	12	120
2011	18	13	13	9	9	8	5	3	4	8	19	12	121
2012	11	2	3	13	6	3	3	6	6	19	17	16	105
2013	20	6	22	10	13	7	11	7	4	6	6	11	123
2014	16	15	3	8	10	0	5	8	12	2	4	14	97
MEDIA	12,0	7,9	7,5	8,9	9,9	5,8	5,0	4,9	6,0	8,4	10,3	12,7	99

Tabla 10. Número de días de lluvia mensuales

En este caso el mes con mayor días de lluvia es Diciembre, con una media de 12.7 días y el caso contrario lo representa el mes de Agosto, con solo 4.9 días de lluvia.

ESTACIÓN	MES	PRECIPITACION MEDIA (mm)	DÍAS DE LLUVIA	% PRECIPITACIÓN ESTACIÓN
INVIERNO	DICIEMBRE	25	12,7	18,33
	ENERO	24,6	12	
	FEBRERO	14,2	7,9	
PRIMAVERA	MARZO	27	7,5	33,67
	ABRIL	49,9	8,9	
	MAYO	40,3	9,9	
VERANO	JUNIO	25,3	5,8	16,86
	JULIO	17	5	
	AGOSTO	16,4	4,9	
OTOÑO	SEPTIEMBRE	43,8	6	31,14
	OCTUBRE	34,4	8,4	
	NOVIEMBRE	30,2	10,3	

Tabla 11. Porcentaje de precipitación por estaciones (%)

Por último se ha elaborado una tabla resumen para comparar el porcentaje de precipitación medio por estaciones. Aquí se puede corroborar lo dicho anteriormente.

2.5. Humedad relativa

En el caso de la humedad relativa, los datos no han sido facilitados por la estación meteorológica de la empresa “Aguas de Barbastro Energía”.

Estos se han obtenido gracias al SIAR “Sistema de Información Agroclimática para el Regadío”. Nos muestra en este caso datos de otra estación meteorológica situada en Barbastro, a 410 metros de altitud y en las siguientes coordenadas:

UTM X: 757738 m

UTM Y: 4655960 m

Huso: 30

En este caso tenemos una serie de datos de 10 años (2004-2014), motivo por el cual se desechó esta estación para el resto de los datos climáticos, ya que la utilizada nos proporciona una serie de 19 años (1994-2014), y se encuentra más cerca de nuestra parcela de estudio.

A/M	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2004	74,43	86,04	68,04	69,89	64,69	50,48	53,37	52,4	58,06	65,77	76,6	78,32	66,51
2005	78,53	59	54,18	55,59	49,68	49,71	47,4	53,66	57,27	72,12	78,01	85,82	61,75
2006	83,83	78,53	66,46	60,48	49,46	45,08	45,39	46,76	65,27	74,12	81	89,6	65,50
2007	86,43	73,94	58,45	70,77	55,43	51,73	46,87	50,1	57,86	64,32	65,69	75,52	63,09
2008	86,97	73,04	58,67	61,43	67,8	59,58	52,37	52,06	63,19	70,81	77,51	83,45	67,24
2009	83,84	74,75	63	69,72	56,26	50,27	47,88	53	61,21	66,69	71,12	81,43	64,93
2010	78,84	71,07	64,93	64,33	59,2	58,25	49,72	51,47	62,84	70,05	75,47	77,83	65,33
2011	84,36	70,52	70,94	65,92	59,68	57,94	51,4	52,92	58,44	63,33	86,48	82,76	67,06
2012	79,23	48,6	51,62	66,72	58,82	49,66	50,97	46,58	57,6	70,28	79,86	77,42	61,45
2013	78,36	64,73	69,48	64,01	66,38	58,24	51,45	58,69	60,58	66,82	68,06	83,38	65,85
2014	81,62	73,38	62,97	64,49	59,54	53,88	53,18	61,7	69,82	70,72	82,19	80,8	67,86
MEDIA	81,49	70,33	62,61	64,85	58,81	53,17	50,00	52,67	61,10	68,64	76,54	81,48	65,14

Tabla 12. Humedad relativa media (%)

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

A/M	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2004	100	100	99,4	98,1	97,8	96	97,6	93	92,9	97,5	99,5	99,7	97,63
2005	100	97,8	97,8	97,8	97	94,1	92,9	94,3	96,4	97,8	98,1	98,9	96,91
2006	98,8	99,3	97	97,3	97,5	93,4	93,5	96,4	97,1	97,4	98	99,4	97,09
2007	99,7	98,7	96	97,3	97	95,8	96,8	95,1	95,3	95,7	97,3	99	96,98
2008	98,8	95,8	94,8	96,1	96	96,1	94,4	93,8	95,9	96,4	98,5	100	96,38
2009	98,8	97,5	96,8	97	95	95,3	91,4	96,2	96,8	97	96,6	98,2	96,38
2010	98	97,5	96,8	96,3	96	96,8	92,3	95,9	97,7	98,9	100	100	97,18
2011	100	99,1	98,5	97,8	97,1	97	94,4	95,8	99	99,3	100	100	98,17
2012	100	95,6	97,2	100	97,9	99,5	98,8	98,2	99,4	99,3	99,5	99	98,70
2013	99,6	99	99,2	99,3	99	99,4	96,7	98,7	99,2	100	100	100	99,18
2014	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100,00
MEDIA	99,43	98,21	97,59	97,91	97,30	96,67	95,35	96,13	97,25	98,12	98,86	99,47	97,69

Tabla 13. Humedad relativa máxima absoluta (%)

A/M	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
2004	11,45	28,3	16,33	26,81	19,55	11,02	8,66	15,76	15,29	19,55	12,27	13,82	16,57
2005	13,49	12,61	10	10,28	8,19	14,34	9,13	12,11	10,56	16,86	38,62	16,33	14,38
2006	29,6	29,94	15,38	22,51	10,42	9,95	10,01	14,01	21,65	26,4	47,68	45,19	23,56
2007	30,49	0	12,93	24,2	14,06	16,69	11,7	10,49	14,08	13,82	10,84	25,68	15,42
2008	41,87	0	15,72	12,52	15,63	18,52	13,66	13,73	20,44	15,78	16,81	21,62	17,19
2009	37,2	27,43	0	23,13	16,62	13,59	10,96	14,28	22,6	13,54	24,99	18,57	18,58
2010	23,8	20,41	12,13	22,68	14,47	14,55	0	0	0	18,96	29,19	25,35	15,13
2011	14,3	17,88	25,21	23,02	15,36	14,81	13,32	14,68	14,96	18,48	47,93	25,89	20,49
2012	19,92	10,37	8,8	11,58	18,47	13,13	12,32	8,86	16,17	22,15	26,49	28,79	16,42
2013	21,68	12,88	22,69	16,46	17,6	18,95	19,89	21,45	22,27	22,01	19,84	20,73	19,70
2014	32,37	28,18	24,17	15,64	16,92	14,89	14,82	20,17	21,11	17,2	36,65	15,8	21,49
MEDIA	25,11	17,09	14,85	18,98	15,21	14,59	11,32	13,23	16,28	18,61	28,30	23,43	18,08

Tabla 14. Humedad relativa mínima absoluta (%)

2.6. Viento

Otro factor a tener muy en cuenta, sobre todo en algunas zonas, es el viento. Este, en función de su dirección y su velocidad, puede afectar gravemente a nuestros cultivos.

Las siguientes tablas recogen las velocidades medias de los diferentes años de los cuales tenemos datos así como la dirección media del viento. En cuanto a los datos de la dirección del viento, estos se han obtenido, al igual que los de humedad relativa, gracias al SIAR "Sistema de Información Agroclimática para el Regadío".

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

AÑO	EN	FEB	MR	ABR	MY	JN	JL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	12,8	11,3	15,2	8,1	12,0	9,0	9,1	8,8	10,1	6,3	8,0	5,0
1996	8,8	13,6	9,0	8,8	8,5	8,5	8,9	8,1	8,4	9,1	11,8	7,4
1997	7,9	7,6	7,2	9,2	9,8	10,7	8,2	6,4	5,8	10,3	8,6	9,4
1998	9,1	6,1	9,1	14,3	7,7	10,2	9,5	8,3	11,8	9,0	10,0	7,1
1999	10,1	13,4	11,2	12,2	9,5	9,6	8,9	7,5	7,6	6,8	8,5	10,4
2000	4,6	11,7	10,5	10,0	7,7	8,2	11,7	8,2	7,9	8,7	9,5	8,8
2001	9,8	8,8	10,6	14,4	7,0	8,7	8,0	8,3	7,9	6,8	6,9	3,5
2002	7,3	11,3	8,4	8,2	10,0	10,7	9,1	10,3	6,6	8,1	16,7	4,9
2003	11,8	11,2	7,7	9,2	8,5	7,9	8,2	7,6	7,7	10,6	10,3	9,1
2004	11,9	6,6	9,6	9,7	9,4	8,3	8,9	8,5	7,8	7,9	6,7	9,5
2005	7,3	9,9	7,8	13,8	9,2	6,5	6,8	8,6	7,3	7,1	9,2	6,2
2006	7,3	7,9	13,5	8,6	4,3	4,5	7,4	10,3	8,0	4,7	6,4	3,5
2007	4,7	3,1	4,6	2,9	4,2	3,7	4,2	3,4	2,4	1,6	0,9	1,8
2008	1,0	1,2	4,3	2,9	2,6	2,5	2,9	2,8	2,0	1,3	1,2	0,8
2009	1,7	1,8	2,1	2,4	2,9	3,0	3,9	2,8	2,0	1,3	1,8	1,0
2010	1,6	2,0	1,9	2,1	2,9	2,7	3,0	3,0	1,8	1,5	1,6	0,9
2011	0,6	1,3	2,0	2,4	2,6	2,7	3,5	3,0	2,0	1,0	0,7	1,2
2012	1,4	1,7	2,0	2,8	2,8	3,0	2,9	2,7	1,9	1,6	0,6	1,1
2013	11,7	5,0	2,7	6,0	3,5	2,8	2,7	2,2	1,7	0,9	2,3	0,6
2014	1,8	1,8	3,0	7,5	2,8	3,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,1

MEDIA (km/h)	6,7	6,9	7,1	7,8	6,4	6,3	6,5	6,0	5,5	5,2	6,1	4,7
MEDIA (m/s)	1,85	1,91	1,98	2,16	1,78	1,75	1,80	1,68	1,54	1,45	1,70	1,31

Tabla 15. Promedio mensual de la velocidad media diaria del viento (Km/h y m/s)

Todas estas medidas están tomadas a 2 m del suelo.

AÑO	EN	FEB	MR	ABR	MY	JN	JL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	323,7	357,9	305,9	268,8	301,1	187,2	170,3	193,7	133,3	7,73	333,5	331,6
2005	351,8	347,8	299,8	195,9	196	157,3	184,1	183,3	177	36,79	337,8	346,8
2006	6,5	335	305,1	207,1	178,8	179,2	140,4	242,3	75,62	24,32	6,99	315,5
2007	336,3	313,1	307,5	32,9	281,9	200,2	190,1	207,3	197,4	299	335,4	348,4
2008	354,9	16,14	294,3	282,4	103,1	208,4	177,5	176,3	167,7	348,4	350	357,9
2009	345,4	315,5	308,3	283	135,2	183,9	187,8	147,8	28,41	0,49	339,1	342,7
2010	326,6	325,7	155	112,1	261,5	190,8	173,5	181,9	12,05	9,33	328,7	339,1
2011	6,29	338,2	3,24	144,8	167,1	169,3	209	155,6	125,1	31,32	30,47	338,9
2012	352,9	328,5	358,7	287,9	173,8	204,1	175,3	157,4	204	9,82	345,7	343,5
2013	323,9	323,4	307,6	270,8	274,6	214,4	111,5	163,8	176,9	348	309,2	338,2
2014	335,1	327,4	306,7	261	228,4	167,7	221,4	177,7	52,22	9,44	4,6	355,1

Tabla 16. Dirección media del viento en la zona (°)

3. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

ÍNDICES DE ARIDEZ

Los índices de aridez consideran como dato fundamental las precipitaciones caídas a lo largo del año (como fuente de agua) y las temperaturas (como indicador de la capacidad para evaporar del clima).

3.1. Índice de Lang

Es un índice termopluviométrico que se calcula dividiendo la precipitación media anual (en mm.) entre la temperatura media anual (en ° C).

Se calcula mediante la expresión:

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

Siendo: P = Precipitación media anual en mm.

T = Temperatura media anual en °C.

VALOR DE I_L	CLASIFICACIÓN
0-20	Desiertos
20-40	Zona árida
40-60	Zona húmeda de estepa o sabana
60-100	Zona húmeda de bosques ralos
100-160	Zona húmeda de bosques densos
> 160	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Tabla 17. Clasificación según el índice de Lang

Entonces: $I_L = 348 / 14.3 = 24.33$

Por tanto, según el índice de Lang, se trata de una **zona árida**, ya que nuestro valor calculado esta dentro del intervalo $20 \leq I_L < 40$.

3.2. Índice de Martonne

Es otro índice de aridez de naturaleza similar al índice anterior, es más apropiada para climas fríos al adicionar una constante al denominador y evitar, de esta manera, los valores negativos.

Se obtiene mediante la fórmula:

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

Donde:

P = precipitación media anual en mm.

T = temperatura media anual en °C.

VALORES DE I_M	CLASIFICACIÓN
0-5	Desiertos
5-10	Semidesiertos
10-20	Semiárido de tipo Mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
> 60	Perhúmeda

Tabla 18. Clasificación según el índice de Martonne

Entonces: $I_M = 348 / (14.3 + 10) = 14.32$

Por tanto, según la clasificación de Martonne, nos encontraríamos en **semiárido de tipo Mediterráneo**, ya que nuestro valor está entre $10 \leq I_M < 20$.

3.3. Índice de Dantin Cereceda y Revenga

Es otro índice termopluviométrico que se calcula dividiendo la temperatura media anual (*100) entre la precipitación media anual. Se define por la siguiente expresión:

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

Siendo:

T = Temperatura media anual, en °C.

P = Precipitación media anual, en mm.

VALORES DEL ÍNDICE	CLASIFICACIÓN
$2 \geq IDR$	Zonas húmedas y subhúmedas
$4 \geq IDR > 2$	Zona semiárida
$IDR > 4$	Zonas áridas

Tabla 19. Clasificación según el índice de Dantin Cereceda y Revenga

Entonces:

$$I_{DR} = \frac{100 \times 14.3}{348} = 4.10$$

Como estamos por encima de 4, según el índice de Dantin Cereceda y Revenga, estamos en **zona árida**.

4. CLASIFICACIONES AGROCLIMÁTICAS

4.1. Clasificación agroecológica de Papadakis (1960)

Papadakis considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las

respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación en la que se utilizan fundamentalmente factores obtenidos a partir de valores extremos de los factores climatológicos. Esta clasificación se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del invierno
- Calor del verano

A cada una de las características anteriores se le asigna una sigla representativa y, con ellas, se compone la fórmula climática de Papadakis.

Rigor del invierno

Toma una serie de cultivos indicadores en función de sus exigencias térmicas y su respuesta ante las heladas. Los tipos climáticos son:

1. **Ecuatorial (Ec)**: No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío es superior a 18 °C.
2. **Tropical (Tp)**: No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío varía entre 8 y 18 °C.
3. **Citrus (Ci)**: Hay heladas y la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -2.5 y 7 °C.
4. **Avena (Av)**: Corresponde a una temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío, variable entre -10 y -2.5 °C.
5. **Triticum (Ti)**: La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -10 y -29 °C.
6. **Primavera (Pr)**: La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío es inferior a -29 °C.

Los diferentes tipos y subtipos climáticos establecidos por Papadakis en función del rigor de invierno se recogen en el siguiente cuadro, señalándose las escalas de valores para cada uno de ellos en función de las temperaturas (todas ellas en °C).

TIPO DE INVIERNO		Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío	Temperatura media de las mínimas del mes más frío	Temperatura media de las máximas del mes más frío
ECUATORIAL	(Ec)	>7°	>18°	
TROPICAL	Tp (cálido)	>7°	13° a 18°	>21°
	tp (medio)	>7°	8° a 13°	>21°
	tp (fresco)	>7°		<21°
CITRUS	Ct (tropical)	7° a -2.5°	> 8°	>21°
	Ci	7° a -2.5°		10° a 21°
AVENA	Av (cálido)	-2.5° a -10°	>-4°	>10°
	av (fresco)	>-10°		5 a 10°
	Tv (trigo-avena)	-10° a -29°		>5°C
TRITICUM	Ti (cálido)	>-29°		0° a 5°
	ti (fresco)	>-29°		<0°
PRIMAVERA	Pr (mas cálido)	<-29°		>-17.8°
	pr (más fresco)	<-29°		<-17.8°

Tabla 20. Tipo de invierno según Papadakis

Para definir el tipo de invierno de una zona es necesario conocer:

- A. **Tª media de las mínimas absolutas del mes más frío:** - 4,7°C (Enero)
- B. **Tª media de las mínimas del mes más frío:** 0,7°C (Diciembre)
- C. **Tª media de las máximas del mes más frío:** 9,5°C (Diciembre)

Para nuestro caso, con los datos que tenemos de temperaturas, según el rigor del invierno es de tipo **Avena (Av) fresco**.

Calor del verano

De nuevo, se toman una serie de plantas indicadoras en función de sus exigencias térmicas para llegar a su madurez fisiológica. Los tipos climáticos son:

1. **Algodón (G):** Periodo libre de heladas superior a 4.5 meses. Temperatura media de las máximas el semestre más cálido, superior a 25 °C.
2. **Cafeto (C):** Ausencia total de heladas. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21 °C.
3. **Arroz (O):** Periodo libre de heladas superior a 4 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21 °C.

4. **Maíz (M):** Periodo libre de heladas superior a 4.5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21 °C.
5. **Triticum (T):** Periodo libre de heladas superior a 4.5 meses (Triticum cálido) o a 2.5 meses (Triticum menos cálido) y temperatura media de las máximas del semestre más cálido, inferior a 21 °C.
6. **Polar cálido (P):** Periodo libre de heladas inferior a 2.5 meses y temperatura media de las máximas de los cuatro meses más calurosos, superior a 10 °C.

Los tipos y subtipos climáticos correspondientes al calor del verano aparecen en el siguiente cuadro:

TIPO DE VERANO		Duración de la estación libre de heladas	Media de la media de las máximas de los n meses más cálidos.	Media de las máximas del mes más cálido, °C.	Media de las mínimas del mes más cálido, °C.
ALGODÓN	G (más cálido)	Mínima >4.5	>25° n=6	> 33.5°	
	g (menos cálido)	Mínima >4.5	>25° n=6	< 33.5°	> 20°
CAFETO	C	Mínima 12	>21° n=6	< 33.5°	< 20°
ORYZA	(Arroz)	Mínima >4	21° a 25° n=6		
MAIZ	(M)	Disponible >4.5	>21° n=6		
TRITICUM	T (más cálido)	Disponible >4.	<21° n=6		
	t (menos cálido)	Disponible 2.5 a 4.5	>17° n=4		
POLAR	cálido (P)	Disponible < 2.5	>10° n=4		

Tabla 21. Tipo de verano según Papadakis

Para definir el tipo de verano de una zona es necesario conocer:

- A. **Periodo libre de heladas:** 19 de abril al 31 de octubre
- B. **Media de la media de las máximas de los (n) meses más cálidos:**

ANEJO 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

(n) Meses	MY	JN	JL	AG	SE	OC	MEDIA (°C)
Semestre	25,2	30,4	32,7	32,2	27	21,9	28,23
Cuatrimestre		30,5	32,7	32,2	27		30,6
Bimensual			32,7	32,2			32,45

Tabla 22. Media de la media de las máximas de los (n) meses más cálidos

- C. **Media de las máximas del mes más cálido:** 32,7 °C (Julio)
- D. **Media de las mínimas del mes más cálido:** 16,8 °C (Agosto)
- E. **Media de las medias de las mínimas de los dos meses más cálidos:** 16,75 °C (media de las temperaturas mínimas de julio y agosto)

Observando los datos, podemos clasificar el tipo de verano como **algodón menos cálido (g)**. Ya que, el periodo libre de heladas es superior a 4,5 meses, la temperatura media de las máximas del semestre más cálido 28,23°C (superior a 25°C), y la media de las máximas del mes más cálido 32,7°C (inferior a 33,5°C).

RÉGIMEN TÉRMICO		TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
TEMPLADO	TE (cálido)	av, Av	M
	Te (fresco)	ti, TI	T
	te (frío)	ti, TI	t
PAMPEANO-PATAGONIANO	PA (pampeano)	Av	M
	Pa (patagoniano)	Tv, av, Av	t
	pa (patagoniano frío)	Ti, av, Tv	P
CONTINENTAL	CO (cálido)	Av o más frío	g,G
	Co (semicálido)	Ti o más frío	M,O
	co (frío)	pr, Pr	t
POLAR	Po (taiga)	ti o más frío	P
	po (tundra)	ld	p
	Fr (desértico subglacial)	ld	F
	fr (hielo permanente)	ld	f
ALPINO	Al (bajo)	Pr, Ti, ti	A
	al (alto)	ld	a

Tabla 23. Tipo de régimen térmico según Papadakis

Tras obtener el tipo de invierno (av) y de verano (g), se obtiene la clase térmica de la zona según Papadakis. En este caso se trata de un **régimen térmico continental CO (cálido)**.

4.2. Clasificación climática de Köppen

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

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

Tabla 24. Tipos de climas según la clasificación climática de Köppen

En nuestro caso:

$$T_{\text{med}} \text{ diciembre} = 4,6^{\circ}\text{C} \quad \text{está entre } 18^{\circ}\text{C y } -3^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{med}} \text{ julio} = 24,6^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C}$$

Por tanto, según nuestra serie de datos, se puede definir nuestro clima como **clima templado**, según este primer criterio.

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

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

Tabla 25. Subgrupos climáticos según Köppen

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

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

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

Tabla 26. Clasificación de Köppen en función de las temperaturas

Por último, nos encontraríamos en la letra **a**, debido a que la temperatura media de Julio, el mes más cálido, es de 24.6 °C.

Por lo que, con estos tres índices llegamos a nuestro tipo de clima según Köppen. Corresponde a un **clima templado (Csa)**.

4.3. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963)

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

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

T = temperatura media del mes más frío (°C)

T₁ = temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)

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

CLASE	CONDICIÓN
GRUPO 1	$T > 0$
CALIDO	$T \geq 15$
TEMPLADO-CALIDO	$15 > T \geq 10$
TEMPLADO-MEDIO	$10 > T > 0$
GRUPO 2	$0 \geq T$
TEMPLADO-FRÍO	$0 > T \geq -5$
FRIO	$-5 > T$
GRUPO 3	$0 > T_{12}$
GLACIAL	$0 > T_{12}$

Tabla 27. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO

Siendo $T = 4,6 \text{ }^\circ\text{C}$ (Diciembre), estamos en un **clima templado-medio** ($10 > T > 0$).

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

TIPO DE INVIERNO	CONDICIÓN
Sin invierno	$T_1 \geq 11$
Cálido	$11 > T_1 \geq 7$
Suave	$7 > T_1 \geq 3$
Moderado	$3 > T_1 \geq -1$
Frío	$-1 > T_1 \geq -5$
Muy frío	FALSO

Tabla 28. Tipo de invierno según UNESCO-FAO

Siendo $T_1 = 0,7^\circ\text{C} \rightarrow$ estaríamos en un **invierno moderado**.

✓ **Aridez**

Si la precipitación total durante el mes, expresada en mm, es inferior al doble de la temperatura media, en $^\circ\text{C}$, se dice que estamos en un mes seco. Un periodo

seco puede comprender varios meses secos. Si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces éstas, se trata de un mes subseco.

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

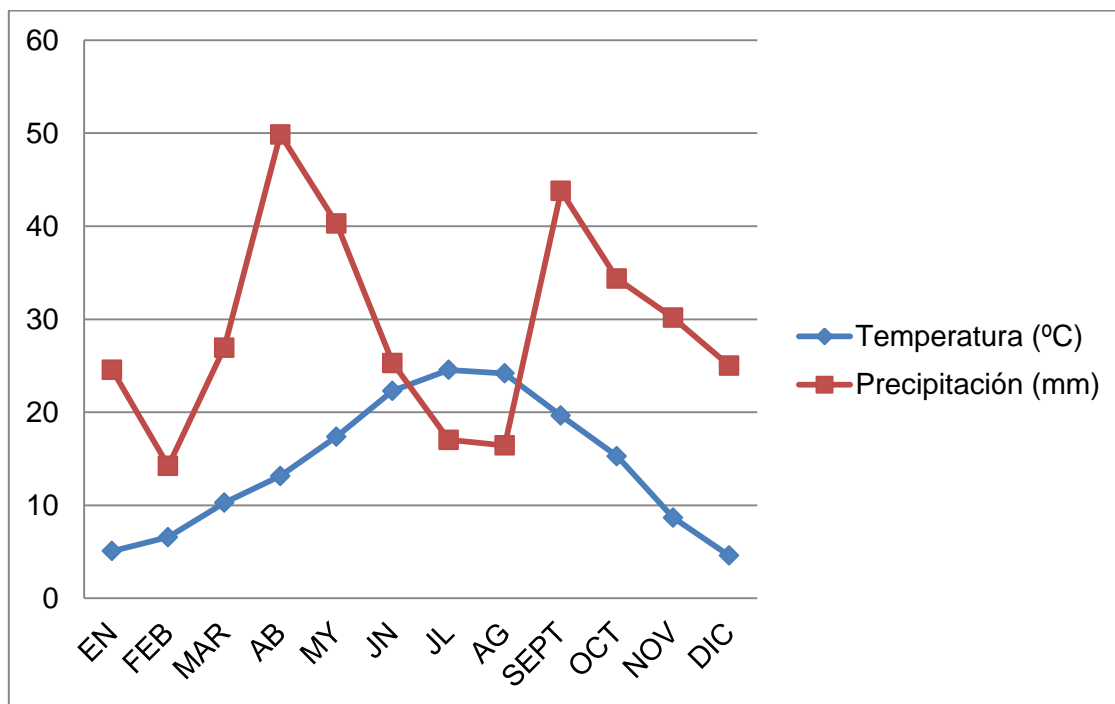


Gráfico 1. Diagrama ombrotérmico de Barbastro

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

Axérico: la curva pluviométrica va siempre por encima de la térmica.

Monoxérico: solamente aparece un periodo seco a lo largo del año.

Bixérico: aparecen dos periodos secos a lo largo del año.

Observando el diagrama ombrotérmico de Barbastro, diremos que el clima de esta zona se define según la aridez como **monoxérico**.

Por último, mediante el cálculo del Índice de Termicidad (It) y la determinación del Ombrotipo, estableceremos el piso bioclimático al que pertenece esta zona.

✓ Índice de Termicidad (It)

$$I_t = (T + M + m) \cdot 10$$

donde,

It: Índice de termicidad

T: temperatura media anual (°C)

M: media de las máximas del mes más frío (°C)

m: media de las mínimas del mes más frío (°C)

Para nuestro caso por tanto,

T = 14,3 °C

M = 9,5° C; m = 0,7°C (Diciembre). Por tanto sustituyendo en la fórmula:

$$I_t = [14.3 + 9,5 + (-0,7)] \cdot 10 = 231$$

En la siguiente tabla se muestran los horizontes térmicos de la Región mediterránea definidos por el Índice de Termicidad.

TERMOTIPO	I _t
Inframediterráneo	450-580
Termomediterráneo	350-450
Mesomediterráneo	210-350
Supramediterráneo	80-210
Oromediterráneo	-
Crioromediterráneo	-

Tabla 29. Termotipos de la Región Mediterránea en función del índice de Termicidad

Observando la tabla, nuestro valor del Índice de Termicidad hace referencia al **termotipo mesomediterraneo**.

Ahora pasamos a definir el ombrotipo, que viene definido por la precipitación media anual. A continuación se muestra en la tabla los ombrotipos para la región mediterránea.

OMBROTIPO	P (mm)
Subhúmedo	600-1000
Seco	350-600
Semiárido	<350

Tabla 30. Ombrotipos de la Región Mediterránea

La precipitación media anual es de 348 mm, lo que corresponde a un **ombrotipo semiárido**.

4.4. Clasificación climática de Thornthwaite

4.4.1. Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial (ETP) se calcula mediante la siguiente fórmula propuesta por Thornthwaite (1963):

$$ETP_{ajustada} = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^a$$

Donde:

t^a = temperatura media mensual.

I = Índice de calor anual. Se obtiene como: $I = \sum_1^{12} i$ y donde $i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$

$a = (0.000000675 I^3 - 0.0000771 I^2 + 0.01792 I + 0.49239)$

$$ETP \text{ (mm/mes)} = ETP_{ajustada} \cdot K$$

Donde:

K = coeficiente corrector. $K = \frac{d}{30} \cdot \frac{N}{12}$

$d = n^{\circ}$ días del mes y $N = n^{\circ}$ máximo horas de sol

	T ^a media (°C)	i	l	a	d (días)	N	K	ETP ajustada	ETP (mm)
Enero	5,08	1,02	64,60	1,51	31	10	0,86	11,10	9,56
Febrero	6,58	1,51			28	11	0,86	16,43	14,06
Marzo	10,27	2,97			31	12,5	1,08	32,28	34,74
Abril	13,16	4,33			30	13,8	1,15	46,96	54,00
Mayo	17,39	6,60			31	14,8	1,27	71,62	91,27
Junio	22,30	9,61			30	15,2	1,27	104,37	132,21
Julio	24,56	11,13			31	15,1	1,30	120,84	157,13
Agosto	24,19	10,88			31	14,4	1,24	118,06	146,39
Septiembre	19,64	7,93			30	13,2	1,10	86,11	94,72
Octubre	15,29	5,43			31	11,8	1,02	58,94	59,89
Noviembre	8,68	2,31			30	10,5	0,88	25,02	21,89
Diciembre	4,60	0,88			31	9,5	0,82	9,55	7,81
ETP anual								823,68	

Tabla 31. Determinación de la evapotranspiración potencial (ETP)

4.4.2. Determinación del índice de humedad. Balance hídrico.

Es necesario hacer un balance de agua del suelo para calcular el índice de humedad. En este balance intervienen los siguientes parámetros:

- Precipitaciones medias mensuales (P).
- Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales (ETP).
- Reservas de agua del suelo (R).
- Variación de la reserva de agua (VR).
- Evapotranspiraciones reales mensuales (ETR).
- Déficits (D).
- Excesos (E).

Para poder aplicar la fórmula a toda clase de suelos, sin particularizar unas condiciones concretas, se establecen las siguientes hipótesis:

- La reserva de agua en el suelo varía entre 0 y 100 mm ($0 \leq R \leq 100$).
- La evapotranspiración real (ETR) corresponde, en los meses que por falta de humedad no se alcancen las condiciones potenciales, a las precipitaciones del mes sumadas a la reserva del suelo en el mes anterior ($ETR_i = P_i + R_{i-1}$).
- En los meses suficientemente húmedos, la ETR coincide con la potencial.

- Existe déficit de humedad en los meses en los que la ETR es inferior a la ETP.
- Existe exceso de humedad en los meses en que al acumular agua en las reservas del suelo, éstas superan el valor de 100.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P	24,56	14,24	26,95	49,88	40,28	25,29	17,04	16,44	43,79	34,36	30,18	25,03	348,03
ETP	9,56	14,06	34,74	54,00	91,27	132,21	157,13	146,39	94,72	59,89	21,89	7,81	823,68
R	40,50	40,68	32,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,28	25,50	147,83
VR	15,00	0,18	-7,79	-32,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,28	17,22	0,00
ETR	9,56	14,06	34,74	82,76	40,28	25,29	17,04	16,44	43,79	34,36	21,89	7,81	348,02
D	0,00	0,00	0,00	-28,75	50,99	106,92	140,09	129,95	50,93	25,53	0,00	0,00	475,66
E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 32. Cálculo del balance de agua

5. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN

La producción vegetal está directamente asociada a la disponibilidad del agua y su consumo por las plantas, por ello es muy importante el cálculo de la evapotranspiración.

5.1. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (Et0) por el método de Blaney-Criddle-FAO

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

$$ET_0 = [a + b \cdot p \cdot (0,46 \cdot T_m + 8,13)]$$

Donde:

ET₀ = Media mensual de la evapotranspiración de referencia (mm/día)

a = 0.0043 x HR_{min} (en %) - (n/N) - 1.41

b = 0.81917 - 0.0040922 x HR_{min} + 1.0705 x (n/N) + 0.065649 x U_d - 0.0059684 x HR_{min} x (n/N) - 0.0005967 x HR_{min} x U_d

p= porcentaje diario de horas diurnas anuales

HR_{min} =humedad relativa mínima en %

n/N= media mensual del coeficiente de insolación

U_d = Media mensual de la velocidad diurna del viento en m/s (a 2m sobre el suelo)

Vamos a calcular en primer lugar el porcentaje diario de horas diurnas anuales, p, que se obtiene a partir de valores tabulados en función de la latitud de la estación y del mes.

La estación meteorológica utilizada de la empresa “Aguas de Barbastro Energía”, presenta una latitud de 42°2', pero la tabla contempla las latitudes de 40° y 46°, por lo que será necesario realizar una interpolación y convertir los 2' en 0,3°. En la tabla que se muestra a continuación están los valores de p calculados.

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
40°	6,73	6,72	8,33	8,95	10,02	10,08	10,22	9,54	8,39	7,75	6,72	6,52
46°	6,34	6,50	8,29	9,12	10,39	10,54	10,64	9,79	8,42	7,57	6,36	6,04
Diferencia	0,42	0,22	0,04	0,17	0,37	0,46	0,42	0,25	0,03	0,18	0,36	0,48
P (42,03°)	0,21	0,24	0,27	0,30	0,33	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20

Tabla 33. Calculo de p (porcentaje diurno de horas diurnas anuales)

Los coeficientes de calibración climática (a y b) los calcularemos de la siguiente manera:

$$a = 0,0043 \cdot HR_{\min} - \frac{n}{N} - 1,41$$

donde,

HR_{\min} : media mensual de la humedad relativa mínima del aire, %

n/N : media mensual de la razón entre la insolación real y la insolación máxima posible diaria.

$$b = 0,81917 - 0,00409022 \cdot HR_{\min} + 1,0705 \cdot \frac{n}{N} + 0,065649 \cdot U_{\text{dia}} - 0,0059684 \cdot HR_{\min} \cdot \frac{n}{N} - 0,0005967 \cdot HR_{\min} \cdot U_{\text{dia}}$$

donde,

U_{dia} es media mensual de la velocidad diurna diaria del viento a 2m sobre el nivel del suelo, m/sg.

En la siguiente tabla, se observan los valores de todas nuestras incógnitas para este cálculo, y con ello el valor de la evapotranspiración.

	T _{media}	p	HR _{min}	n/N	U _{día}	a	b	Et _o (mm/día)	Et _o (mm)
EN	5,10	0,21	69	0,43	1,92	-1,54	0,87	0,37	11,59
FEB	6,60	0,24	59	0,52	1,97	-1,68	1,01	1,03	28,75
MAR	10,30	0,27	50	0,57	2,03	-1,76	1,13	2,17	67,15
ABR	13,20	0,30	49	0,57	2,17	-1,77	1,14	3,09	92,61
MY	17,40	0,33	50	0,57	1,83	-1,76	1,12	4,20	130,30
JUN	22,30	0,34	45	0,65	1,80	-1,87	1,23	5,82	174,60
JUL	24,60	0,33	39	0,73	1,86	-1,97	1,35	6,69	207,49
AG	24,20	0,31	41	0,73	1,77	-1,96	1,33	5,98	185,43
SEP	19,60	0,28	47	0,64	1,61	-1,85	1,19	3,86	115,89
OCT	15,30	0,25	55	0,57	1,53	-1,74	1,07	2,32	71,84
NOV	8,70	0,22	64	0,50	1,77	-1,63	0,95	0,91	27,17
DIC	4,60	0,20	71	0,40	1,36	-1,50	0,82	0,18	5,59

Et _o ANUAL	1118,40
-----------------------	----------------

Tabla 34. Cálculo de la ETo (mm/día)

Como vemos en la tabla, la evapotranspiración de referencia anual es de **1118,40 mm**.

5.2. Cálculo de la evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración de cultivo ET_c, determina la cantidad de agua que un cultivo puede evaporar cuando se encuentra en buenas condiciones de alimentación hídrica y con el suelo próximo a capacidad de campo.

Para el cálculo de la ET_c de cada cultivo se utiliza la ET_o que se ha calculado anteriormente por el método Blaney-Criddle-FAO.

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Donde:

ET_o = Evapotranspiración de referencia, media de los métodos utilizados.

K_c = es un parámetro adimensional que representa el llamado coeficiente de cultivo y es función de cada planta y del estado de desarrollo de ésta (a veces puede considerarse constante, como en la alfalfa).

Como en la parcela de estudio no vamos a implantar únicamente un solo cultivo, vamos a calcular para cada uno de ellos la evapotranspiración. Cada uno de

los cultivos que se establecerán están recogidos en el Anejo “Rotación de cultivos” (Anejo 6).

Los datos de K_c han sido extraídos gracias a la web de la Oficina del Regante, en el apartado de "necesidades hídricas", donde se ha seleccionado la estación de Barbastro (nº 11) y los datos para cada uno de los cultivos que aparecen a continuación:

5.2.1. Maíz (*Zea mays*)

Siembra: Abril

Recolección: Octubre

	ET_0 (mm)	K_c	ET_c (mm)
Abril	92,61	0,53	49,08
Mayo	130,29	0,8	104,23
Junio	174,59	0,96	167,61
Julio	207,48	1,1	228,23
Agosto	185,43	1,11	205,83
Septiembre	115,89	0,75	86,92
Octubre	71,84	0,38	27,30

TOTAL :	869,19
----------------	---------------

Tabla 35. Evapotranspiración del maíz (mm)

5.2.2. Cebada (*Hordeum vulgare*)

Siembra: Noviembre

Recolección: Junio

	ET_0 (mm)	K_c	ET_c (mm)
Noviembre	27,16	0,72	19,56
Diciembre	5,59	0,79	4,42
Enero	11,59	0,92	10,66
Febrero	28,74	1,08	31,04
Marzo	67,14	1,09	73,18
Abril	92,61	1,1	101,87
Mayo	130,29	0,79	102,93
Junio	174,59	0,27	47,14

TOTAL :	390,80
----------------	---------------

Tabla 36. Evapotranspiración de la cebada (mm)

5.2.3. Trigo (*Triticum aestivum*)

Siembra: Noviembre

Recolección: Junio

	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
Noviembre	27,16	0,73	19,83
Diciembre	5,59	0,78	4,36
Enero	11,59	0,9	10,43
Febrero	28,74	1,03	29,60
Marzo	67,14	1,09	73,18
Abril	92,61	1,09	100,94
Mayo	130,29	1,03	134,20
Junio	174,59	0,32	55,87

TOTAL :	428,42
----------------	---------------

Tabla 37. Evapotranspiración del trigo (mm)

5.2.4. Alfalfa (*Medicago sativa*)

Siembra: Marzo

Recolección: Octubre

	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
Marzo	67,14	0,7	47,00
Abril	92,61	0,9	83,35
Mayo	130,29	0,92	119,87
Junio	174,59	0,97	169,35
Julio	207,48	0,93	192,96
Agosto	185,43	0,9	166,89
Septiembre	115,89	0,89	103,14
Octubre	71,84	0,82	58,91

TOTAL :	941,46
----------------	---------------

Tabla 38. Evapotranspiración de la alfalfa (mm)

5.2.5. Guisante (*Pisum sativum*)

Siembra: Diciembre

Recolección: Mayo

	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
Diciembre	5,59	0,68	3,80
Enero	11,59	0,84	9,74
Febrero	28,74	1,03	29,60
Marzo	67,14	1,12	75,20
Abril	92,61	1,09	100,94
Mayo	130,29	0,98	127,68

TOTAL :	346,96
----------------	---------------

Tabla 39. Evapotranspiración del guisante (mm)

5.2.6. Veza (*Vicia sativa*)

Siembra: Septiembre

Recolección: Abril

	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
Septiembre	115,89	0,51	59,10
Octubre	71,84	0,62	44,54
Noviembre	27,16	0,79	21,46
Diciembre	5,59	1,05	5,87
Enero	11,59	1,08	12,52
Febrero	28,74	1,08	31,04
Marzo	67,14	1,1	73,85
Abril	92,61	1,2	111,13

TOTAL :	359,51
----------------	---------------

Tabla 40. Evapotranspiración de la veza (mm)

6. BIBLIOGRAFÍA

- Estación meteorológica "Aguas de Barbastro Energía"
- Oficina del Regante (<http://aplicaciones.aragon.es/oresa/>)
- SIAR "Sistema de Información Agroclimática para el Regadío" (<http://eportal.magrama.gob.es/websiar/>)

ANEJO 3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL SUELO.....	3
2.1. Muestreo.....	3
2.2. Resultados obtenidos.....	3
2.2.1. Caracteres físicos del perfil edáfico.....	3
2.2.2. Caracteres hídricos del perfil edáfico.....	4
2.2.3. Parámetros analíticos.....	5
3. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO EDAFOLÓGICO	6
3.1. Conclusiones de carácter físico.....	6
3.2. Conclusiones de carácter hídrico	6
3.3. Conclusiones de parámetros analíticos.....	6
3.3.1. pH.....	6
3.3.2. Materia orgánica.....	6
4. ANÁLISIS DE SUELO	7

1. INTRODUCCIÓN

Una de los aspectos fundamentales previos a la instauración de un cultivo en el terreno es el análisis del suelo.

Este nos dará información acerca de si la parcela en cuestión es apropiada, en función de diversos aspectos como pueden ser la fertilidad y la disponibilidad de nutrientes en el mismo, y con ello evitar problemas de balance de nutrientes.

Por ello son parte fundamental en cualquier programa de manejo agronómico.

El primer paso para ello es pues, la toma de muestras en el terreno, seguido de un estudio físico-químico de las mismas y la interpretación de los resultados obtenidos.

2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL SUELO

2.1. Muestreo

Como ya hemos mencionado anteriormente, el primer paso es la toma de muestras.

Las muestras se tomaron a una profundidad de unos 30-45 cm, con ayuda de una barrena, y posteriormente se llevaron a analizar a una empresa especializada en ello.

2.2. Resultados obtenidos

2.2.1. Caracteres físicos del perfil edáfico

Los resultados obtenidos en este campo fueron los siguientes:

GRANULOMETRÍA	Ø	MEDIA (%)
ARENA	2,0 - 0,05 mm	42,1 %
LIMO	0,05 - 0,002 mm	41,3 %
ARCILLA	<0,002 mm	16,6 %

TEXTURA (clasificación USDA)	FRANCO
-------------------------------------	---------------

Tabla 1. Caracteres físicos del suelo

Como podemos observar en la tabla 1, nuestro suelo objeto de estudio es franco, según la textura. Esto lo podemos comprobar en el siguiente diagrama, que corresponde al triángulo de texturas, muestra las diferentes clases de textura según el criterio de USDA.

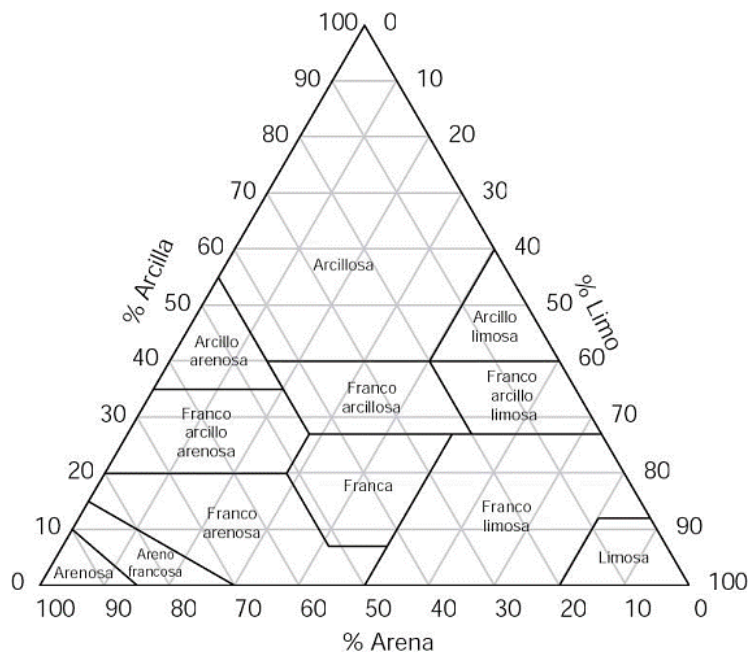


Diagrama 1. Triángulo de texturas

2.2.2. Caracteres hídricos del perfil edáfico

Conociendo, gracias al análisis, los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en el suelo, vamos a proceder al cálculo de algunos parámetros hídricos de importancia.

Capacidad de campo: Cuando el suelo ya no pierde más agua por gravedad esta a capacidad de campo. El agua ocupa los poros pequeños y el aire lo poros grandes.

Punto de marchitamiento: a partir de la Capacidad de campo, el agua del suelo se va perdiendo progresivamente (evaporación + absorción de las plantas). El suelo ha alcanzado el punto de marchitamiento, cuando la planta ya no puede absorber todo el agua que necesita y se marchite irreversiblemente.

Vamos a realizar el cálculo de la capacidad de campo (CC) y del punto de marchitamiento (PMP) aplicando las fórmulas de Peele y Briggs:

$$CC = 0,48 \times \text{contenido de arcilla} + 0,162 \times \text{contenido limo} + 0,023 \times \text{contenido arena} + 2,62$$

$$PMP = 0,302 \times \text{contenido arcilla} + 0,102 \times \text{contenido limo} + 0,0147 \times \text{contenido arena}$$

Son composiciones expresadas en humedad gravimétrica (en %).

Por lo tanto:

$$CC = 0,48 \times 16,6 + 0,162 \times 41,3 + 0,023 \times 42,1 + 2,62 = 18,25 \%$$

$$PMP = 0,302 \times 16,6 + 0,102 \times 41,3 + 0,0147 \times 42,1 = 9,84 \%$$

Y con estos datos, podemos conocer el agua disponible de nuestro suelo.

El agua disponible es la porción que puede ser absorbida por las raíces con suficiente rapidez para compensar las pérdidas por transpiración.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Agua\ disponible = Capacidad\ de\ campo - punto\ de\ marchitamiento$$

$$Agua\ disponible = 18,25 - 9,84 = 8,41 \%$$

2.2.3. Parámetros analíticos

PARÁMETRO	VALOR	INTERPRETACIÓN
pH	7,7	Básico
Carbonato cálcico equivalente	25,4 %	Muy calcáreo
Carbono orgánico	1,3 %	
Relación C/N	8,8	

Tabla 2. Parámetros analíticos

PARÁMETRO	VALOR	DOTACIÓN
Nitrógeno total (Método NIR)	1,51 g/kg	Media - Elevada
Fosforo asimilable (Método Olsen)	44,7 ppm P ₂ O ₅	Elevada - Muy elevada
Potasio intercambiable (ext. Ac NH)	130 ppm K ₂ O	Baja - Media
Materia orgánica	2,3 %	Media
Na intercambiable (ext. Ac NH)	21,0 ppm Na ⁺	Baja - Media
Ca intercambiable (ext. Ac NH)	8679 ppm Ca ²⁺	Muy elevada
Mg intercambiable (ext. Ac NH)	158 ppm Mg ²⁺	Media

Tabla 3. Otros parámetros analíticos

3. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO EDAFOLÓGICO

3.1. Conclusiones de carácter físico

En lo que concierne a la textura del suelo estudiado, se ha obtenido (según USDA) una textura de tipo franco. Es una textura equilibrada, caracterizando a nuestro suelo como un suelo apto para el cultivo.

Se trata de los suelos más adecuados en términos generales para la práctica de la agricultura.

3.2. Conclusiones de carácter hídrico

Tras obtener los datos de Capacidad de campo (CC) y Punto de marchitamiento (PMP), y posteriormente el agua disponible en el suelo, se observa que son unos resultados aceptables. No será un factor limitante para ningún cultivo.

3.3. Conclusiones de parámetros analíticos

En lo que respecta al resto de parámetros analizados, la mayoría de ellos se encuentran en dotación aceptable en el terreno. Cabe destacar:

3.3.1. pH

El pH del suelo afecta en procesos de disponibilidad de nutrientes para las plantas, y es por ello un parámetro muy importante a conocer.

En este caso, el valor obtenido ha sido de 7,7. Es un pH básico (ligeramente alcalino).

Este tipo de suelos se caracterizan por una elevada saturación de cationes básicos (K^+ , Ca^{2+} , Na^+ ...), de ahí la elevada dotación de este suelo de Ca intercambiable.

3.3.2. Materia orgánica

La materia orgánica de un suelo es un indicador de la salud del mismo.

El valor de materia orgánica obtenido es de 2,3%, por lo que es un nivel "normal" para la zona de estudio.

Por último, poner de relieve la elevada dotación de Ca intercambiable así como de fósforo asimilable, que habrá que tenerlo en cuenta en el balance de nutrientes que se lleve a cabo.

4. ANÁLISIS DE SUELO

A continuación se detalla el análisis completo realizado por una casa comercial conocida en aspectos de agronomía general.

ANALISIS N. 18205		519820	
DATOS ANALISIS		CARTA AGRONOMICA 40477	
DEVOLVER A	C00828664	FINCA	OLIVOS
Mr. LUIS		SUPERFICIE (ha)	8 RIEGO SI
GRAU PUEYO		CULTIVO ANTERIOR	OLIVO
TAMARITE DE LITERA 5 , 5º A		ABONO APLICADO (kg/ha)	N 0,0
22300 BARBASTRO			P ₂ O ₅ 0,0
			K ₂ O 0,0
HUESCA		FERTILIZANTE ORGANICO APLICADO	(kg/ha)
+34974312858	+34636964971	FECHA MUESTREO	
TECNICO PIONEER Alejandro Lanau Puyuelo			
TEL.			

GRANULOMETRIA Ø		
Arena (2.0 - 0.05 mm)	42,1 %	
Limo (0.05 - 0.002 mm)	41,3 %	(Limo Grueso 17.4% Limo Fino 23.9%)
Arcilla (<0.002 mm)	16,6 %	
Textura (clasificación USDA)	FRANCO	
PARAMETROS ANALITICOS		
pH	7,7	básico
Carbonato cálcico equi	25,4 %	muy calcáreo
Carbono Organico	1,3 %	
Relación C/N	8,8	
Dotación		
		BAJA MEDIA ALTA MUY ALTA
Nitrógeno total (Método NIR)	1,51 g/kg	
Fósforo asimilable (Método Olsen)	44,7 ppm P ₂ O ₅	
Potasio intercamb.	130 ppm K ₂ O	
Materia orgánica	2,3 %	
Na intercambiable (ext. Ac NH ₄)	21,0 ppm Na ⁺	
Ca intercambiable (ext. Ac NH ₄)	8679 ppm Ca ²⁺	
Mg intercambiable (ext. Ac NH ₄)	158 ppm Mg ²⁺	

Imagen 1. Análisis de suelo de la parcela objeto de estudio

ANEJO 4. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS	4
3. ÍNDICES DE PRIMER GRADO	6
3.1. El pH.....	6
3.2. Conductividad eléctrica	6
3.2.1. Riesgo de salinización	6
3.2.2. Contenido total de sales	6
3.2.3. Presión osmótica del agua	7
3.3. Iones.....	7
3.3.1. Nitratos.....	7
3.3.2. Cloruros.....	7
3.3.3. Sulfatos	7
3.3.4. Sodio.....	8
3.3.5. Magnesio.....	8
3.3.6. Calcio	8
3.3.7. Potasio	8
4. ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO	8
4.1. Relación de adsorción de sodio	8
4.2. Relación de adsorción de sodio corregido.....	10
4.3. Relación de calcio o índice de Kelly	12
4.4. Relación de sodio	12
4.5. Carbonato sódico residual (CSR) o índice de Eaton	13
4.5. Coeficiente alcalimétrico o índice de Scott.....	13
4.6. Dureza del agua.....	15
5. NORMAS COMBINADAS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS UTILIZADAS EN EL RIEGO	16
5.1. Norma de Riverside	16
5.2. Normas de H. Greene (FAO)	17
5.3. Normas Wilcox.....	18
5.4. Recomendaciones de Tamés.....	19
6. OBSTRUCCIÓN DE LOS GOTEROS	20
6.2. Índice de saturación de Langelier.....	20

7. CONCLUSIONES.....	22
8. BIBLIOGRAFÍA	23

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del agua de riego afecta tanto a los rendimientos de los cultivos como a las condiciones físicas del suelo. Además, los distintos cultivos requieren distintas calidades de agua de riego.

Por ello, es muy importante realizar un análisis del agua de riego antes de seleccionar el sitio y los cultivos a producir.

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS

El agua que va a ser utilizada para regar nuestra parcela procede del Canal del Cinca, el cual se abastece del embalse del Grado.

La Confederación Hidrográfica del Ebro lleva a cabo de forma periódica análisis de agua de todos los puntos de control que le pertenecen. Es por ello que los datos analíticos del agua para riego fueron solicitados a este organismo.

En este caso son datos del Embalse del Grado a fecha 2 de septiembre de 2015.

Los datos facilitados por la Confederación Hidrográfica del Ebro fueron los que se detallan a continuación:

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
Alcalinidad	101	mg/L CO ₃ Ca
Amonio total	<0.08	mg/L NH ₄
Aspecto	1	--
Calcio	45.9	mg/L Ca
Cloruros	<7.0	mg/L Cl
Conductividad a 20°C	231	µS/cm
Demanda química de oxígeno	<5.0	mg/L O ₂
Fosfatos	<0.05	mg/L PO ₄
Fosforo total	<0.05	mg/L P
Magnesio	7.0	mg/L Mg
Carbonatos	6.8	mg/L
Bicarbonatos	154.2	mg/L

Tabla 1. Resultados del análisis de agua de riego

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
Nitratos	<1.0	mg/L NO3
Oxígeno disuelto	7.8	mg/L O2
Oxígeno disuelto (% sat.)	92.2	% sat.
pH	8.0	--
Potasio	<1.0	mg/L K
Sodio	<3.0	mg/L Na
Sólidos en suspensión	<5	mg/L
Sulfatos	23.9	mg/L SO4
Temperatura del agua	21.0	°C
Temperatura del aire	32.0	°C
Manganeso	0.0008	mg/L
Mercurio	<0.000012	mg/L
Plomo	<0.0005	mg/L
Zinc	<1.0	mg/L
Boro	0.007	mg/L

Tabla 2. Resultados del análisis de agua de riego

El dato de la conductividad eléctrica no conviene expresarla a 20°C como nos lo muestra el análisis, sino a 25°C, porque esta varía con la temperatura. Por ello utilizaremos un factor de conversión para expresarla a 25°C:

$$CE_{25} = CE_{20} \cdot f_t$$

Siendo $f_t = 1,112$;

$$CE_{25} = 231 \cdot 1,112$$

$$CE_{25} = 256,872 \mu S / cm = 0,2568 dS / m$$

3. ÍNDICES DE PRIMER GRADO

3.1. El pH

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

En nuestro caso el valor de pH es de 8.0, lo que nos indica que es un **agua** ligeramente alcalina (menor concentración de iones de H⁺), **adecuada para el riego**.

3.2. Conductividad eléctrica

3.2.1. Riesgo de salinización

Es un factor importante ya que condiciona que las plantas sean capaces de absorber el agua o no. La salinidad del suelo generalmente afecta el crecimiento vegetal al hacer más difícil que las plantas absorban agua del suelo. Estas sales que absorben las plantas del suelo tienen un efecto tóxico sobre ellas (Cánovas Cuenca, 1986).

Se evalúa mediante la medición de la conductividad eléctrica.

Según la siguiente escala:

CE ≤ 0,7dS/m: no hay problema
0,7 < CE ≤ 3.0 dS/m: problema creciente
CE > 3.0 dS/m: problema grave

Y así mismo, según el Laboratorio de Salinidad de Riverside (USA), que clasifica el agua según su CE, afirma que: CE entre 0.10 y 0.25 dS/m. Agua de “Baja Salinidad”, apta para el riego de cualquier cultivo, en cualquier tipo de suelo, con baja o nula probabilidad de generar salinidad en los suelos.

En nuestro caso CE = 0,2568 dS/m ; Por lo que **no existe problema de salinidad**.

3.2.2. Contenido total de sales

La conductividad eléctrica (CE) nos sirve para medir la concentración total de sales en una solución, pero no indica qué sales están presentes.

Conociendo la CE podemos evaluar, aproximadamente, otros parámetros, en este caso el contenido de sales en la solución:

Contenido de sales en la solución (en gramos/litro) = CE (dS/m) a 25°C x 0,64

Como anteriormente ya hemos calculado nuestra CE a 25°C, solo hay que aplicar la fórmula:

Contenido de sales en la solución (en gramos/litro) = 0,2568 x 0,64

Contenido de sales en la solución = 0,1644 g/l

3.2.3. Presión osmótica del agua

La conductividad eléctrica (CE) y la presión osmótica del agua están directamente relacionadas.

A medida que aumenta la concentración salina del agua aumenta su presión osmótica. Podemos ver la relación lineal en la siguiente expresión que las relaciona:

$$Po = 0.36 \times CE$$

Donde:

Po: Presión osmótica del agua (atm)

CE: Conductividad eléctrica del agua (dS/m)

$$Po = 0.36 \times CE = 0,36 \times 0,2568 = \mathbf{0,0924 \text{ atmósferas}}$$

3.3. Iones

3.3.1. Nitratos

Como nuestra agua presenta < 1 mg/L NO₃, se considera un agua apta para el riego.

3.3.2. Cloruros

Una elevada presencia de cloruros en el agua podría llegar a causar clorosis en los vegetales.

Por ello, algunos autores afirman que la concentración máxima de cloruros en agua de riego es de 0,5 g/l.

Como nuestro agua presenta <7,0 mg/L Cl, es agua apta en ese aspecto.

3.3.3. Sulfatos

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

La concentración de sulfatos según el análisis es de 23,9 mg/L SO₄, que es una concentración baja, por lo que no tendría que haber problemas.

3.3.4. Sodio

Según diversos autores la concentración de sodio en el agua de riego no debería ser superior a 0,2-0,3 g/l, de ser así podrían ocasionarse problemas de toxicidad en las plantas y destrucción de la estructura del suelo.

Estos problemas no se darán en nuestro caso ya que la concentración de sodio en nuestro agua es menor de 3,0 mg/L.

3.3.5. Magnesio

En el caso del magnesio, la concentración en agua de riego es de 7,0 mg/L, un valor adecuado.

3.3.6. Calcio

Es uno de los elementos más importantes a tener en cuenta en nuestro agua de riego, ya que este puede originar uno de los problemas más importantes en este tipo de instalaciones, las obstrucciones.

Los 45,9 mg/L nos indican que no deberíamos tener problemas, ya que es una concentración baja.

3.3.7. Potasio

El agua de riego procedente del Canal del Cinca se caracteriza por presentar muy bajas concentraciones de potasio, en este caso <1,0 mg/L, lo cual nos evitará problemas tanto a nivel de planta como de instalación.

4. ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO

4.1. Relación de adsorción de sodio

Para determinar el riesgo de sodio, el parámetro utilizado es el RAS (Relación de Adsorción de Sodio). Esto nos indicará la posible influencia del ión sodio sobre nuestro terreno. Por otro lado, El calcio y el magnesio tienden a contrarrestar el efecto negativo de sodio.

Se evalúa con la siguiente expresión:

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

Altos niveles de SAR podrían causar problemas de infiltración de agua, el suelo se vuelve duro y compacto.

Si sustituimos los valores en la fórmula:

PARÁMETRO	VALOR	UNIDADES
Calcio	45.9	mg/L Ca
Magnesio	7.0	mg/L Mg
Sodio	<3.0	mg/L Na

Calcio: 45,9 mg/L = 1,147 meq/L

Magnesio: 7,0 mg/L = 0,288 meq/L

Sodio: 3,0 mg/L = 0,13 meq/L

Por lo tanto:

$$RAS = \frac{0,13}{\sqrt{\frac{1,147 + 0,288}{2}}} = 0,15$$

Valores de RAS superiores a 10 nos alertan de un agua de riego alcalinizante, siendo mayor el riesgo de alcalinización cuanto mayor es este valor.

En nuestro caso es un agua optima para el riego, ya que el valor de RAS (0,15) está muy lejos de 10, por encima del cual sería problemático.

4.2. Relación de adsorción de sodio corregido

Después del riego, el contenido de calcio (Ca^{2+}) sufre modificaciones, por ello se necesita considerarlas en el RAS, para ello utilizamos el RAS corregido.

El Ras corregido tiene la siguiente expresión:

$$RAS_{\text{corregido}} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Donde:

Ca^{2+} es la concentración final de calcio que permanece en la disolución del suelo medido en meq/l. Es un valor tabulado.

La concentración de Ca^{2+} , en meq / l, se deduce de la tabla que se expone a continuación (Tabla 3), y para la que es necesario conocer la conductividad del agua a 25°C, en dS/m, y el cociente de las concentraciones de bicarbonato y calcio, expresadas en meq/l.

CE del agua a 25°C = 0,2568 dS / m

HCO_3^- (meq / l) / Ca^{2+} (meq / l) = 2,52 / 1,147 = 2,19

Por lo que según la tabla nuestro valor de Ca^{2+} sería de **1,15 meq / l**.

ANEJO 4. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

HCO ₃ /Ca meq/l	SALINIDAD DEL AGUA DE RIEGO dS/m											
	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
0.05	13.20	13.61	13.91	14.40	14.79	15.26	15.91	16.43	17.28	17.97	19.07	19.94
0.10	8.31	8.57	8.77	9.07	9.31	9.62	10.02	10.35	10.89	11.32	12.01	12.56
0.15	6.34	6.54	6.69	6.92	7.11	7.34	7.65	7.90	8.31	8.64	9.17	9.58
0.20	5.24	5.40	5.52	5.71	5.87	6.06	6.31	6.52	6.86	7.13	7.57	7.91
0.25	4.51	4.56	4.76	4.92	5.06	5.22	5.44	5.62	5.91	6.15	6.52	6.82
0.30	4.00	4.12	4.21	4.36	4.48	4.62	4.82	4.98	5.24	5.44	5.77	6.04
0.35	3.61	3.72	3.80	3.94	4.04	4.17	4.35	4.49	4.72	4.91	5.21	5.45
0.40	3.30	3.40	3.48	3.60	3.70	3.82	3.98	4.11	4.32	4.49	4.77	4.98
0.45	3.05	3.14	3.22	3.33	3.42	3.53	3.68	3.80	4.00	4.15	4.41	4.61
0.50	2.84	2.93	3.00	3.10	3.19	3.29	3.43	3.54	3.72	3.87	4.11	4.30
0.75	2.17	2.24	2.29	2.37	2.34	2.51	2.62	2.70	2.84	2.95	3.14	3.28
1.00	1.79	1.85	1.89	1.96	2.01	2.09	2.16	2.23	2.35	2.44	2.59	2.71
1.25	1.54	1.59	1.63	1.68	1.73	1.78	1.86	1.92	2.02	2.10	2.23	2.33
1.50	1.37	1.41	1.44	1.49	1.53	1.58	1.65	1.70	1.79	1.86	1.97	2.07
1.75	1.23	1.27	1.30	1.35	1.38	1.43	1.49	1.54	1.62	1.68	1.78	1.86
2.00	1.13	1.16	1.19	1.23	1.26	1.31	1.36	1.40	1.48	1.54	1.63	1.70
2.25	1.04	1.08	1.10	1.14	1.17	1.21	1.26	1.30	1.37	1.42	1.51	1.58
2.50	0.97	1.00	1.02	1.06	1.09	1.12	1.17	1.21	1.27	1.32	1.40	1.47
3.00	0.85	0.89	0.91	0.94	0.96	1.00	1.04	1.07	1.13	1.17	1.24	1.30
3.50	0.78	0.80	0.82	0.85	0.87	0.90	0.94	0.97	1.02	1.06	1.12	1.17
4.00	0.71	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.86	0.88	0.93	0.97	1.02	1.07
4.50	0.66	0.68	0.69	0.72	0.74	0.76	0.79	0.82	0.86	0.90	0.95	0.99
5.00	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.74	0.76	0.80	0.83	0.88	0.93
7.00	0.49	0.50	0.52	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74
10.00	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.45	0.47	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58
20.00	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.32	0.33	0.35	0.37

a) Adaptado de Suárez (1981).

Tabla 3. Concentración final de calcio (Cax²⁺) en meq/l

Por lo tanto, aplicando la fórmula:

$$RAS_{\text{corregido}} = \frac{0,13}{\sqrt{\frac{1,15 + 0,288}{2}}} = 0,12$$

4.3. Relación de calcio o índice de Kelly

Este índice es utilizado para determinar el riesgo de alcalinización, junto con el Índice de Eaton, que se expondrá posteriormente.

Para su determinación se utilizará la siguiente expresión.

$$IK = [Ca^{2+}] / ([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + [Na^+] + [K^+]) * 100$$

Por tanto:

$$IK = (1,147 / (1,147 + 0,288 + 0,13 + 0,0256)) * 100 = 72,11 \%$$

El valor obtenido lo podemos interpretar gracias a la siguiente tabla:

ÍNDICE DE KELLY	CALIDAD DEL AGUA
< 35 %	MALA
35 %	DUDOSA
> 35 %	BUENA

Tabla 4. Índice de Kelly o relación de calcio

Como observamos en la tabla 4, nuestra agua es de buena calidad según el Índice de Kelly (>35 %).

4.4. Relación de sodio

Este parámetro también sirve para ver el riesgo de alcalinización mediante la relación de cationes sodio, magnesio y calcio. Muestra el contenido de ion sodio que hay en un agua respecto a los restantes cationes. Se expresa en meq/L, y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$RNa^+ = [Na^+] / ([Na^+] + [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) * 100$$

$$RNa^+ = (0,13 / (0,13 + 1,147 + 0,288)) * 100 = 8,3\%$$

Se obtiene, por tanto, un valor numérico de la **relación de sodio de 8,3%**.

4.5. Carbonato sódico residual (CSR) o índice de Eaton

Este índice predice la acción degradante del agua sobre las plantas y el suelo.

Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{C.S.R.} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

En esta ecuación los iones se expresan en meq/l.

Por lo tanto obtendremos:

$$\text{C.S.R.} = (0,113 + 2,52) - (1,147 + 0,288) = 1,20 \text{ meq/l}$$

Observando la siguiente tabla, podremos interpretar los resultados:

C.R.S. (meq/l)	AGUA DE RIEGO
< 1,25	RECOMENDABLES
1,25 - 2,50	POCO RECOMENDABLES
> 2,50	NO RECOMENDABLES

Tabla 5. Clasificación de las aguas según el Índice de Eaton.

Como podemos ver en la tabla, sería un agua de riego recomendable según el Índice de Eaton.

4.5. Coeficiente alcalimétrico o índice de Scott

El Índice de Scott muestra en función de las concentraciones entre ión cloruro, sulfato y sodio, la calidad agronómica que tiene el agua que se desea emplear para regar.

El coeficiente alcalimétrico evalúa la toxicidad que pueden producir las diferentes concentraciones de los cloruros y sulfatos aportados en el agua de riego, y que permanecen en el suelo tras formar cloruro y sulfato de sodio respectivamente.

El cálculo del coeficiente viene determinado por tres axiomas. Se deduce a partir de la expresión:

$$[\text{Na}^+] - 0,65 * [\text{Cl}^-]$$

(Concentraciones expresadas en mg/l)

Así pues:

1. Si: $(Na^+ - 0.65 Cl^-) \leq 0$, entonces:

$$K_1 = \frac{2040}{Cl^-}$$

2. Si: $0 < (Na^+ - 0.65 Cl^-) < 0.48 SO_4^{2-}$, entonces:

$$K_1 = \frac{6620}{Na^+ + 2.6 \cdot Cl^-}$$

3. Si: $0 < (Na^+ - 0.65 Cl^-) > 0.48 SO_4^{2-}$, entonces:

$$K_1 = \frac{662}{Na^+ - 0.32 \cdot Cl^- - 0.48 \cdot SO_4^{2-}}$$

Para nuestro caso, entonces:

$$(Na^+ - 0.65 Cl^-) = 3 - 0.65 \times 7 = -1,55 \text{ mg/L}$$

Por lo tanto, $(Na^+ - 0.65 Cl^-) < 0$, entonces, el valor de K se calculará mediante la fórmula del primer axioma:

$$K_1 = \frac{2040}{Cl^-} = 2040 / 7 = \mathbf{291,42}$$

Según Urbano Terrón P. (1995), la clasificación de Stabler caracteriza los siguientes tipos de agua:

VALORES DEL ÍNDICE DE SCOTT	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO
$K \geq 18$	AGUA BUENA
$6 \leq K < 18$	AGUA TOLERABLE
$1,2 \leq K < 6$	AGUA PELIGROSA
$K = 1,2$	AGUA NO UTILIZABLE

Tabla 6. Valores del Índice de Scott

Se observa por tanto para nuestro caso, que el agua de riego es buena (No es necesario tomar precauciones) según el Índice de Scott, ya que $k = 291,42$.

4.6. Dureza del agua

Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

Se expresa en "grados franceses" y se determina mediante la siguiente expresión:

$$\text{Dureza del agua} = \frac{(Ca^{2+} \times 2,5) + (Mg^{2+} \times 4,2)}{10}$$

(Las concentraciones de los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} se expresa en mg/L)

Sustituyendo en la expresión por los valores correspondientes se obtiene un valor de **14,41 °K**.

Observando la tabla 7, podremos conocer el tipo de agua de riego:

TIPO DE AGUA	GRADOS FRANCESES (°F)
MUY DULCE	<7
DULCE	7 - 14
MEDIANAMENTE DULCE	14 - 22
MEDIANAMENTE DURA	22 - 32
DURA	32 - 54
MUY DURA	> 54

Tabla 7. Dureza del agua en función de los grados franceses

Por tanto, el agua procedente del Canal del Cinca corresponde a un agua medianamente dulce.

5. NORMAS COMBINADAS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS UTILIZADAS EN EL RIEGO

5.1. Norma de Riverside

Esta norma establece, mediante los valores obtenidos de conductividad eléctrica (CE) y relación de adsorción de sodio (RAS), la clase de agua en función del riesgo de salinización y alcalinización.

Distingue dos categorías que designa con la letra C (que hace referencia al riesgo de salinidad) y la letra S (que hace referencia al riesgo de fitotoxicidad por sodio).

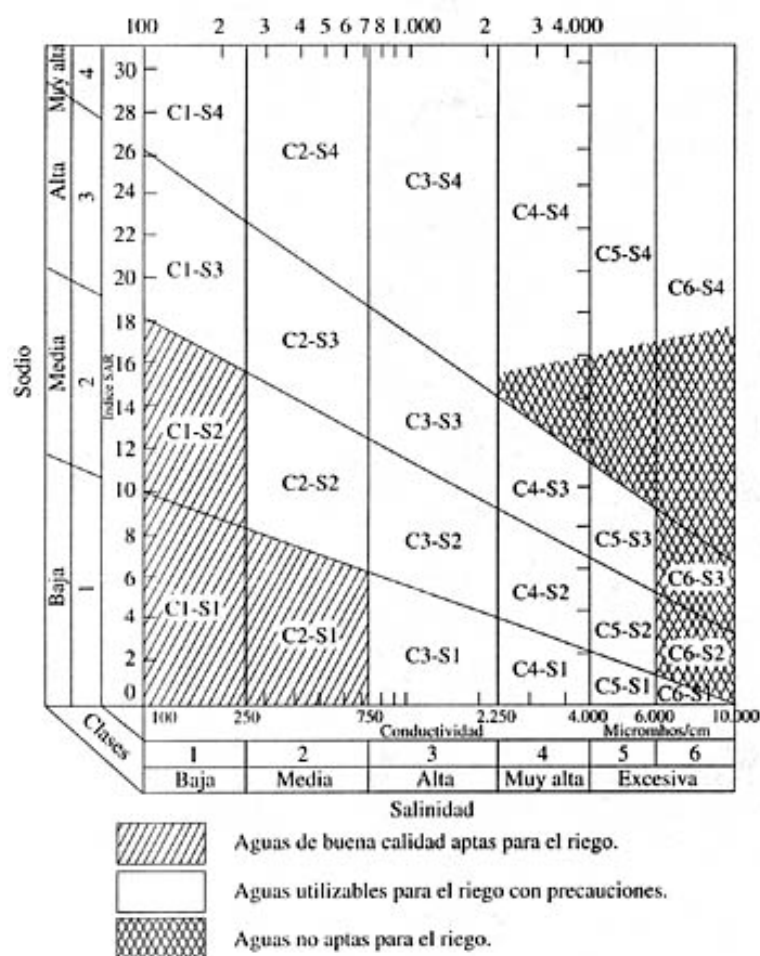


Gráfico 1: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).

Cuanto mayor es el subíndice que acompaña a las letras C y S, existirá un mayor riesgo, tanto de salinidad como de fitotoxicidad por sodio.

Para nuestro caso, los datos de CE y RAS son los siguientes:

RAS:0,15

CE: 256,872 $\mu\text{S} / \text{cm}$

Entrando en el diagrama con ambos valores, obtenemos un agua del tipo:

C₂ - S₁.

Esto indica riesgo medio de salinización del suelo y bajo de alcalinización (incorporación de sodio al complejo adsorbente del suelo). El agua es de buena calidad y apta para el riego.

5.2. Normas de H. Greene (FAO)

Esta norma toma como base la concentración total de sales expresada en meq/l con relación al porcentaje de sodio (este porcentaje se calcula respecto al contenido total de cationes expresados en meq/l).

Es decir:

$$[\text{Na}^+] * 100 / \sum [\text{Cationes}]$$

$$\begin{aligned} [\text{Na}^+] * 100 / \sum [\text{Cationes}] &= [\text{Na}^+] * 100 / [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}] = \\ &= 0,13 * 100 / 0,13 + 0,025 + 0,288 + 1,147 = \mathbf{8,176 \%} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Sales (meq/l)} &= \sum [\text{Cationes}] + \sum [\text{Aniones}] = 1,59 + 0,197 + 0,248 + 2,52 + 0,113 = \mathbf{4,66} \\ &\mathbf{\text{meq/l}} \end{aligned}$$

Con estos resultados obtenidos, nos vamos al gráfico 2 que esta a continuación para interpretar los resultados, y nos da un agua de buena calidad para nuestro riego.

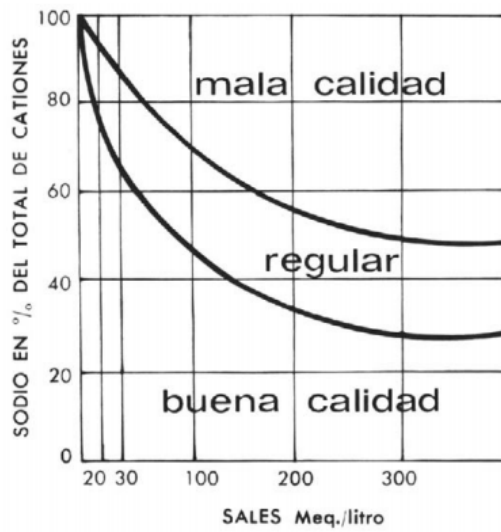


Gráfico 2. Diagrama para la interpretación del valor de un agua de riego (H. greene, F.A.O.).

5.3. Normas Wilcox

Esta norma considera como índices para la clasificación de aguas el porcentaje de sodio respecto al de cationes y la CE (Conductividad eléctrica).

Ambos valores han sido calculados anteriormente y son los siguientes:

$$[Na^+] * 100 / \sum [Cationes] = 8,176 \%$$

$$CE_{25} = 0,2568 \text{ dS/m} = 256 \text{ micromhos/cm}$$

Entrando con estos valores en el gráfico 3, se obtiene un agua de riego de excelente a buena.

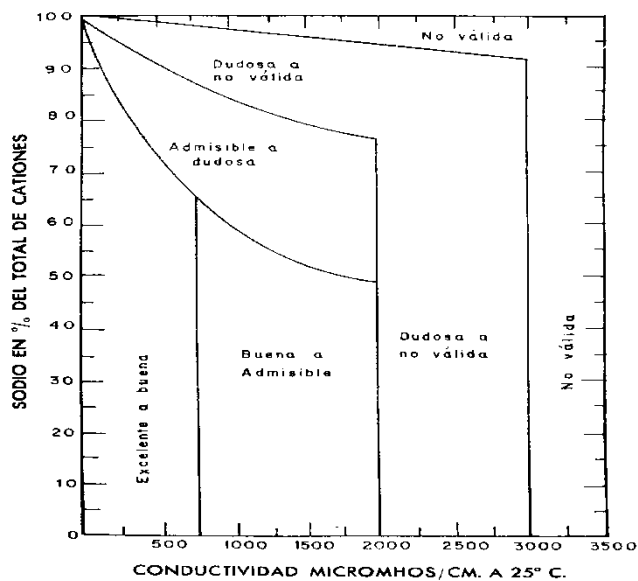


Gráfico 3. Normas de L. V. Wilcox. Diagrama para la interpretación del valor de un agua de riego. (Adaptado de "The Quality of Water for Irrigation USE", USDA).

5.4. Recomendaciones de Tames

Propone un sistema de clasificación en el que los diferentes riesgos quedan definidos por las relaciones siguientes:

Riesgo de salinización. Considera los sólidos disueltos en gramos/litro (g/L) o su equivalente en conductividad eléctrica.

Riesgo de alcalinización: Considera dos índices:

Índice de Eaton o carbonato sódico residual (CSR). Determinado en el apartado 5.6.- de este anejo.

Índice de Kelly o relación de calcio. Determinado en el apartado 5.3.- de este anejo.

Riesgo de fitotoxicidad. Considera el contenido en boro dado en la escala de Scofield.

Los criterios para la clasificación propuesta por Tames, son los siguientes:

PARÁMETRO	AGUAS POSITIVAMENTE BUENAS	AGUAS POSITIVAMENTE MALAS
Sólidos disueltos (g/l)	< 0,5	> 12
Índice de Eaton o C.S.R. (meq/l)	< 1,25	> 2,5
Relación de calcio (%)	> 35	< 35
Contenido en boro (mg/l)	< 0,33	> 3,75

Tabla 8. Clasificación de las aguas según las recomendaciones de Tames

Por lo tanto, nuestro datos serían los siguientes:

Sólidos disueltos (g/l) = < 5 mg/l = 0,05 g/l < 0,5 g/l

Índice de Eaton o C.S.R. (meq/l) = 1,2 meq/l < 1,25 meq/l

Relación de calcio (%) = 72,11 % > 35 %

Contenido en boro (mg/l) = 0,007 mg/l < 0,33 mg/l

Según la clasificación de Tames, el agua de riego es un agua positivamente buena.

6. OBSTRUCCIÓN DE LOS GOTEROS

En el riego localizado de alta frecuencia (RLAF) uno de los principales desafíos es proteger los goteros de obstrucciones.

Podemos clasificar las causas de las obturaciones en: biológicas, físicas y químicas.

Las partículas de arena representan la obstrucción más común en lo que a las causas físicas se refiere.

En lo que respecta a las obstrucciones causadas por agentes biológicos, hay que destacar que este tipo de sistemas proporcionan un entorno favorable para las bacterias, hongos y algas que pueden causar la acumulación de una masa de limo.

Cuando se utiliza agua con alta actividad biológica (como el caso que nos ocupa), son muy comunes las obstrucciones por microorganismos.

Y en lo que atañe a las obstrucciones de tipo químico, se resumen en la precipitación de minerales, por ejemplo por la adición de fertilizantes al agua de riego.

6.2. Índice de saturación de Langelier

El riesgo de precipitación de calcio lo podemos medir con el Índice de saturación de Langelier.

Según este índice, el carbonato cálcico precipita al alcanzar su límite de saturación en presencia del bicarbonato, y viene definido por la siguiente fórmula:

$$IL = \text{pH real} - \text{pHc}$$

IL: Índice de saturación de Langelier

pH real: pH de la muestra de agua en %

pHc: valor teórico que se obtiene mediante una tabla

Entonces tenemos que conocer el pHc, que lo calcularemos de la siguiente manera:

$$\text{pHc} = X + Y + Z$$

X se calcula en función de la concentración de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+$

Y se calcula en función de la concentración de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$

Z se calcula en función de la concentración de $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_3\text{H}^-$

ANEJO 4. ESTUDIO DEL AGUA DE RIEGO

Por tanto pasamos a calcular cada una de las incógnitas que nos permitirán conocer pHc:

Sabiendo que:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Calcio: } 45,9 \text{ mg/L} = 1,147 \text{ meq/L} \\ \text{Magnesio: } 7,0 \text{ mg/L} = 0,288 \text{ meq/L} \\ \text{Sodio: } 3,0 \text{ mg/L} = 0,13 \text{ meq/L} \\ \text{Carbonatos} = 6,8 \text{ mg/L} = 0,113 \text{ meq/L} \\ \text{Bicarbonatos} = 154,2 \text{ mg/L} = 2,527 \text{ meq/L} \end{array} \right.$$

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ = 1,147 + 0,288 + 0,13 = 1,565 \text{ meq/L}$$

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = 1,147 + 0,288 = 1,435 \text{ meq/L}$$

$$\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_3\text{H}^- = 0,113 + 2,527 = 2,64 \text{ meq/L}$$

Ahora entrando en la tabla 9 expuesta a continuación, obtenemos los valores de X,Y,Z:

<i>Suma de concentraciones meq/l</i>			
$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+$	<i>X</i>		
$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	<i>Y</i>		
$\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_3\text{H}^-$			<i>Z</i>
0,05	2,0	4,6	4,3
0,10	2,0	4,3	4,0
0,15	2,0	4,1	3,8
0,20	2,0	4,0	3,7
0,25	2,0	3,9	3,6
0,30	2,0	3,8	3,5
0,40	2,0	3,7	3,4
0,50	2,1	3,6	3,3
0,75	2,1	3,4	3,1
1,00	2,1	3,3	3,0
1,25	2,1	3,2	2,9
1,5	2,1	3,1	2,8
2,0	2,2	3,0	2,7
2,5	2,2	2,9	2,6
3,0	2,2	2,8	2,5
4,0	2,2	2,7	2,4
5,0	2,2	2,6	2,3
6,0	2,2	2,5	2,2
8,0	2,3	2,4	2,1
10,0	2,3	2,3	2,0
12,5	2,3	2,2	1,9
15,0	2,3	2,1	1,8
20,0	2,4	2,0	1,7
30,0	2,4	1,8	1,5
50,0	2,5	1,6	1,3
80,0	2,5	1,4	1,1

Tabla 9. Valores de X, Y, Z en función de las concentraciones

Por lo tanto:

$$X = 2,15$$

$$Y = 3,15$$

$$Z = 2,58$$

$$pH_c = X + Y + Z = 2,15 + 3,15 + 2,58 = 7,88$$

Como el valor del pH real ya lo conocemos, el Índice de Langelier sería el siguiente:

$$IL = pH \text{ real} - pH_c = 8,0 - 7,88 = 0,12$$

ÍNDICE DE LANGELIER (IL)	RIESGO
Negativo	NINGUNO
0	PEQUEÑO
0 - 0.5	MEDIO
0.5 - 1	ALTO
> 1	MUY ALTO

Tabla 10. Riesgo de obstrucción por precipitación de calcio según Langelier

Observando la tabla 10 podemos interpretar nuestro resultado del índice de Langelier, que en nuestro caso indica un **riesgo medio de obstrucción** por precipitación de calcio.

7. CONCLUSIONES

Tras analizar los distintos parámetros e índices referidos al agua de riego disponible para nuestra parcela, se llega a la conclusión de que es un agua apta para el riego en lo que a índices de primer y segundo grado respecta.

Un aspecto a destacar sería el riesgo medio de obstrucción de los goteros por precipitación de calcio según el Índice de Langelier, lo que puede verse influido por el pH elevado de nuestro agua. Habrá que tenerlo en cuenta para los distintos tratamientos a los que se vea sometida el agua.

No obstante, se puede afirmar que es un agua óptima para el riego.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cánovas, J.C., (1986). Calidad Agronómica de las aguas de riego. Madrid: Servicio de Extensión Agraria
- Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.chebro.es/>)

ANEJO 5. ROTACIÓN DE CULTIVOS

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CULTIVOS PROPUESTOS.....	3
3. PARÁMETROS DE LA ROTACIÓN Y DE LA ALTERNATIVA.....	3
4. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	4

1. INTRODUCCIÓN

La parcela objeto de estudio estaba ocupada hasta la fecha, como ya se ha indicado anteriormente, por olivos centenarios.

En este apartado, se van a exponer los diferentes cultivos que formaran parte de la rotación que se llevara a cabo, los cuales tienen como objetivo aumentar la rentabilidad económica de la explotación.

Estos estarán adaptados al nuevo sistema de riego que se instalará en dicho terreno y a las inesperadas variaciones de precios de los productos agrícolas.

2. CULTIVOS PROPUESTOS

Los cultivos elegidos para la rotación, que son los que mejor se adaptan a la zona y al nuevo sistema de riego, son los que se recogen en la siguiente tabla:

CULTIVO	FECHA SIEMBRA	FECHA RECOLECCIÓN
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	Marzo	Octubre
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Abril	Noviembre
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	Noviembre	Junio
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Noviembre	Junio
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	Diciembre	Mayo
Veza (<i>Vicia sativa</i>)	Septiembre	Marzo

Tabla 1. Cultivos propuestos para la rotación. Fechas de siembra y recolección

3. PARÁMETROS DE LA ROTACIÓN Y DE LA ALTERNATIVA

La finalidad de esta rotación de cultivos en la parcela es alternar plantas de diferentes familias y sobre todo diferentes necesidades nutritivas en un mismo sitio durante distintos ciclos. Esto nos va permitir poder combinar aquellas más exigentes (en lo que a nutrientes y agua se refiere) con otras menos exigentes.

Así mismo nos va a permitir que las enfermedades que afectan a un cultivo concreto, se perpetúen en un tiempo determinado, y sea relativamente fácil su control cambiando de cultivo.

Por ello se va a llevar a cabo una distribución de los cultivos seleccionados a lo largo de los años en la parcela (alternativa).

4. ROTACIÓN DE CULTIVOS

A continuación se muestra la rotación propuesta. Se puede observar que se intercalan cultivos exigentes (como el caso del maíz) con leguminosas, que estas ayudan a aportar al suelo macronutrientes esenciales.

AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3												AÑO 4												AÑO 5																																															
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																				
ALFALFA																																																																																															
AÑO 6												AÑO 7												AÑO 8												AÑO 9												AÑO 10																																															
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																				
MAÍZ												VEZA												MAÍZ C.C.												TRIGO												GUISANTE												MAÍZ												CEBADA												ALFALFA											

Diagrama 1. Rotación de cultivos

ANEJO 6. JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN ELEGIDA

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. JUSTIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA FINCA ACTUAL	3
2.1. Distribución actual de la finca.....	3
2.2. Rendimiento de la cosecha (producción)	3
2.3. Edafología.....	3
2.4. Agua de riego.....	4
3. FACTORES QUE CONDICIONAN EL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO	4
3.1. Topografía y contorno de la parcela.....	4
4. DISTRIBUCIONES PLANTEADAS DEL SISTEMA DE RIEGO	4
4.1. OPCIÓN 1: Sistema de riego por goteo superficial	4
4.2. OPCIÓN 2: Sistema de riego por goteo enterrado	4
5. VALORACIÓN ECONOMICA DE LAS OPCIONES	4

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se van a desarrollar los motivos por los cuales se ha optado por un sistema de riego y no otro, y posteriormente (anejo 7) se mostrarán las características generales de la opción elegida.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DE LA FINCA ACTUAL

Como ya se nombró en el anejo 1 (Antecedentes y objeto), el terreno objeto de estudio estaba ocupado hasta la fecha por olivos de mucha antigüedad.

El bajo rendimiento económico debido a su baja productividad, unido a la elevada mano de obra necesaria de este cultivo, llevó a los dueños de la finca a tomar la decisión de arrancarlos.

De la mano de esa decisión, está la cuestión de qué tipo de cultivo implantar en el terreno así como el tipo de riego, ya que se trata, como ya sabemos, de zona regable.

Tras conocer la dotación de agua y la presión de la que se disponía, se optó por un sistema de riego por goteo enterrado, con la finalidad de regar cultivos extensivos, los cuales quedan recogidos en el anejo 5 de la rotación.

2.1. Distribución actual de la finca

La finca actualmente es en su mayoría bastante homogénea, sin presencia de bancales ni otros elementos naturales en el terreno.

2.2. Rendimiento de la cosecha (producción)

Aumentar el rendimiento de la cosecha respecto a las condiciones anteriores de la finca (olivos) no resulta una tarea difícil.

Para esto será imprescindible un buen diseño del sistema de riego por goteo, que dotará a nuestros cultivos de la cantidad óptima de agua en el momento oportuno, con una homogeneidad excelente.

2.3. Edafología

El suelo de nuestra parcela es franco en lo que a textura se refiere, y por ello es muy apto para los cultivos potenciales de este.

No presenta problemas de drenaje ni salinidad, y su profundidad efectiva es suficiente para que desarrollen sin ningún problema los diferentes cultivos.

2.4. Agua de riego

Como hemos podido observar en el estudio del agua de riego (Anejo 4), la parcela presenta un agua apta para el riego.

3. FACTORES QUE CONDICIONAN EL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO

3.1. Topografía y contorno de la parcela

El terreno de la finca se caracteriza por ser bastante llano a lo largo de toda su extensión. No presentan ondulaciones bruscas del terreno.

El punto más desfavorable de esta, es su contorno, que es bastante irregular.

4. DISTRIBUCIONES PLANTEADAS DEL SISTEMA DE RIEGO

Desde un primer momento ya no se han valorado otras opciones que no fuera un sistema de riego por goteo, debido a las características hidráulicas de la parcela.

4.1. OPCIÓN 1: Sistema de riego por goteo superficial

Esta sería una de las opciones, donde la única diferencia en lo que a la instalación se refiere tendría con la opción 2 (goteo subterráneo) sería que las mangueras de goteo están en la superficie.

4.2. OPCIÓN 2: Sistema de riego por goteo enterrado

Esta segunda opción presenta la ventaja de que esta la parcela libre, lo que permite mayor comodidad a la hora de realizar todas las labores pertinentes en el campo.

En ambas opciones habría que dividir la finca en diferentes módulos de goteo para poder comandarlos desde el programador, que estaría situado en la misma parcela.

5. VALORACIÓN ECONOMICA DE LAS OPCIONES

La diferencia en el presupuesto por hectárea se encuentra en el inyectado de los laterales portagoteros en el caso de goteo enterrado (opción 2).

El precio para el caso del superficial ronda los 4200 €/ha a diferencia de 5600 €/ha del enterrado. Sin embargo, esta diferencia de precio se puede compensar en comodidad de las labores a realizar en la parcela (en el caso del superficial hay que recoger las mangueras cada vez que termina la campaña), así como en vida útil de la

ANEJO 6. JUSTIFICACIÓN DE LA OPCIÓN ELEGIDA

instalación (ya que las mangueras portagotos cuando están en superficie expuestas al sol se degradan con mucha mayor facilidad que las enterradas y hay que sustituirlas en un plazo más corto) por lo que, en definitiva puede salir menos económico a largo plazo.

ANEJO 7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO	3
2.1. Ventajas del riego por goteo subterráneo.....	3
2.1. Inconvenientes del riego por goteo subterráneo.....	4
3. PRINCIPALES COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	4
3.1. Integrados en el cabezal de riego	4
3.1.1. Equipo de bombeo	4
3.1.2. Equipo de inyección de fertilizantes y productos anti-obturación	4
3.1.3. Sistema de filtrado.....	4
3.1.4. Caudalímetro.....	5
3.1.5. Equipo de control y regulación.....	5
3.2. Instalación de campo	5
3.2.1. Tuberías principales, secundarias y laterales	5
3.2.2. Ventosas	5
3.2.3. Tomas manométricas	6
3.2.4. Colectores de drenaje final de línea.....	6
3.2.5. Válvulas.....	6
3.2.6. Emisor específico	6
4. ELECCIÓN DE LA SEPARACIÓN ENTRE LATERALES Y LA SEPARACIÓN ENTRE GOTEROS	7
5. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RGS.....	7
6. BIBLIOGRAFÍA	9

1. INTRODUCCIÓN

Llegados a este punto no hay duda del tipo de sistema de riego que se va a implantar en la parcela. En este anejo se van a intentar desarrollar las principales ventajas e inconvenientes así como las características particulares que presenta.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO

"El riego de goteo subterráneo es la aplicación frecuente lenta de agua al perfil de suelo por emisores colocados a lo largo de una línea de entrega colocada bajo la superficie de suelo" (INIFAP,2007).

El volumen de agua aportado bajo la superficie del suelo (la más cercana a las plantas) genera una distribución espacial de la misma denominada "bulbo húmedo". La forma y tamaño de este "bulbo húmedo" es diferente a la del riego localizado superficial. La forma del "bulbo húmedo" depende del tipo de suelo, del caudal de los emisores y de la práctica de riego (duración y frecuencia de cada riego).

2.1. Ventajas del riego por goteo subterráneo

- ✓ Eliminación de las pérdidas por evaporación superficial. El bulbo húmedo no ha de llegar a la superficie del suelo, salvo en puntuales ocasiones necesarias para el cultivo.
- ✓ Ahorro y mejora de la fertilización. Al administrar el agua y los nutrientes de forma más directa al sistema radicular, mejora la fertilización, especialmente la de aquellos minerales que son poco móviles en el suelo como el K y el P.
- ✓ Disminución en la afloración de malas hierbas que compitan con el cultivo principal.
- ✓ Requiere una menor presión de funcionamiento que la mayoría de los sistemas de aspersión, con el consiguiente ahorro de energía.
- ✓ El riego por goteo, contrariamente a la aspersión, no es tan dependiente de las condiciones meteorológicas para distribuir el agua en el suelo y es posible regar por ejemplo con elevadas temperaturas y viento fuerte (Esteban).
- ✓ Facilita las operaciones agrícolas. El movimiento y tránsito de los equipos de manejo se ven facilitados ya que en la superficie del suelo no se encuentra ningún componente del sistema (Lucas & Alarcón, 2007).

2.1. Inconvenientes del riego por goteo subterráneo

- ✗ El coste de instalación es mayor que el del riego por aspersión (cobertura total y sobre todo pivots), en especial en parcelas medianas y grandes con topografía regular.
- ✗ La vida del goteo enterrado es en teoría menor (10-15 años) que los sistemas de riego por aspersión (20-25 años), aunque manteniéndolo cuidadosamente puede llegar a una vida útil de 20 años.
- ✗ Dificultad en detectar problemas de diseño, emisores obturados o averías.
- ✗ La germinación con el riego por goteo enterrado es muy costosa dado que el agua debe acceder por capilaridad hasta zonas del suelo muy superficiales.
- ✗ Problemas para la realización de labores medias o profundas (Esteban, 2014).

3. PRINCIPALES COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

Los elementos requeridos en una instalación de este tipo los podemos dividir en dos grupos:

- Los integrados en el cabezal de riego.
- Los que pertenecen a la instalación de campo.

3.1. Integrados en el cabezal de riego

Los componentes que están presentes en el cabezal de riego dependen de una serie de factores, desde la superficie de riego, tipo de riego y fertilización hasta las necesidades concretas del agricultor. Aunque normalmente todos los cabezales están compuestos por los mismos elementos.

3.1.1. Equipo de bombeo

Constituido por una o varias bombas. Aporta el caudal de agua a la presión requerida por el sistema de riego.

3.1.2. Equipo de inyección de fertilizantes y productos anti-obturación

Permite aportar los fertilizantes al agua de riego.

3.1.3. Sistema de filtrado

La elección del equipo de filtrado debe garantizar la calidad del agua que accede al sistema de riego. Constará de uno o varios filtros.

3.1.4. Caudalímetro

Para monitoreo continuo del caudal, que nos indique cuando realizar las tareas de mantenimiento.

3.1.5. Equipo de control y regulación

Donde se encontrarán los programadores que permitirán la apertura y cierre de cada sector de la instalación así como el control de la inyección de fertilizantes y otras actividades. Así mismo equipos de regulación del paso de agua como las diferentes tipos de válvulas.

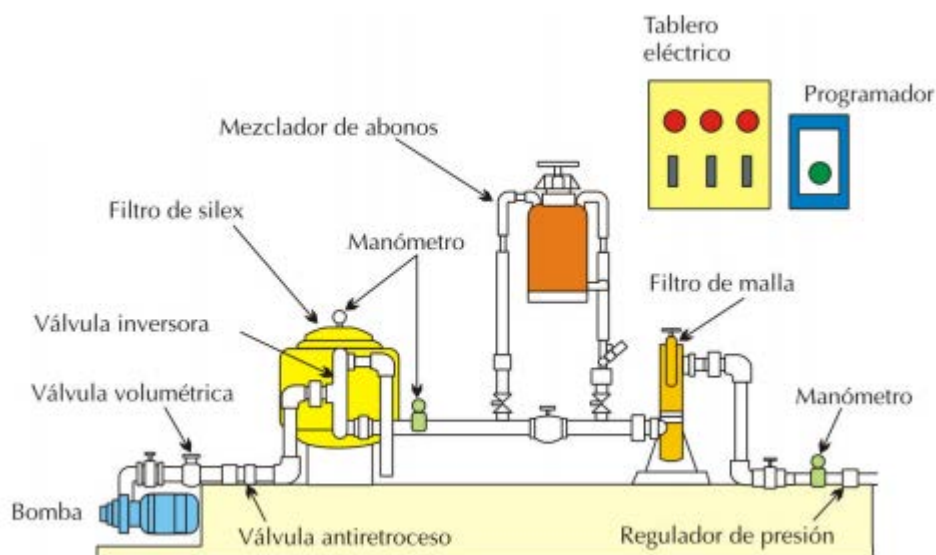


Figura 1. Ejemplo típico de cabezal de riego por goteo

3.2. Instalación de campo

3.2.1. Tuberías principales, secundarias y laterales

Otra parte fundamental de la instalación, que llevara el agua hacia cada punto de suministro y en el momento necesario para el cultivo.

Los laterales llevaran los goteros integrados. Posteriormente se detallaran la distancia entre estos y el tipo de gotero.

3.2.2. Ventosas

Estas deben garantizar que tras el cese del riego, ninguno de los emisores se vea sometido a valores de presión inferiores a la atmosférica.

3.2.3. Tomas manométricas

Instaladas en diferentes puntos de la instalación para el monitoreo continuo de la presión.

3.2.4. Colectores de drenaje final de línea

Facilitan las labores de inspección y mantenimiento y reducen el riesgo de que se produzcan obturaciones por acumulación de sólidos en el interior de las conducciones.

3.2.5. Válvulas

Como en toda instalación de riego un componente imprescindible son las válvulas.

En el caso concreto del riego por goteo enterrado, las más utilizadas son las válvulas reductoras. Estas válvulas evitan sobrepresiones en la instalación manteniendo la presión de trabajo dentro del rango apto.

A parte de estas también hay que tener en cuenta las manuales, que permiten aislar cada sector de riego, así como las válvulas de retención y sostenedoras, que evitan la descarga de parte de la instalación.



Imagen 2. Dos tipos de válvulas de la instalación

3.2.6. Emisor específico

La ubicación de la tubería emisora bajo la superficie hace imprescindible el empleo de emisores autocompensantes, con sistema antisucción y máxima eficiencia anti-obturación.

4. ELECCIÓN DE LA SEPARACIÓN ENTRE LATERALES Y LA SEPARACIÓN ENTRE GOTEROS

Esta es una de las decisiones más importantes en lo que al diseño de la instalación se refiere.

Para seleccionar una separación adecuada hay que tener en cuenta los cultivos que se van a implantar en el terreno, y conocer a la perfección las características que presenta cada uno de ellos. Tras analizar la rotación que se va a llevar a cabo en la parcela se ha pensado en la siguiente disposición de laterales y goteros en el terreno:

- ✓ Distancia entre ramales: **0.7 m**
- ✓ Distancia entre emisores: **0.6 m**
- ✓ Profundidad emisor: **0.35 m**
- ✓ Caudal de gotero: **1.6 l/h**

5. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RGS

Uno de los aspectos que más preocupa a toda persona que piensa en instalar este tipo de instalación de riego es su mantenimiento, a corto y largo plazo. Y no es para menos, ya que un buen funcionamiento del mismo dependerá en gran medida de un correcto mantenimiento.

En este punto nos vamos a centrar en temas de obstrucción de goteros, ya que es el pilar fundamental de este riego.

Como siempre lo más importante es la prevención, y en este caso hace referencia a la instalación de un buen sistema de filtrado acompañado de un tratamiento del agua periódico. En lo que atañe a los filtros, se ha decidido montar filtro de discos, que dotara al sistema de agua limpia y de gran calidad. A parte de esto, los goteros que van integrados en los laterales son antisucción y antiraíces.

Como sabemos, las obstrucciones pueden deberse a diferentes causas:

- Partículas orgánicas (algas)
- Partículas minerales (arena, arcilla)
- Precipitados químicos

Lo que más nos preocupa en nuestro caso particular es las partículas orgánicas, en concreto las algas, ya que conocemos las características de nuestro agua de riego y

por experiencia sabemos que hay mucha presencia de algas. La solución a este problema es la cloración (tratamientos con cloro que descomponen la materia orgánica).

Los productos más utilizados son el *hipoclorito sódico* y el *cloro gaseoso*.

Habrá que analizar la cantidad de algas presentes en nuestro agua para decidir en qué intervalo y dosis se trata el agua. La inyección de cloro o productos clorados se realiza antes del sistema de filtración ,para evitar el crecimiento de algas y bacterias en los filtros.



Imagen 1. Gotero con crecimiento de algas y bacterias

Y el segundo de los problemas viene derivado de la fertirrigación que, a pesar de ser un sistema muy cómodo y efectivo, conlleva en algunos casos a la precipitación de productos químicos que obstruyen el sistema (Hirzel,2009). La solución en este caso es la adificación (tratamientos con ácidos que disuelven los precipitados químicos). Como vimos en el anejo 4 (*Estudio del agua de riego*), nuestra agua presenta un riesgo de obstrucción medio, según el Índice de Langelier, índice que prevé la precipitados de calcio. Esta información también la tendremos en cuenta a la hora de decidir cuándo y en que dosis aplicar los tratamientos ácidos. Tras los tratamientos de ácido se llevara a cabo un lavado con agua a presión de toda la instalación. Los ácidos más utilizados para estos tratamientos son el *nítrico*, *sulfúrico* y *clorhídrico*, aunque el más utilizado es el *ácido nítrico* que además es fertilizante.

A diferencia de los tratamientos clorados, estos se inyectan después de sistema de filtrado, para evitar corrosiones de los elementos metálicos (EPSH, Sistemas de Riego y Drenaje).



Imagen 2. Gotero con depósito de calcio, magnesio, etc.

6. BIBLIOGRAFÍA

- EPSH. 4º GIAMR. *Sistemas de Riego y Drenaje*.
- Esteban, R. S. (2014). *Ventajas y limitaciones del riego por goteo enterrado*. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.
- INIFAP (2007). Folleto técnico. *Producción de alfalfa con riego por goteo subsuperficial o subterráneo*.
- Lucas, F., & A. A. (2007). *Riego localizado: ventajas e inconvenientes*. Área de Edafología y Química Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Hirzel C., J. (2009). Principios básicos de fertirrigación. *Boletín INIA*, 91-115.

ANEJO 8. DISEÑO AGRONÓMICO

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. BALANCE HÍDRICO.....	3
2.1. Estado de agua en el suelo.....	3
2.2. Agua fácilmente disponible	4
3. NECESIDADES NETAS DE RIEGO.....	6
3.1. Corrección de las necesidades netas.....	6
3.2.1. Coeficiente corrector por localización (K_1).....	7
3.2.2. Coeficiente corrector por variación climática (K_2)	7
3.2.3. Coeficiente corrector por advección (K_3)	7
4. NECESIDADES DE RIEGO	8
4.1. Perdidas por percolación profunda.....	8
4.2. Necesidades de lavado.....	9
4.3. Coeficiente de uniformidad.....	10
4.4. Necesidades totales de riego	10
5. SUPERFICIE MOJADA POR UN EMISOR.....	12
6. PORCENTAJE DE SUPERFICIE MOJADA.....	13
7. NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA.....	13
8. SEPARACIÓN ENTRE EMISORES	14
9. PROFUNDIDAD DEL BULBO HÚMEDO.....	15
10. DURACIÓN, DOSIS E INTERVALO DEL RIEGO.....	15
11. BIBLIOGRAFÍA.....	16

1. INTRODUCCIÓN

En el anejo que nos ocupa se va a llevar a cabo el diseño agronómico, que incluye el cálculo de las necesidades de agua de riego. Para ello, se va a tomar como referencia el cultivo del maíz, ya que dentro de los cultivos que componen la rotación, se trata del más exigente, en cuanto a la dotación de agua se refiere.

A parte de esto, se va a elaborar los cálculos para el mes de julio, ya que se trata del periodo de riego de mayor demanda de agua, tras la observación de los datos climáticos de la zona.

2. BALANCE HÍDRICO

2.1. Estado de agua en el suelo

En función de la utilización del agua del suelo por parte de las plantas, podemos encontrar diferentes estados de esta en el suelo.

Los valores de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez permanente (PMP) ya fueron calculados en el anejo 3 (*Estudio edafológico*), gracias a las fórmulas de *Peele* y *Briggs*. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

$$CC = 0,48 \times \text{contenido de arcilla} + 0,162 \times \text{contenido limo} + 0,023 \times \text{contenido arena} + 2,62$$

$$PMP = 0,302 \times \text{contenido arcilla} + 0,102 \times \text{contenido limo} + 0,0147 \times \text{contenido arena}$$

$$CC = 18,25 \%$$

$$PMP = 9,84 \%$$

Y con estos datos, podemos conocer el agua disponible de nuestro suelo.

$$\text{Agua disponible} = \text{Capacidad de campo} - \text{punto de marchitamiento}$$

$$\text{Agua disponible} = 18,25 - 9,84 = 8,41 \%$$

Si queremos conocer ahora, el volumen de agua disponible en una hectárea de suelo, necesitamos los datos de densidad aparente del suelo y profundidad del mismo.

Ya que el valor de densidad aparente no se conoce con exactitud, podemos ayudarnos de unas tablas propuestas por el USDA (United States Department of Agriculture), donde en función del tipo de suelo obtenemos un valor aproximado de densidad aparente.

Por tanto en nuestro caso los datos serían:

- CC = 18,25 %
- PMP = 9,84 %
- Agua disponible = 8,41 %
- Densidad aparente = 1,35 tm/m³
- Profundidad = 1,4 m

Por tanto, con estos datos ya podemos calcular el volumen de agua disponible en una ha de suelo.

En primer lugar, calculamos el peso de esta ha de suelo:

Peso de una hectárea (ha) de suelo: $10000 \text{ m}^2 \cdot 1,4 \text{ m} \cdot 1,35 \text{ tm/m}^3 = 18900 \text{ tm}$.

Sabiendo que el agua disponible es 8,41%, el volumen de agua disponible en una ha será:

$$\begin{aligned} \text{Volumen de agua disponible en una hectárea de suelo} &= \\ &= 18900 \text{ tm} \cdot 0,0841 = 1589,5 \text{ tm} = \mathbf{1589,5 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

2.2. Agua fácilmente disponible

El agua fácilmente disponible es aquella que los cultivos aprovechan fácilmente sin que disminuya el rendimiento máximo.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Agua fácilmente disponible} = \text{reserva disponible} \times \text{fracción de agotamiento}$$

Siendo la fracción de agotamiento (f) un valor tabulado que depende de cada cultivo y de otros factores como el suelo o el nivel de transpiración.

Para el caso del maíz, según la FAO el valor de la fracción de agotamiento es de **0,55**.

ANEJO 8. DISEÑO AGRONÓMICO

Entonces conociendo estos datos, pasamos al cálculo de el agua fácilmente disponible:

- $CC = 18,25 \% = 0,1825$ cm de altura de agua por cm de profundidad
- $PMP = 9,84 \% = 0,0984$ cm de altura de agua por cm de profundidad
- Profundidad del suelo = 1,4 m
- Fracción de agotamiento del agua disponible $f = 0,55$

Agua disponible:

$$CC - PMP = 0,1825 - 0,0984 = 0,0841 \text{ cm de agua por cm de suelo}$$

En una profundidad de 1,4 m existe una reserva de agua disponible de:

$$0,0841 \text{ cm} \times 140 \text{ cm} = 11,78 \text{ cm}$$

De esta agua, será fácilmente disponible:

$$11,78 \text{ cm} \times 0,55 = 6,47 \text{ cm} = 64 \text{ mm de altura de agua}$$

Teniendo en cuenta que:

$$1 \text{ mm de altura de agua} = 1 \text{ litro/m}^2 = 10000 \text{ litros/ha} = 10 \text{ m}^3/\text{ha}$$

La reserva de agua fácilmente disponible por hectárea será:

$$64 \text{ mm} = 64 \text{ litros/m}^2 = 640000 \text{ litros/ha} = \mathbf{640 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

Conociendo todos estos valores se ha elaborado un balance hídrico mensual con los datos de evapotranspiración del cultivo del maíz, calculados en el anejo 2. Se ha incluido también la precipitación efectiva y todo ello para tener una idea de el agua fácilmente disponible, que nos permite a su vez conocer el mes de inicio de los riegos para el cultivo en cuestión.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pe	4,74	0,00	6,17	19,93	14,17	5,17	0,22	-0,14	16,27	10,62	8,11	5,02
ETc	0,00	0,00	0,00	49,08	104,23	167,61	228,23	205,83	86,92	27,30	0,00	0,00
P - Etc	4,74	0,00	6,17	-29,16	-90,06	-162,44	-228,01	-205,97	-70,65	-16,68	8,11	5,02
AFD	64,00	64,00	64,00	34,85	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00
D	0,00	0,00	0,00	-29,16	-90,06	-162,44	-228,01	-205,97	-70,65	-16,68	0,00	0,00
E	4,74	0,00	6,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,11	5,02

Tabla 1. Balance hídrico

El agua fácilmente disponible se conoce que son $640 \text{ m}^3/\text{ha} = 64 \text{ mm}$. Esta se considera en el mes de octubre, ya que en septiembre se realiza el último riego y la parcela queda a capacidad de campo.

Como observamos en el balance, los meses de Noviembre, Diciembre y Enero un exceso de agua, ya que el cultivo no tiene evapotranspiración pero sí precipitación efectiva, y el suelo ya está a capacidad de campo.

Se comenzará a regar el mes de Abril, y será necesario regar hasta Septiembre, como hemos nombrado anteriormente.

3. NECESIDADES NETAS DE RIEGO

La ecuación para el cálculo de las necesidades netas de riego es la siguiente:

$$N_n = ET_c - P_e - G_w - \Delta w$$

- N_n = necesidades netas
- ET_c = Evapotranspiración de cultivo
- P_e = precipitación efectiva
- G_w = aporte capilar
- Δw = variación de almacenamiento de agua

Sin embargo, la mayoría de los factores que intervienen en esta ecuación no se tienen en cuenta en la práctica, por lo que esta queda simplificada como se muestra a continuación:

$$N_n = ET_c$$

Hay que tener en cuenta que hay que aplicar una serie de coeficientes correctores para obtener valores más aproximados a la realidad (Universidad de Sevilla).

3.1. Corrección de las necesidades netas

Como venimos diciendo, los coeficientes correctores que hay que aplicar son:

- K_1 = Coeficiente corrector por localización
- K_2 = Coeficiente corrector por variación climática
- K_3 = Coeficiente corrector por advección

Por lo tanto la ecuación final para el cálculo de las necesidades netas será:

$$N_n = ET_c \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

3.2.1. Coeficiente corrector por localización (K_1)

Este factor de corrección considera la fracción de área sombreada por la planta y lo relaciona con la superficie del marco de plantación del cultivo (o superficie que ocupa cada planta).

Como en este caso, el cultivo del maíz presenta un marco de cultivo tan reducido (0.72 m x 0.16 m) y cuando ya está en desarrollo sombrea prácticamente el 100% del terreno que ocupa, se va a establecer este coeficiente corrector por localización $K_1 = 0,9$.

3.2.2. Coeficiente corrector por variación climática (K_2)

Se trata de una corrección por variación climática, provocado por la variación climática de un año a otro. Se toma como valor para $K_2=1,2$. Supone un incremento de un 20% las necesidades estimadas.

3.2.3. Coeficiente corrector por advección (K_3)

En este caso es una corrección por advección, provocado por el microclima de la zona, depende del terreno que rodea a la finca. Su cálculo se establece mediante una gráfica, que observamos a continuación:

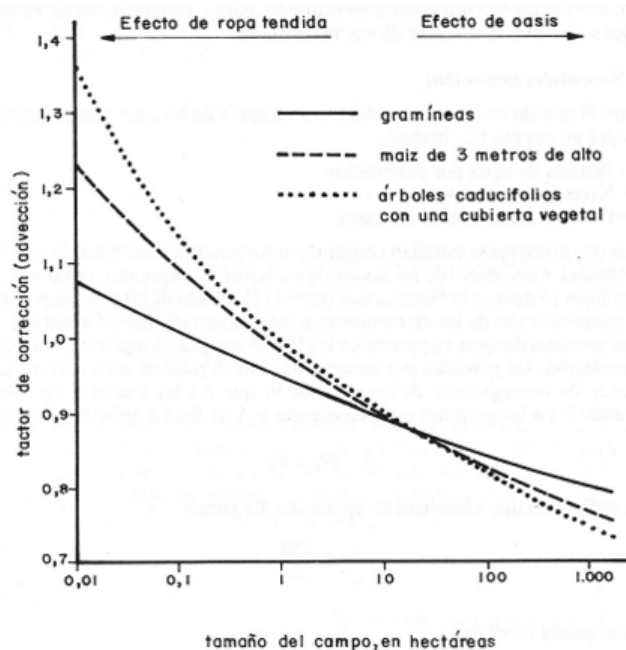


Gráfico 1. Variación del factor de corrección por advección

Entrando en el gráfico, observando la curva del maíz y sabiendo que la parcela tiene una extensión de unas 8 ha aproximadamente, se puede leer un valor próximo a 0,95. Entonces el tercer coeficiente será $K_3 = 0,9$.

Por tanto, ahora que conocemos el valor de los tres coeficientes correctores, nos faltaría saber la ETc del mes más desfavorable, para nuestro caso Julio.

$$ETc \text{ maíz (mes de Julio)} = 228,2 \text{ mm} = 7,36 \text{ mm/día}$$

Ahora ya podemos calcular las necesidades netas de riego.

$$Nn = ETc \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$Nn = 7,36 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,9$$

$$Nn = 7,15 \text{ mm/día}$$

Sí queremos conocer cuánto suponen estas necesidades netas por planta y día, necesitamos multiplicar por el marco de siembra del maíz:

$$7,15 \text{ l/m}^2 \times 0,72 \text{ m} \times 0,16 \text{ m} = 0,82 \text{ litros/planta y día}$$

4. NECESIDADES DE RIEGO

Debido a que hay que compensar pérdidas como puede ser falta de uniformidad del riego, necesidades de lavado (salinidad) o pérdidas por percolación profunda, las necesidades totales de riego siempre son superiores a las necesidades netas.

4.1. Pérdidas por percolación profunda

En todos los tipos de riego se producen pérdidas de este tipo, aunque en el que nos atañe, el riego localizado, es más fácil su control. El agua que se pierda de esta manera no podrá ser aprovechada por las plantas.

Para calcular estas pérdidas nos basamos en la siguiente tabla, en función del tipo de textura del suelo y la profundidad radicular.

PROFUNDIDAD DE LAS RAICES	TEXTURA DEL SUELO			
	Muy arenosa	Arenosa	Media	Fina
< 0,75	0,9	0,9	0,95	1
0,75 - 1,5	0,9	0,95	1	1
> 1,5	0,95	1	1	1

Tabla 2. Valores de la relación de percolación

En nuestro caso, se trata de una textura media (franca) y una profundidad radical entre 0.75 y 1.5, por lo que el valor de relación de percolación resulta **Rp = 1**.

4.2. Necesidades de lavado

Si observamos el anejo 3 del estudio edafológico, podemos observar que no existe ningún problema de salinidad en nuestra parcela. Sin embargo, vamos a proceder al cálculo del exceso de agua que sería necesario aplicar para alejar las posibles sales que se generasen en el bulbo húmedo.

Lo calcularemos ayudándonos de la siguiente expresión:

$$RL = \frac{CE_r}{2 \cdot CE_{esmax}}$$

Donde:

- CE_r : conductividad eléctrica del agua de riego
- CE_{esmax} : conductividad eléctrica máxima en el extracto de saturación del suelo
- RL: Fracción de lavado

Por tanto, como conocemos los datos necesarios solo tenemos que introducirlos en la formula:

$CE_r = 0,2568$ dS/m (Anejo 4. Estudio del agua de riego)

$CE_{esmax} = 1,7$ dS/m (Allen et al. 2006)

$$RL = \frac{0,2568}{2 \cdot 1,7}$$

$$RL = 0,075$$

4.3. Coeficiente de uniformidad

En este caso el coeficiente de uniformidad lo tomaríamos como **0,9**.

4.4. Necesidades totales de riego

Mediante la siguiente expresión calcularíamos las necesidades totales de riego:

$$N_t = \frac{N_n}{E_a} = \frac{N_n}{R_p \cdot (1 - RL) \cdot CU}$$

donde:

- N_t = necesidades totales
- N_n = necesidades netas
- E_a = eficiencia de aplicación
- R_p = relación de percolación
- RL = necesidades de lavado
- CU = coeficiente de uniformidad

Hay que conocer si se va a utilizar en el cálculo el valor de relación de percolación o bien el de necesidades de lavado. Para ello se tiene que comprobar que condición de las dos siguientes se cumple:

Siendo:

$$R_p = 1$$

$$1 - RL = 0,925$$

$$\text{Si } R_p < 1 - RL \rightarrow N_t = \frac{N_n}{R_p \cdot CU}$$

No cumple

$$\text{Si } R_p > 1 - RL \rightarrow N_t = \frac{N_n}{(1 - RL) \cdot CU}$$

Cumple

Utilizamos por tanto la segunda de las ecuaciones:

$$N_t = \frac{7,15}{(1 - 0,075) \cdot 0,9}$$

$N_t = 8,59$ mm/día --> **0,98 litros/planta y día**

Sí queremos conocer las necesidades reales de agua (N_r) para una hectárea, calculadas para el mes más exigente (julio), expresadas en m^3 :

$$8,59 \text{ l/m}^2 \text{ día} \cdot 31 \text{ días/mes} \cdot 10000 \text{ m}^2/\text{ha} \cdot 1 \text{ m}^3/1000 \text{ l}$$

$N_r = 2662,46$ m^3 /ha y mes

A continuación se muestra una tabla resumen donde se incluyen las necesidades del maíz para todos los meses en los que se riega. Contando que se siembra a finales de abril, por lo que la primera dotación de agua será en el mes de mayo, siempre y cuando no se encare el cultivo y sea necesario aportar riego para facilitar su nascencia. Así mismo, en septiembre se dejara de regar. Por lo que se tiene en cuenta el resto del periodo:

	ET_c	N_n (mm/día)	N_t (mm/día)	N_t (planta y día)	N_r (m^3 ha y mes)
Abril	1,64	1,59	1,91	0,22	-
Mayo	3,36	3,27	3,93	0,45	1216,96
Junio	5,59	5,43	6,52	0,75	2022,19
Julio	7,36	7,16	8,60	0,99	2664,74
Agosto	6,86	6,67	8,01	0,92	2483,31
TOTAL CAMPAÑA					8387,20

Tabla 3. Necesidades de agua del cultivo del maíz.

Como podemos observar en la tabla 3, las necesidades totales para una campaña de riego se estiman en $8387,2$ m^3 /ha.

5. SUPERFICIE MOJADA POR UN EMISOR

La superficie mojada por un emisor es la proyección horizontal del bulbo húmedo que forma ese emisor. Se determina mediante pruebas de campo o mediante fórmulas o tablas.

Mediante las fórmulas siguientes, se puede obtener el diámetro de la superficie mojada, que viene en función del caudal del emisor y el tipo de suelo:

TEXTURA DEL SUELO	DIÁMETRO MOJADO DEL BULBO
Textura fina	$D = 1,2 + 0,10 \cdot q$
Textura media	$D = 0,7 + 0,11 \cdot q$
Textura gruesa	$D = 0,3 + 0,12 \cdot q$

Tabla 4. Fórmulas para determinar el diámetro mojado del bulbo en función de la textura

Por tanto, para nuestro caso utilizaremos la fórmula que corresponde a una textura media del suelo:

$$d = 0,7 + 0,11 \cdot q \quad \text{donde:}$$

d = diámetro de la superficie mojada (metros)

q = caudal del emisor (litros/hora)

Debido a las condiciones precarias del regadío presente en la parcela en cuestión, se fija como caudal del emisor $q = 1,5$ l/h. Entonces, el diámetro será:

$$d = 0,7 + 0,11 \cdot 1,5 = 0,865 \text{ metros}$$

$$r = 0,865/2 = 0,432 \text{ m (radio del área mojada)}$$

Con el dato del radio del área mojada, podemos obtener la superficie mojada por un emisor de la siguiente manera:

$$\text{Área mojada por emisor} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0,432^2$$

$$A_e = 0,587 \text{ m}^2$$

6. PORCENTAJE DE SUPERFICIE MOJADA

Para que el sistema radical se desarrolle con normalidad, dado que en el riego localizado se moja únicamente una fracción del terreno, hay que prever un mínimo de superficie mojada.

Este porcentaje (P) se define en la siguiente expresión:

$$P = 100 \times \frac{\text{superficie mojada por planta}}{\text{superficie ocupada por planta}}$$

El valor del porcentaje de suelo mojado viene definido fundamentalmente por el tipo de cultivo así como el clima de la zona donde este se encuentra. Para el caso que nos ocupa, cultivos extensivos, los cuales presentan marcos de plantación reducidos, a diferencia de una plantación de frutales, se adoptan valores en torno a 70-90% de suelo mojado.

Vamos a tomar para este caso el valor máximo (**90%**), ya que se trata de una plantación con un marco muy reducido y una separación entre puntos de emisión pequeña.

Si introducimos este valor en la fórmula anterior, podremos conocer la superficie mojada por planta:

Siendo:

$$\text{Superficie ocupada por planta} = 0,72 \times 0,16 = \mathbf{0,1152 \text{ m}^2}$$

$$\text{Superficie mojada por planta} = \frac{90 \times 0,1152}{100} = \mathbf{0,1036 \text{ m}^2}$$

7. NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA

Viene dado por la siguiente expresión:

$$e = \frac{S_p \times P}{100 \times A_e}$$

donde:

e: Es el número de emisores por planta

Sp: Es la superficie ocupada por planta en $m^2 = 0,1152 m^2$

A_e: Es el área mojada por emisor en $m^2 = 0,587$

P: Es el porcentaje de superficie mojada = 90%

Si sustituimos en la fórmula:

$$e = \frac{0,1152 \times 90}{100 \times 0,587} = 0,176$$

$e \approx 0,18$ emisores/planta

8. SEPARACIÓN ENTRE EMISORES

En este apartado, lo fundamental a tener en cuenta es el porcentaje de solape de los bulbos de cada emisor, para que se cubra toda la superficie a regar.

El porcentaje mínimo suele estar comprendido entre 15-30%. Para nuestro caso vamos a tomar el valor más alto: **30%**.

La separación entre emisores resulta de la siguiente ecuación:

$$S_e = r \times \left(2 - \frac{a}{100}\right)$$

donde:

S_e: Es la separación entre emisores, en metros

r: Es el radio del bulbo húmedo en metros = 0,432 m

a: Es el porcentaje de solape = 30%

$S_e = 0,73 \approx 0,7$ metros de separación

Tras haber obtenido este resultado, hay que comprobar ahora el número real de emisores por planta que corresponde a esta separación de emisores en el lateral.

Para ello hay que conocer la separación entre plantas de maíz en la línea de siembra, en este caso **0,16 m**. Si conocemos esto, y la separación teórica entre emisores (0,73 m), el número real de emisores por planta será: $0,21 \approx \mathbf{0,2 \text{ emisores/planta}}$.

Se obtiene un valor muy similar al calculado anteriormente tomando un 90% de superficie mojada.

9. PROFUNDIDAD DEL BULBO HÚMEDO

Esta debe estar comprendida entre 90-120% de la profundidad efectiva de las raíces del maíz.

Se establece el valor de profundidad efectiva de las raíces del maíz en 0.65, contando que es un suelo que no cuenta con ningún tipo de restricción al crecimiento de las raíces. Por lo tanto tendríamos:

$$0,9 \cdot pr < p < 1,2 \cdot pr \quad \text{donde:}$$

pr = profundidad de las raíces en metros = 0,65 metros

p = profundidad del bulbo húmedo en metros

$$0,9 \cdot 0,65 < p < 1,2 \cdot 0,65$$

La profundidad del bulbo húmedo, por tanto, estará entre los siguiente valores de profundidad: 0,585 - 0,78 metros.

10. DURACIÓN, DOSIS E INTERVALO DEL RIEGO

La dosis de agua a aplicar en cada riego viene dada por las siguientes expresiones:

$$D_t = n \cdot q \cdot t$$

$$D_t = N_t \cdot I$$

donde:

D_t = dosis total, en litros

n = número de emisores por planta

q = caudal de cada emisor, en litros/hora

t = tiempo que dura cada riego, en horas

N_t = necesidades totales, en litros/día y árbol

I = intervalo entre riegos, en días

Si igualamos estas dos expresiones obtenemos:

$$n \cdot q \cdot t = N_t \cdot I$$

Como podemos observar, la ecuación resultante presenta dos incógnitas (intervalo y duración de los riegos). Se decide fijar el intervalo entre riegos, en este caso en 1 día. Así se llevaran a cabo mas numero de riegos de menor duración. Por tanto, conociendo los siguientes datos podemos conocer el tiempo de riego:

n = 0,2 emisores por planta

q = 1,5 litros/hora

N_t = 0,87 litros/día y planta de maíz. Esto para el mes más exigente (julio)

$$t = \frac{N_t \cdot I}{n \cdot q}$$

$$t = \frac{0,87 \cdot 1}{0,2 \cdot 1,5} = 2,9 \text{ horas}$$

En definitiva, obtenemos un tiempo de riego cada día de unas 3 horas aproximadamente.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R., Pereira, L., Raes, D., Smith, M. (2006). FAO. *Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*.
- Universidad de Sevilla. Ingeniería agroforestal. Temario hidráulica y riegos. *Necesidades netas de riego*.
- USDA (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*.

ANEJO 8. DISEÑO HIDRÁULICO

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO	3
3. DISEÑO DE LOS SECTORES DE RIEGO	3
3.1. Cálculo de los laterales	3
3.1.1. Dimensionado del lateral. " <i>Tuberías con servicio en ruta</i> "	4
3.1.2. Dimensionado del lateral. " <i>Ábaco de pérdidas de carga</i> ".....	6
3.2. Cálculo de las tuberías terciarias o portalaterales	10
3.3. Cálculo de las tuberías secundarias.....	15
3.4. Cálculo de la tubería general	16
4. CONCLUSIONES.....	17

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este diseño hidráulico es el de dimensionar todos los componentes de la instalación de riego.

2. DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

Se ha decidido dividir la parcela en 8 subunidades de riego, de 1 hectárea cada una aproximadamente, entre otras razones debido a que el caudal en hidrante es relativamente pequeño (13,5 l/s).

Debido a que el contorno de la finca es bastante irregular, la forma de cada uno de estos sectores también presentará alguna diferencia.

Como cada subunidad se podrá regar de forma independiente al resto, el número de subunidades en este caso va a coincidir con el de unidades de riego.

Para este diseño, serán necesarios los datos obtenidos en el diseño agronómico.

3. DISEÑO DE LOS SECTORES DE RIEGO

3.1. Cálculo de los laterales

Se va a llevar a cabo el cálculo mediante dos métodos diferentes. En primer lugar por el método de "*tuberías con servicio en ruta*", y en segundo lugar mediante un método que se ayuda de un ábaco para el cálculo de la pérdida de carga de los laterales.

Datos de partida:

- Expresión para las pérdidas localizadas: $Leq = \frac{18.91}{D \cdot 1.87}$
- Caudal nominal: $q_e = 1,6 \text{ l/h}$
- Presión nominal de funcionamiento: $H_{\text{media}} = 13 \text{ m.c.a}$
- Dentro de cada lateral:

Distancia hasta el primer emisor $S_o = 0.6 \text{ m}$

Distancia entre goteros $S_e = 0.6 \text{ m}$

Si admitimos una variación máxima de los caudales del 10%, tenemos:

$$dH = \frac{0.1}{x} \cdot H$$

donde:

dH: Variación máxima de la presión (m.c.a)

H: Presión de trabajo del emisor (m.c.a)

x: Exponente de descarga del emisor

$$AH_{total} = \frac{0.1}{x} H = \frac{0.1}{0.05} \cdot 13 = 26 \text{ m. c. a.}$$

El valor teórico del exponente de descarga en goteros autocompensantes, como es el caso, se encuentra muy próximo a 0. Poniéndonos del lado de la seguridad, establecemos un valor de 0.05 que es un valor lógico para este coeficiente. De este modo, cualquier fallo en la autocompensación (bien por envejecimiento o por defecto de fabricación) podría ser subsanado con dicho coeficiente.

El cálculo del diámetro, vamos a realizarlo mediante un criterio de distribución de la máxima presión admisible. Se entiende que las pérdidas están repartidas entre los laterales porta goteros y las tuberías terciarias que alimentan dichos laterales.

Para el reparto de estas pérdidas, basándonos en un criterio económico, vamos a asignar el 55% de estas pérdidas a los laterales y el 45% restante a las terciarias. De este modo tenemos:

$$AH_{lateral} = 0.55 \cdot AH_{total} = 0.55 \cdot 26 = 14.30 \text{ m. c. a.}$$

$$AH_{terciaria} = 0.45 \cdot AH_{total} = 0.45 \cdot 26 = 11.70 \text{ m. c. a.}$$

3.1.1. Dimensionado del lateral. "Tuberías con servicio en ruta"

Como el contorno de la parcela es muy irregular, la longitud de los laterales será muy diversa. Por ello, se va a calcular para el caso más desfavorable, es decir, aquel lateral que presente mayor longitud y se encuentre lo más alejado de su tubería de abastecimiento terciaria.

El lateral más desfavorable de todas las subunidades de riego tiene una longitud aproximada de 160 m.

El caudal a la entrada de dicho lateral será:

$$Q = n_e \times q = 266 \times 1.6 = 426.6 \text{ litros/h}$$

Siendo

n_e : Numero de emisores en el lateral

q : Caudal del emisor (l/h)

ANEJO 8. DISEÑO HIDRÁULICO

La longitud del lateral será:

$$L = S_o + (n - 1)S_e = 0.6 + (266 - 1) 0.6 = 159.6 \text{ m}$$

Siendo

S_o : Distancia hasta el primer emisor (m)

S_e : Distancia entre emisores (m)

Ahora tenemos que comprobar, para nuestro caso, el valor del factor de Christiansen que será necesario para cálculos posteriores.

Tomando una $\beta = 1.75$, que corresponde a tuberías de PE, siendo el número de emisores ($n = 266$) y conociendo que $l_o = l$, el factor de Christiansen es 0,366. Esto lo podemos leer en la siguiente tabla:

n	$l_o = 1$					n	$l_o = l/2$				
	$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$		$\beta=1,75$	$\beta=1,80$	$\beta=1,85$	$\beta=1,90$	$\beta=2,00$
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,650	0,644	0,639	0,634	0,625	2	0,532	0,525	0,518	0,512	0,500
3	0,546	0,540	0,535	0,528	0,518	3	0,455	0,448	0,441	0,434	0,422
4	0,497	0,491	0,486	0,480	0,469	4	0,426	0,419	0,412	0,405	0,393
5	0,469	0,463	0,457	0,451	0,440	5	0,410	0,403	0,397	0,390	0,378
6	0,451	0,445	0,435	0,433	0,421	6	0,401	0,394	0,387	0,381	0,369
7	0,438	0,432	0,425	0,419	0,408	7	0,395	0,388	0,381	0,375	0,363
8	0,428	0,422	0,415	0,410	0,398	8	0,390	0,383	0,377	0,370	0,358
9	0,421	0,414	0,409	0,402	0,391	9	0,387	0,380	0,374	0,367	0,355
10	0,415	0,409	0,402	0,396	0,385	10	0,384	0,378	0,371	0,365	0,353
11	0,410	0,404	0,397	0,392	0,380	11	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351
12	0,406	0,400	0,394	0,388	0,376	12	0,380	0,374	0,367	0,361	0,349
13	0,403	0,396	0,391	0,384	0,373	13	0,379	0,372	0,366	0,360	0,348
14	0,400	0,394	0,387	0,381	0,370	14	0,378	0,371	0,365	0,358	0,347
15	0,397	0,391	0,384	0,379	0,367	15	0,377	0,370	0,364	0,357	0,346
16	0,395	0,389	0,382	0,377	0,365	16	0,376	0,369	0,363	0,357	0,345
17	0,393	0,387	0,380	0,375	0,363	17	0,375	0,368	0,362	0,356	0,344
18	0,392	0,385	0,379	0,373	0,361	18	0,374	0,368	0,361	0,355	0,343
19	0,390	0,384	0,377	0,372	0,360	19	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343
20	0,389	0,382	0,376	0,370	0,359	20	0,373	0,367	0,360	0,354	0,342
22	0,387	0,380	0,374	0,368	0,357	22	0,372	0,366	0,359	0,353	0,341
24	0,385	0,378	0,372	0,365	0,355	24	0,372	0,365	0,359	0,352	0,341
26	0,383	0,376	0,370	0,364	0,353	26	0,371	0,364	0,358	0,351	0,340
28	0,382	0,375	0,369	0,363	0,351	28	0,370	0,364	0,357	0,351	0,340
30	0,380	0,374	0,368	0,362	0,350	30	0,370	0,363	0,357	0,350	0,339
35	0,378	0,371	0,356	0,359	0,347	35	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338
40	0,376	0,370	0,364	0,357	0,345	40	0,368	0,362	0,355	0,349	0,349
50	0,374	0,367	0,361	0,355	0,343	50	0,367	0,361	0,354	0,348	0,337
60	0,372	0,366	0,359	0,353	0,342	100	0,365	0,359	0,353	0,347	0,335
80	0,370	0,363	0,357	0,351	0,340	200	0,365	0,358	0,352	0,346	0,334
100	0,369	0,362	0,356	0,350	0,338	-	-	-	-	-	-
150	0,367	0,360	0,354	0,348	0,337	-	-	-	-	-	-
300	0,365	0,359	0,353	0,346	0,335	-	-	-	-	-	-
>300	0,364	0,357	0,351	0,345	0,333	-	-	-	-	-	-

n = Número de salidas
 $\beta=1,75$. Blasius, Cruciani-Margaritora
 $\beta=1,786$. Scimemi
 $\beta=1,80$. Iso, Veronese-Daite
 $\beta=1,85$. Hazen-Williams
 $\beta=1,90$. Scobey
 $\beta=2,00$. Manning, Darcy-Weisbach

En la práctica se toma los siguientes valores de β :
 $\beta=1,75$ para tuberías de PE
 $\beta=1,80$ para tubería de PVC
 $\beta=1,85-1,90$ para tubería de aluminio

Tabla 1. Coeficientes de Christiansen

La longitud equivalente del emisor va a depender del diámetro interior del lateral. Vamos a probar en primer lugar con diámetro 16 mm, que es lo que habitualmente se instala en este tipo de riegos.

PE ϕ 16 mm (diámetro interior = 13,7 mm):

$$Leq = \frac{18.91}{13.7^{1.87}} = 0.1415 \text{ m}$$

La pérdida de carga con este diámetro concreto la calcularemos gracias a la fórmula de *Cruciani*:

$$hre = 0,592 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \cdot L$$

Donde, sustituyendo obtenemos:

$$\begin{aligned} hre \text{ (pérdida de carga admisible de una tubería con servicio en ruta)} &= \\ &= 15.08 \text{ m.c.a.} \end{aligned}$$

Ahora aplicando el coeficiente corrector de Christiansen:

$$h_f = Fr \cdot h_{re}$$

$$hf = 15.08 * 0.366 = 5.52 \text{ m. c. a.}$$

Por tanto observamos que la pérdida de carga del lateral (5.52 m.c.a.) es mucho menor que la pérdida de carga admisible calculada anteriormente (14.30 m.c.a.). Por ello, podemos afirmar que según este primer método, la tubería con emisor autocompensante integrado de 16 mm (diámetro interior 13.7 mm) para los laterales de riego de la instalación es viable.

3.1.2. Dimensionado del lateral. "Ábaco de pérdidas de carga"

Se va a llevar a cabo el mismo proceso de dimensionado que en el apartado anterior pero mediante un procedimiento distinto. En este caso nos vamos a ayudar de un ábaco y las expresiones que vamos a utilizar son algo diferentes. Esto se hace para comprobar que la tubería adoptada por un método nos cumple también con otro método de cálculo.

La primera parte de distribución de la variación de presión en la subunidad es exactamente la misma, por lo que pasamos directamente al dimensionado del lateral.

ANEJO 8. DISEÑO HIDRÁULICO

En este método, seleccionamos de partida un diámetro de tubería para el lateral portagoteros y comprobamos si cumple para nuestro caso.

Como es lógico vamos a probar con el diámetro de 16 mm de tubería de PE (diámetro interior 13,7 mm) que es la tubería que nos cumplía por el método anterior.

PE ϕ 16 mm (diámetro interior = 13,7 mm):

$$Leq = \frac{18.91}{13.7^{1.87}} = 0.1415 \text{ m}$$

Ahora tenemos que comprobar para estos diámetros que la pérdida de carga se encuentra dentro de los límites admisibles.

Para su cálculo utilizaremos la siguiente expresión:

$$hr = J \cdot Fr \cdot Lf$$

donde:

- h_r = Pérdidas de carga en lateral, en mca
- J = Pérdida de carga unitaria, en mca/m lineal
- F = Factor de Christiansen
- L_f = Longitud ficticia, en m

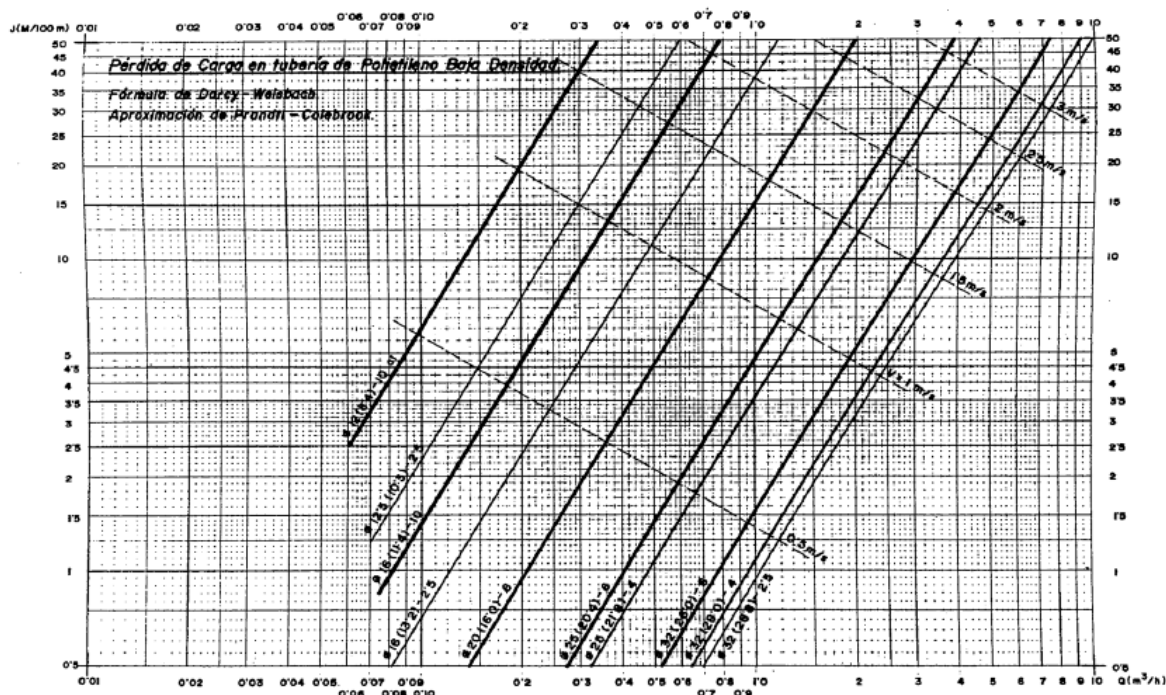


Diagrama 1. Ábaco de pérdida de carga en tubería PEBD (portagoteros)

ANEJO 8. DISEÑO HIDRÁULICO

Para un caudal de 426 l/h = 0,426 m³/hora, la tubería 16 mm ϕ tiene una pérdida de carga de 7 mca/100 m. Por tanto, $J = 0,07$ mca/m.

Y la longitud ficticia se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Longitud ficticia} &= \text{Longitud real} + \text{longitud equivalente} \\ &= 160 + (0.1415 \cdot 160) = 182.64 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h_r = J \cdot Fr \cdot L_f = 0.07 \cdot 0.366 \cdot 182.64 = 4.68 \text{ m.c.a.}$$

Siendo la pérdida de carga admisible en el lateral de 14.30 m.c.a. podemos afirmar que la pérdida de carga es inferior a la admisible. Esto es, la tubería seleccionada es válida también por este método. Además, la pérdida de carga calculada por ambos métodos da un resultado bastante similar (en torno a 5 m.c.a.).

Por tanto, definitivamente elegimos la tubería **PE ϕ 16mm** para todos los laterales portagoteros.

A parte de esto, deberíamos saber con certeza la máxima longitud admisible de manguera portagoteros que podríamos proyectar. Para ello se ha consultado unas tablas de fabricantes donde relaciona el caudal con su pérdida de carga asociada y nos da el valor de la longitud máxima. Lo podemos ver en la siguiente tabla.

Presión de entrada (bar)		Distancia entre goteros							
		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.75	0.9	1.0
0.6 l/h	1.0	176	244	305	361	413	508	552	594
	1.8	236	328	411	487	557	686	746	804
	2.2	257	358	449	532	609	750	816	879
1.0 l/h	1.0	126	175	219	260	297	366	398	428
	1.8	169	236	295	350	401	494	537	579
	2.2	184	257	322	382	438	540	588	633
1.6 l/h	1.0	93	129	162	192	220	270	294	317
	1.8	124	173	218	258	296	366	398	428
	2.2	136	189	238	282	323	399	435	468

Tabla 2. Longitudes máximas admisibles para laterales de PE ϕ 16 mm en función de caudal, presión de entrada y distancia entre goteros (Catalogo comercial 1)

Podemos leer en la tabla que para goteros de 1.6 l/h de caudal nominal, que es nuestro caso, con una presión de entrada aproximadamente de 1 bar, que en nuestro caso sería un poco mayor y una distancia entre goteos de 0.6 m, la longitud máxima

admisible sería de 220 metros. Como nuestro lateral más desfavorable es de 160 metros aproximadamente estaríamos dentro del rango de longitudes máximas admisibles.

Tras calcular el diámetro necesario para los laterales portagoteros, en este apartado se va a llevar a cabo el cálculo de la presión necesaria al origen de dichos laterales.

Se va a proceder del mismo modo que en el apartado anterior, es decir, se va a calcular para aquel lateral más desfavorable para tener la seguridad de que el resto de laterales cuenten con la presión suficiente. Pero en este caso para cada subunidad de riego, ya que luego será necesario para dimensionar cada tubería terciaria que abastezca a dicha subunidad.

La presión necesaria en el origen de cada lateral de la subunidad de riego se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$P_0 = P_m + 0,73h \pm \frac{\Delta Z}{2}$$

donde:

- P_0 = presión al origen del lateral, en mca
- P_m = pérdida de trabajo del gotero, en mca
- h = pérdida de carga del lateral, en mca
- ΔZ = desnivel entre el inicio y el final del lateral, en m

Si el lateral es ascendente (+ ΔZ) y si es descendente (- ΔZ)

Los datos a conocer son los siguientes:

$$P_m = 13 \text{ m. c. a.}$$

La siguiente tabla recoge las presiones necesarias en el lateral portagoteros más desfavorable de cada subunidad:

SUBUNIDAD	P_m (m.c.a.)	ΔZ (m)	Longitud lateral (m)	h lateral (m.c.a.)	P_0 (m.c.a.)
1	13	-2,4	160	4,68	15,21
2	13	-1,1	95	1,18	13,31
3	13	+0,4	95	1,18	14,06
4	13	+0,3	154	3,79	15,92

5	13	+0,3	120	2,26	14,8
6	13	-1,6	120	2,26	13,85
7	13	+0,4	120	2,26	14,85
8	13	-1,1	120	2,26	14,09

Tabla 3. Datos de cada subunidad de riego de la instalación. Presión al origen de cada uno de los laterales más desfavorables de cada unidad.

Como vemos, es la subunidad 4 la que necesita más presión al origen de sus laterales.

3.2. Cálculo de las tuberías terciarias o portalaterales

En la tubería terciaria o portalaterales, la pérdida de carga admisible será igual a la pérdida de carga admisible en la subunidad de riego menos la pérdida real producida en un lateral. Esto viene definido por la siguiente expresión:

$$h'a = \frac{0.1}{x} H - h$$

donde:

- $h'a$ = pérdidas de carga admisibles en la terciaria (m.c.a.)
- H = presión de trabajo del emisor (m.c.a.)
- x = exponente de descarga del emisor
- h = pérdida de carga real en el lateral (m.c.a.)

Se va a proceder al cálculo por subunidades:

Perdidas de carga admisibles en la terciaria

- Subunidad 1:

$$h'a = \frac{0.1}{x} H - h = \frac{0.1}{0.05} \cdot 13 - 4.68 = 21.32 \text{ m. c. a.}$$

- Subunidad 2:

$$h'a = \frac{0.1}{x} H - h = \frac{0.1}{0.05} \cdot 13 - 1.18 = 24.82 \text{ m. c. a.}$$

- Subunidad 3:

$$h'a = \frac{0.1}{x} H - h = \frac{0.1}{0.05} \cdot 13 - 1.18 = 24.82 \text{ m. c. a.}$$

- Subunidad 4:

$$h'a = \frac{0.1}{x} H - h = \frac{0.1}{0.05} \cdot 13 - 3.79 = 22.21 \text{ m. c. a.}$$

- Subunidad 5: $h'a = 23.74 \text{ m. c. a.}$

- Subunidad 6: $h'a = 23.74 \text{ m. c. a.}$

- Subunidad 7: $h'a = 23.74 \text{ m. c. a.}$

- Subunidad 8: $h'a = 23.74 \text{ m. c. a.}$

Este valor calculado de pérdida de carga admisible en la terciaria para cada uno de las subunidades, debe ser igual o menor a la perdida de carga real que se produce en la terciaria. Por ello debemos calcular ahora la perdida de carga real de cada terciaria.

En la siguiente tabla se muestra algunos datos importantes de cada subunidad de riego.

SUBUNIDAD	Longitud terciaria (m)	Superficie de la subunidad (m²)	Q (l/s)	Q (m³/h)
1	257	9829,55	10,4	37,44
2	49.7	11034,45	11,67	42,01
3	56	9543,87	10,09	36,32
4	85,62	10602,13	11,21	40,36

ANEJO 8. DISEÑO HIDRÁULICO

5	108,56	8573,72	9,07	32,65
6	55,99	8965,15	9,48	34,13
7	49,4	8783,43	9,29	33,44
8	169,1	12013,69	12,71	45,76

Tabla 4. Datos relevantes de las subunidades de riego

Como ya tenemos los datos del caudal necesario para cada subunidad de riego, podemos calcular el diámetro de tubería que abastecerá a los laterales de cada subunidad.

En cada subunidad la cantidad de laterales portagotos es diferente, y con ello el diámetro necesario para transportar diferente cantidad de agua.

Para el cálculo de los diámetros y la pérdida de carga de la terciaria de cada subunidad nos hemos ayudado de unos ábacos y tablas de diferentes fabricantes los cuales relacionan un diámetro concreto de PVC, el caudal que puede transportar y la pérdida de carga asociada a su longitud. Siempre teniendo en cuenta también, que la velocidad media del agua dentro de las tuberías estará en un rango de 0.5 a 1.5 m/s.

Q(l/h)	Diámetro interior de la tubería en mm.											
	14	19	25	32	38	50	63	75	89	100	125	150
Metros de columna de agua por 100 m de recorrido recto												
500	8,9	2,1	0,6									
800	20,2	4,7	1,3	0,4								
1000	29,8	7	1,9	0,6								
1500		14,2	3,9	1,2	0,5							
2000		23,5	6,4	2	0,9							
2500			9,4	2,9	1,3	0,4						
3000			13	4	1,8	0,5	0,2					
3500			17	5,3	2,3	0,6	0,2					
4000			21,5	6,6	2,9	0,8	0,3	0,1				
4500				8,2	3,6	1	0,3	0,1				
5000				9,8	4,3	1,2	0,4	0,2				
5500				11,6	5,1	1,4	0,5	0,2				
6000				13,5	6	1,6	0,5	0,2				
6500				15,5	6,9	1,9	0,6	0,3				
7000				17,7	7,8	2,1	0,7	0,3				
8000				22,4	9,9	2,7	0,9	0,4	0,2			
9000					12,1	3,3	1,1	0,5	0,2			
10000					14,6	4	1,3	0,6	0,3	0,1		
12000					20,1	5,5	1,8	0,8	0,4	0,2		
15000					29,7	8,1	2,7	1,2	0,5	0,3		
18000						11,1	3,7	1,6	0,7	0,4	0,1	
20000						13,3	4,5	1,9	0,9	0,5	0,2	
25000						19,7	6,6	2,9	1,3	0,7	0,3	

ANEJO 8. DISEÑO HIDRÁULICO

25000						19,7	6,6	2,9	1,3	0,7	0,3	
30000							9	4	1,8	1	0,3	9,1
35000							11,8	5,2	2,3	1,3	0,5	0,2
40000							15	6,5	2,9	1,7	0,6	0,2
45000							18,4	8	3,6	2	0,7	0,3
50000								9,7	4,3	2,5	0,9	0,4
60000								13,3	5,9	3,4	1,2	0,5
70000									7,7	4,4	1,5	0,6
80000									10,4	5,6	1,9	0,8

Tabla 5. Ábaco pérdidas de carga para tuberías de PVC

A partir de dichas tablas (tabla 3), se han preseleccionado unos diámetros lógicos para cada tramo y se ha calculado la pérdida de carga acumulada en cada subunidad, para compararla con la pérdida de carga admisible.

<i>SUBUNIDAD</i>	<i>Longitud terciaria (m)</i>	<i>Diámetro interior (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>Pérdida de carga (m.c.a./ 100 m)</i>	<i>Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)</i>
1	61 m	50	5,26	1,3	0,79
	58 m	50	5,17	1,3	0,75
	46 m	63	7,96	0,9	0,41
	45 m	63	12,3	1,8	0,8
	47 m	75	6,75	0,2	0,094

<i>Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)</i>	2,84
--	-------------

*Nota: En el caso de la subunidad 1, se puede observar en la tabla que se distinguen dos filas de tubería de diámetro 50 mm y de diámetro 63 mm. Esto es debido a que en dicho sector, ya que su forma es muy irregular, se lanzan dos ramales de terciarias y cada uno lleva de los dos diámetros (Ver en plano).

<i>SUBUNIDAD</i>	<i>Longitud terciaria (m)</i>	<i>Diámetro interior (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>Pérdida de carga (m.c.a./ 100 m)</i>	<i>Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)</i>
2	8,1 m	50	6,67	1,95	0,16
	18,2 m	63	15,05	2,7	0,49
	23,4 m	75	19	1,75	0,4

<i>Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)</i>	1,05
--	-------------

ANEJO 8. DISEÑO HIDRÁULICO

SUBUNIDAD	Longitud terciaria (m)	Diámetro interior (mm)	Q (m ³ /h)	Perdida de carga (m.c.a./ 100 m)	Perdida de carga acumulada (m.c.a.)
3	11,18 m	50	7,22	2,1	0,23
	23,1 m	63	15,1	2,7	0,62
	21,7 m	75	14	2	0,43

Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)	1,28
--	-------------

SUBUNIDAD	Longitud terciaria (m)	Diámetro interior (mm)	Q (m ³ /h)	Perdida de carga (m.c.a./ 100 m)	Perdida de carga acumulada (m.c.a.)
4	31 m	50	7,9	2,65	0,82
	25,2 m	63	14,6	2,6	0,66
	29,4 m	75	17,8	1,5	0,44

Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)	1,92
--	-------------

SUBUNIDAD	Longitud terciaria (m)	Diámetro interior (mm)	Q (m ³ /h)	Perdida de carga (m.c.a./ 100 m)	Perdida de carga acumulada (m.c.a.)
5	66,65 m	50	5,1	1,2	0,8
	21,7 m	63	14,2	2,4	0,52
	20,21 m	75	12,6	0,9	0,18

Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)	1,5
--	------------

SUBUNIDAD	Longitud terciaria (m)	Diámetro interior (mm)	Q (m ³ /h)	Perdida de carga (m.c.a./ 100 m)	Perdida de carga acumulada (m.c.a.)
6	10,6 m	50	7,1	2,1	0,22
	24,5 m	63	15	2,7	0,66
	20,9 m	75	12	0,8	0,17

Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)	1,04
--	-------------

SUBUNIDAD	Longitud terciaria (m)	Diámetro interior (mm)	Q (m ³ /h)	Perdida de carga (m.c.a./ 100 m)	Perdida de carga acumulada (m.c.a.)
7	12,8 m	50	7,8	2,65	0,34
	23,1 m	63	15,6	2,9	0,67
	13,4 m	75	10,1	0,6	0,08

Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)	1,09
--	-------------

<i>SUBUNIDAD</i>	<i>Longitud terciaria (m)</i>	<i>Diámetro interior (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>Pérdida de carga (m.c.a./ 100 m)</i>	<i>Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)</i>
8	97 m	50	5,8	1,5	1,45
	43,5 m	63	15,5	2,8	1,21
	24,5 m	75	21	2	0,49
	4,1 m	90	3	0	0
<i>Pérdida de carga acumulada en la subunidad (m.c.a.)</i>					3,15

Tabla 6. Longitudes, diámetros, caudales y pérdidas de carga de las tuberías terciarias asignadas a cada subunidad de riego

Como podemos observar en la tabla 4, en todas las subunidades se ha decidido ir reduciendo el diámetro de la terciaria a medida que llegamos al final de esta, ya que con esto conseguimos un ahorro en el coste de la instalación. Las pérdidas de carga totales que presentan los diferentes sectores no son representativas, y están muy por debajo de las pérdidas de carga admisibles calculadas previamente. Por lo que podemos afirmar que con estas tuberías terciarias conseguimos que llegue una presión uniforme en cada una de las subunidades.

3.3. Cálculo de las tuberías secundarias

El cálculo de las tuberías secundarias es sencillo y se realiza de manera similar al de las terciarias.

Vamos a tener en cuenta el caudal que tiene que transportar cada una de ellas y de esta manera asignaremos un diámetro que nos dé una pérdida de carga por debajo de la admisible. Como ya se ha dicho anteriormente, se va a regar cada vez un único sector, por lo que hay que tener en cuenta en el cálculo de las secundarias la situación más desfavorable, es decir, aquella subunidad que demande mas agua.

Utilizaremos de nuevo la tabla 3, y tendremos en cuenta de nuevo que la velocidad del agua dentro de las tuberías rondara los 0.5 - 1.5 m/s.

De este modo la distribución de tuberías secundarias, las cuales abastecen a las terciarias de cada subunidad, quedará reflejada en la siguiente tabla.

<i>Subunidades a las que abastece</i>	<i>Longitud secundaria (m)</i>	<i>Diámetro interior (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>Pérdida de carga (m.c.a./ 100 m)</i>	<i>Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)</i>
1,2,3 y 4	182 + 50* = 232 m	90	42,01	3	6,9

<i>Subunidades a las que abastece</i>	<i>Longitud secundaria (m)</i>	<i>Diámetro interior (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>Pérdida de carga (m.c.a./ 100 m)</i>	<i>Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)</i>
5,6,7 y 8	226,1 + 50* = 276,1 m	90	45,8	3,7	10,2

Tabla 7. Longitudes, diámetros, caudales y pérdidas de carga de las tuberías secundarias

* Nota: Los 50 metros adicionales que aparecen en la longitud de la tubería secundaria en ambos tramos, es debido a los codos existentes en la instalación y a las válvulas de cada subunidad. Ya que, según fabricante, debe tenerse en cuenta para el cálculo de la pérdida de carga que cada curva de 90° equivale a 5 metros de tubería y cada válvula a 15 metros aproximadamente.

Como se puede observar, los diámetros seleccionados para las secundarias son de **90 mm**. Se podría haber instalado tuberías de 75 mm, pero la pérdida de carga es demasiado elevada.

3.4. Cálculo de la tubería general

Como paso final en el diseño hidráulico, hay que conocer de que diámetro será la tubería general de nuestro sistema de riego. Esta parte del hidrante y recorre unos pocos metros hasta la primera bifurcación.

El caudal máximo que tiene que transportar esta general es el de aquella subunidad que más agua consume de todas. En este caso es la subunidad 8, que lógicamente es la de mayor superficie, y tiene un consumo de 45.8 m³/h.

Por tanto, se establece que el diámetro de la tubería general será **90 mm**, ya que el tramo es relativamente corto y no merece la pena poner un diámetro mas grande ya que encarece la instalación. La pérdida de carga que provocara esta será la siguiente:

<i>Subunidades a las que abastece</i>	<i>Longitud tubería general (m)</i>	<i>Diámetro interior (mm)</i>	<i>Q (m³/h)</i>	<i>Pérdida de carga (m.c.a./ 100 m)</i>	<i>Pérdida de carga acumulada (m.c.a.)</i>
Todas	26,4 + 10*	90	45,8	3.7	1,01

Tabla 8. Longitud, diámetro, caudal y pérdida de carga de la tubería general

* Nota: Los 10 metros adicionales en este caso son los referentes a una "te" que hay en la bifurcación final del tramo de la general.

4. CONCLUSIONES

Como se ha podido observar a lo largo de este anejo de diseño hidráulico, se ha procedido al cálculo siempre intentado ajustar al máximo los diámetros para que el coste no se dispare. A pesar de ello, nos hemos puesto en todos los casos del lado de la seguridad en lo que a pérdidas de carga se refiere.

Por otra parte, se ha podido comprobar que realizando los cálculos mediante diferentes métodos los resultados son muy similares (caso de los laterales). No obstante, en lo que atañe a las tuberías terciarias, secundarias y general hemos querido centrarnos en ábacos para el cálculo de su diámetro, ya que estos contienen información técnica que corresponde a profesionales del sector y ha sido obtenida tras muchos años de experimentación en campo.

ANEJO 10. CABEZAL DE RIEGO Y ELEMENTOS SINGULARES

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. SISTEMA DE FILTRADO	3
2.1. Filtro de discos.....	3
3. EQUIPO DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES Y PRODUCTOS QUIMICOS ...	4
4. EQUIPO DE CONTROL Y REGULACIÓN.....	4
4.1. Contador	4
4.2. Programador	4
4.3. Automatismos	5
5. ELEMENTOS SINGULARES.....	5
5.1. Válvulas hidráulicas	5
5.2. Válvulas de ventosa	5
5.3. Válvulas de mariposa.....	6
5.4. Piezas especiales	6
5.5. Colectores de limpieza	7
6. CASETA DE RIEGO.....	7
7. BIBLIOGRAFÍA	7

1. INTRODUCCIÓN

El cabezal de riego es una de las partes fundamentales de la instalación, encargada de suministrar el agua a los diferentes sectores de riego siendo previamente tratada, medida, regulada y filtrada cuanto sea necesario (Sevilla, 2007). Por ello es fundamental la correcta elección de sus componentes.

Los elementos básicos que conforman un cabezal de riego, como ya se numeraron en el anejo 7, son los siguientes:

- Sistema de filtrado
- Equipo de inyección de fertilizantes
- Equipo de control y regulación

Otra parte fundamental de la instalación son los elementos singulares, que sirven de unión, cambio de dirección, apertura o cierre del paso del agua, etc.

A continuación se va a profundizar en cada uno de ellos.

2. SISTEMA DE FILTRADO

2.1. Filtro de discos

Sabiendo que el agua procede de una comunidad de regantes y con el fin de garantizar y asegurar la calidad del filtrado se ha decidido colocar un filtro de discos en nuestro sistema de riego (figura 1).

Son equipos autolimpiantes en línea con elementos filtrantes de discos. Su mantenimiento es mínimo.



Figura 1. Sistema de filtrado de discos

3. EQUIPO DE INYECCIÓN DE FERTILIZANTES Y PRODUCTOS QUIMICOS

En este tipo de sistemas de riego localizado la fertirrigación es una técnica muy extendida, que permite incorporar los nutrientes que necesitan los cultivos a través del agua de riego y controlando su dosis. Permite que llegue directamente a las raíces de las plantas minimizando las pérdidas por lixiviación.

En este caso se ha optado por instalar un dosificador hidráulico (bomba hidráulica), el cual toma la presión de la propia red de riego. Con el fin de disminuir los costes de la instalación se va a prescindir de un depósito acumulador de fertilizantes. Estos serán transportados hasta la parcela y se inyectarán en el momento preciso.

4. EQUIPO DE CONTROL Y REGULACIÓN

4.1. Contador

Será necesaria la instalación de un contador para conocer con exactitud el consumo de agua de nuestro sistema de riego.

Los más utilizados son los denominados contadores tipo "Woltman" (figura 2), cuyo funcionamiento está basado en el giro de un molinete helicoidal cuyo número de vueltas es función del caudal. Son menos económicos que otros modelos, pero su precisión es mayor.

Su instalación se realizara en tramo recto de tubería, y previo al equipo de inyección de fertilizantes.



Figura 2. Contador de agua "Woltman"

4.2. Programador

Otro de los elementos que facilita el control del riego de nuestra parcela es el programador de riego.

Este ira instalado en la caseta en un lugar accesible y cómodo para su manejo.

Permitirá el control de todas las subunidades de riego así como de la fertirrigación de las mismas.

El programador que se ha decido instalar es un "Agronic 2500", sustituto del antiguo Agronic 2000, que presenta unas características muy buenas para el manejo de esta instalación de riego.



Figura 3. Programador de riego "Agronic 2500"

4.3. Automatismos

Ligados al programador que se va a instalar, tendrán que colocarle los solenoides correspondientes que se comunicaran gracias a las válvulas de tres vías con cada una de las válvulas hidráulicas de cada subunidad de riego.

Todo ello comandado por los microtubos, que salen de las válvulas hidráulicas y van a parar al programador.

5. ELEMENTOS SINGULARES

A continuación se van a detallar todos aquellos elementos singulares que formaran parte de este riego, su ubicación y función dentro del sistema.

5.1. Válvulas hidráulicas

Su función es la de abrir o cerrar el paso del agua a cada subunidad de riego de forma independiente, por ello se instalará una de estas al principio de cada subunidad. Serán válvulas reguladoras de presión. Estas serán comandadas desde el programador y se podrá controlar el día y el tiempo de riego de cada subunidad.

5.2. Válvulas de ventosa

Las ventosas son los elementos básicos que garantizan la eliminación del aire en tuberías, consiguiendo la protección contra roturas de las mismas y manteniendo el flujo hidráulico en condiciones óptimas (Uclm,2011).

Hay diferentes puntos de la instalación a tener en cuenta a la hora de colocar las ventosas.

Uno de los puntos de la instalación donde debe colocarse una ventosa es en el hidrante de riego. De este aspecto ya se va a encargar la comunidad de regantes.

Y el segundo punto de la instalación a tener en cuenta son las tuberías secundarias, que por motivos de seguridad también se van a instalar una ventosa de doble efecto de 1" en cada secundaria, próxima a la válvula que abre el último sector de riego.



Figura 4. Ventosa de doble efecto 1"

Este tipo de válvula realiza dos funciones:

- Extrae el aire de las tuberías mientras se llenan.
- Evita el aplastamiento, pues, si se produce depresión, la válvula permite que el aire del exterior entre en las tuberías, restableciendo la presión atmosférica en su interior.

5.3. Válvulas de mariposa

Este tipo de llaves se instalan a la entrada y salida de los filtros, con la simple finalidad de facilitar su limpieza si fuera necesario, o bien evitar la salida de agua en caso de tener que reparar o cambiar los filtros.

5.4. Piezas especiales

En este apartado se incluirían todas aquellas piezas que también forman parte de la instalación y cuya función es la unión de tuberías de PVC o polietileno, acoplamiento de tuberías con válvulas, etc. Algunos ejemplos serían las denominadas "tes" o bien los codos o derivaciones.

5.5. Colectores de limpieza

Como sabemos uno de los mayores riesgos de este tipo de sistemas de riego son las obstrucciones. Por ello es fundamental, además de montar unos buenos filtros, tener en cuenta que hay que instalar colectores de limpieza.

Estos son tubos de PVC donde van a morir todas las mangueras portagoteros de un sector. Tienen una válvula manual (llave) en sus extremos que está en la superficie para la evacuación de posibles elementos que obstruyan las mangueras. En la siguiente figura podemos ver cómo sería un colector de limpieza.



Figura 5. Colector de limpieza

6. CASETA DE RIEGO

El cabezal de riego desarrollado en este anejo estará protegido dentro de la caseta de riego que se pondrá en la parcela. Será una caseta de hormigón prefabricada de montaje rápido.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Universidad de Sevilla (2007). *Open Course Ware*.
(<http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/>)
- Universidad de Castilla - La Mancha (2011). *Ingeniería Rural. Hidráulica*.
(http://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/CabezalGoteo/)

ANEJO 11. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

EPSH

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Situación actual.....	3
2. CONSIDERACIONES PREVIAS	3
2.1. Flujo destruido	3
3. COSTES DE PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS	4
4. INGRESOS ANUALES DE LOS DIFERENTES CULTIVOS	5
5. ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN	6
5.1. Consideraciones previas	6
5.2. <i>Payback</i>	7
5.3. VAN y TIR.....	9
6. CONCLUSIONES Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	10
7. BIBLIOGRAFÍA	10

1. INTRODUCCIÓN

Un aspecto fundamental a la hora de abordar cualquier proyecto es saber si este es viable económicamente. Para ello, en este anejo que nos ocupa, se van a analizar una serie de variables económicas que nos mostrarán si la inversión que se va a llevar a cabo es rentable o no.

Se van a calcular por tanto el VAN, el TIR y el *payback* o tasa de retorno. Para ello, previamente se calcularan los costes e ingresos de cada uno de los cultivos que forman parte de nuestra rotación establecida.

1.1. Situación actual

Como ya se ha nombrado a lo largo de este proyecto, la parcela objeto de estudio hasta la actualidad estaba ocupada por olivos centenarios, con unos rendimientos muy bajos.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

Lo primero que hay que tener en cuenta cuando se cambia el cultivo en una parcela es el flujo de dinero que se destruye. En este caso, el arranque de los olivos, aparte de suponer un gasto de arranque de los mismos, estamos dejando de ingresar el mucho o poco dinero que estos nos iban a producir.

Una de las ventajas que supone la introducción en la parcela de cultivos extensivos frente a frutales es, que estos producen desde el primer momento que se siembran, y no hay que esperar un periodo de 3-4 años para empezar a amortizar nuestra inversión.

2.1. Flujo destruido

Las producciones medias que se obtenían en los últimos años del olivar rondaban los 1000 Kg/ha.

A continuación podemos ver los costes e ingresos medios que se obtenían de este cultivo. Con ello nos podemos hacer una idea del flujo de dinero que se ha destruido.

OLIVAR	
Costes	285 €/ha
Ingresos	400 €/ha
Beneficio	115 €/ha

Tabla 1. Costes e ingresos del olivar

Observando la tabla 1, podemos deducir que el flujo de dinero destruido en este caso es de 115€/ha. A esto hay que sumarle la subvención que se percibía por el cultivo que ascendía a unos 260 €/ha aproximadamente.

Esto implica, por tanto, que el flujo de dinero destruido es igual a 375 €/ha.

3. COSTES DE PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS

En este apartado se van a mostrar los costes medios de producción de cada uno de los cultivos extensivos que formaran parte de la nueva rotación de la parcela objeto de estudio. Estos costes serán todos los años similares, ya que puede variar únicamente el precio de la semilla, abono o productos fitosanitarios, pero las variaciones no son tan elevadas como para que el coste final sufra grandes modificaciones.

En la siguiente tabla se detallan los costes de uno de los cereales de invierno más comunes en la zona (la cebada), para poder ver en detalle de donde sale el total de los costes de producción.

Concepto	Coste medio (€/ha)
<i>Siembra</i>	169
<i>Semilla</i>	85
<i>Fertilizantes</i>	182
<i>Herbicidas</i>	42
<i>Cosecha</i>	65
<i>Empacar (paja)</i>	30
<i>Seguros</i>	26
<i>Transporte (grano)</i>	21
<i>Transporte (paja)</i>	27
<i>Agua</i>	184
TOTAL	831 €/ha

Tabla 1. Coste medio de producción de la cebada en regadío (Lloveras y Cabases, 2015).

Estos datos hacen referencia a un estudio del coste medio.

En nuestro caso se estima que sería algo inferior. Esto es debido al aprovechamiento de la maquinaria que se tiene en la explotación (cosechadora, empacadora, remolques para transporte...) así como abonos orgánicos (estiércol) entre otros, que reducen el coste medio de producción.

Se ha realizado el mismo estudio para el resto de cultivos, y se recoge el coste medio de cada uno en la tabla 2. El precio que aparece ahora para el caso de la cebada es el que estimamos sería en nuestro caso.

Cultivo	Coste medio producción
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	720 €/ha
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	1250 €/ha
Maíz (<i>Zea mays</i>)	1650 €/ha
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	730 €/ha
Guisante (<i>Pisum sativum</i>)	600 €/ha
Veza (<i>Vicia sativa</i>)	520 €/ha

Tabla 2. Coste medio de producción de los diferentes cultivos (€/ha)

4. INGRESOS ANUALES DE LOS DIFERENTES CULTIVOS

Los ingresos de cada cultivo van a ser por una parte lo que se obtendrá por la venta del producto más las posibles subvenciones que se reciban (PAC).

Ya sabemos que los precios de los productos agrícolas pueden variar mucho de un año para otro, por lo que se va a intentar tomar una media de los últimos años basándonos en las lonjas de la zona.

En la siguiente tabla podemos ver los ingresos de los diferentes cultivos que comprende la rotación. El dato de producción media de la mayoría de los cultivos proviene de la experiencia propia. Para el resto de cultivos que se desconocían por no haberlos cultivado nunca, se ha consultado el Anuario de Estadística Agraria (avance 2015) para obtener esa información.

Así mismo, el precio de cada uno de ellos se ha consultado en las lonjas de la zona (Lonja Agropecuaria de Binefar y Lonja Agropecuaria del Ebro).

CULTIVO	PRODUCCIÓN MEDIA (Kg/ha)	PRECIO (€/ton)	INGRESOS (€/ha)	PAC (€/ha)	TOTAL (€/ha)
Alfalfa	13.000	145	1885	260	2145
Maíz	14.000	174	2436	260	2696
Cebada	6.900 (grano)	153	1055	260	1395
	4.000 (paja)	20	80		
Trigo	7.200 (grano)	164	1180	260	1512
	3.600 (paja)	20	72		
Guisante	3.800	186	706	260	967
Veza	3.000	290	870	260	1130
Maíz C.C.	9.500	174	1653	260	1913

Tabla 3. Ingresos medios de los diferentes cultivos

Una vez que tenemos los costes e ingresos medios de cada cultivo, vamos a situar estos en el tiempo, es decir, conforme hemos establecido nuestra rotación.

En la siguiente tabla se va a exponer el beneficio que se va a obtener año por año dependiendo del cultivo que esté presente en ese momento en la parcela.

Como ya vimos en el anejo 5, la rotación establecida es de 10 años.

AÑO	CULTIVO	COSTES (€/ha)	INGRESOS (€/ha)	BENEFICIO (€/ha)
1-5	Alfalfa	1250	2145	895
6	Maíz	1650	2696	1046
7	Veza + Maíz C.C.	520 + 1150 = 1670	1130 + 1653 = 2783	1113
8	Trigo	730	1613,6	883,6
9	Guisante + Maíz	600 + 1650 = 2250	967 + 2436 = 3403	1153
10	Cebada	720	1507	787

Tabla 4. Beneficio anual que reporta la parcela según el cultivo

5. ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN

5.1. Consideraciones previas

En lo que respecta a los costes de producción, como ya se ha nombrado previamente, se ha tenido en cuenta la maquinaria propia, es decir, están basados en

experiencia personal. Hay que mencionar también que el coste del agua de riego está incluido en ellos.

La inversión inicial asciende a un total de 66.002,38 €. A esto habrá que irle sumando los costes de producción de cada cultivo año a año.

Ya que supone una inversión inicial relativamente elevada, se ha decidido costearla ayudándonos de un préstamo de 35.000 € al 2,5% a 10 años. El resto provendría de fondos propios.

5.2. Payback

Este método nos proporciona el plazo en el que recuperamos la inversión inicial a través de los flujos de caja netos (ingresos menos gastos) obtenidos con el proyecto.

Por tanto, en este apartado vamos a tener en cuenta los ingresos y gastos de cada cultivo detallados previamente.

En cuanto a los cobros, las subvenciones de la PAC se han incluido con el cobro ordinario de cada cultivo. Por otro lado no existen cobros extraordinarios.

En lo que respecta a los pagos, habrá que tener en cuenta la inversión inicial, los pagos financieros para devolver el préstamo así como los costes por cultivo. Del mismo modo se tendrá en cuenta el flujo destruido, que también se ha detallado previamente.

ANEJO 11. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

AÑO	COBRO ORDINARIO	COBRO FINANCIERO	PAGO ORDINARIO	PAGO FINANCIERO	FLUJO DESTRUIDO	PAGO INVERSIÓN	FLUJO CAJA	PAYBACK
0	0	35.000				54.547	-19.547	16 años
1	17.010		9.913	3.959	2.974		164	
2	17.010		9.913	3.959	2.974		164	
3	17.010		9.913	3.959	2.974		164	
4	17.010		9.913	3.959	2.974		164	
5	17.010		9.913	3.959	2.974		164	
6	21.379		13.085	3.959	2.974		1.362	
7	22.069		13.243	3.959	2.974		1.893	
8	12.796		5.789	3.959	2.974		74	
9	26.986		17.843	3.959	2.974		2.210	
10	11.951		5.710	3.959	2.974		-692	
11	17.010		9.913		2.974		4.124	
12	17.010		9.913		2.974		4.124	
13	17.010		9.913		2.974		4.124	
14	17.010		9.913		2.974		4.124	
15	17.010		9.913		2.974		4.124	
16	21.379		13.085		2.974		5.321	
17	22.069		13.243		2.974		5.852	
18	12.796		5.789		2.974		4.033	
19	26.986		17.843		2.974		6.170	
20	11.951		5.710		2.974		3.267	

Tabla 5. Flujos de caja y Payback

Como observamos en la tabla 5, el *payback* o periodo de retorno para este proyecto es de 16 años.

Las características del préstamo son las siguientes:

PRÉSTAMOS CUOTA CONSTANTE	
Importe	35.000 €
Interés	2,5 %
Amortización	10 años
Cuota mensual	329,94 €
Cuota anual	3.959,54 €
Total pagado	39.593,36 €

Tabla 6. Características del préstamo

5.3. VAN y TIR

El Valor Actual Neto (VAN) consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión y calcular su diferencia. Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado.

Por otro lado, el TIR (Tasa Interna de Rentabilidad o Retorno) es un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos relativos, es decir en porcentaje.

Los valores obtenidos para este proyecto son los que se recogen en la tabla 7.

RESULTADOS	
Tasa Actualización (r %)	3,67%
VAN	10.819,03 €
TIR	7,04%

Tabla 7. Resultados TIR y VAN del proyecto

La Tasa de Actualización (3,67%) es la que corresponde al año actual 2016.

6. CONCLUSIONES Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Tras el estudio de viabilidad que se ha llevado a cabo a lo largo de este anejo, podemos concluir que es un proyecto viable.

El *payback* o tasa de recuperación es de 16 años, que es un periodo de tiempo largo, pero es debido al elevado coste inicial de este tipo de instalaciones de riego.

7. BIBLIOGRAFÍA

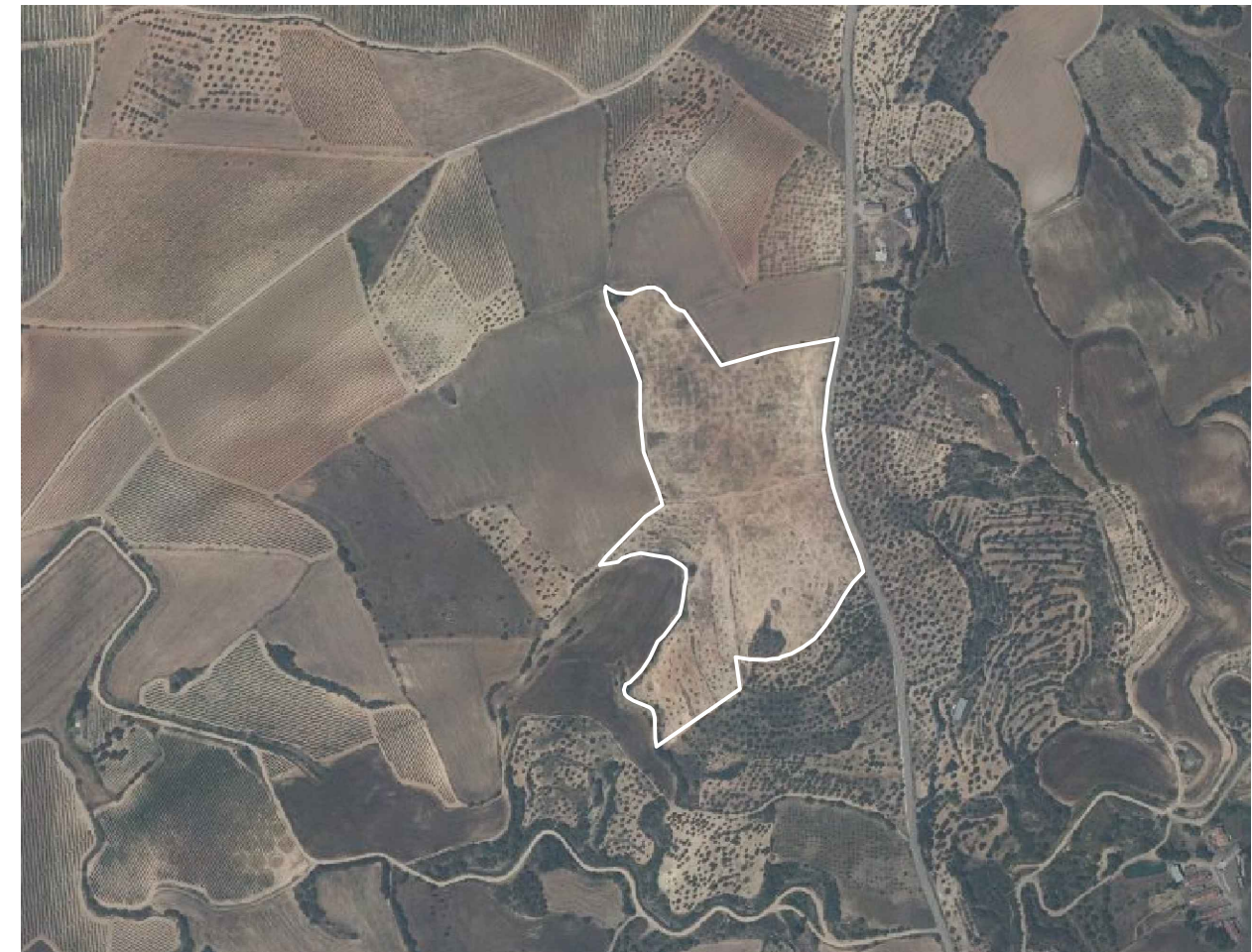
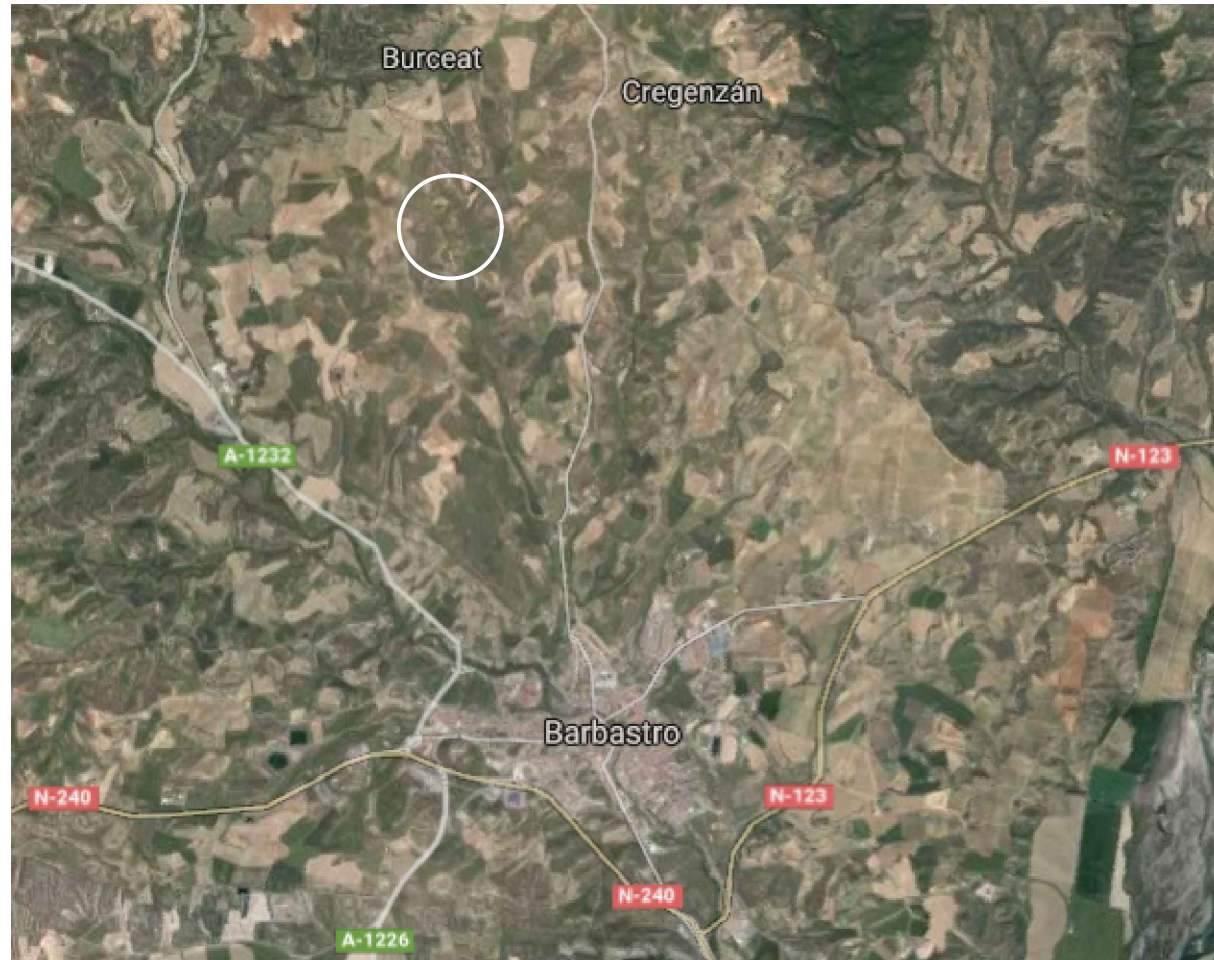
- Anuario de Estadística Agraria
- Lloveras J., & Cabases M^aA., (2015). *Costes de producción de cultivos extensivos en secano y regadío*
- Lonja Agropecuaria de Binefar
- Lonja Agropecuaria del Ebro




Trabajo Fin de Grado

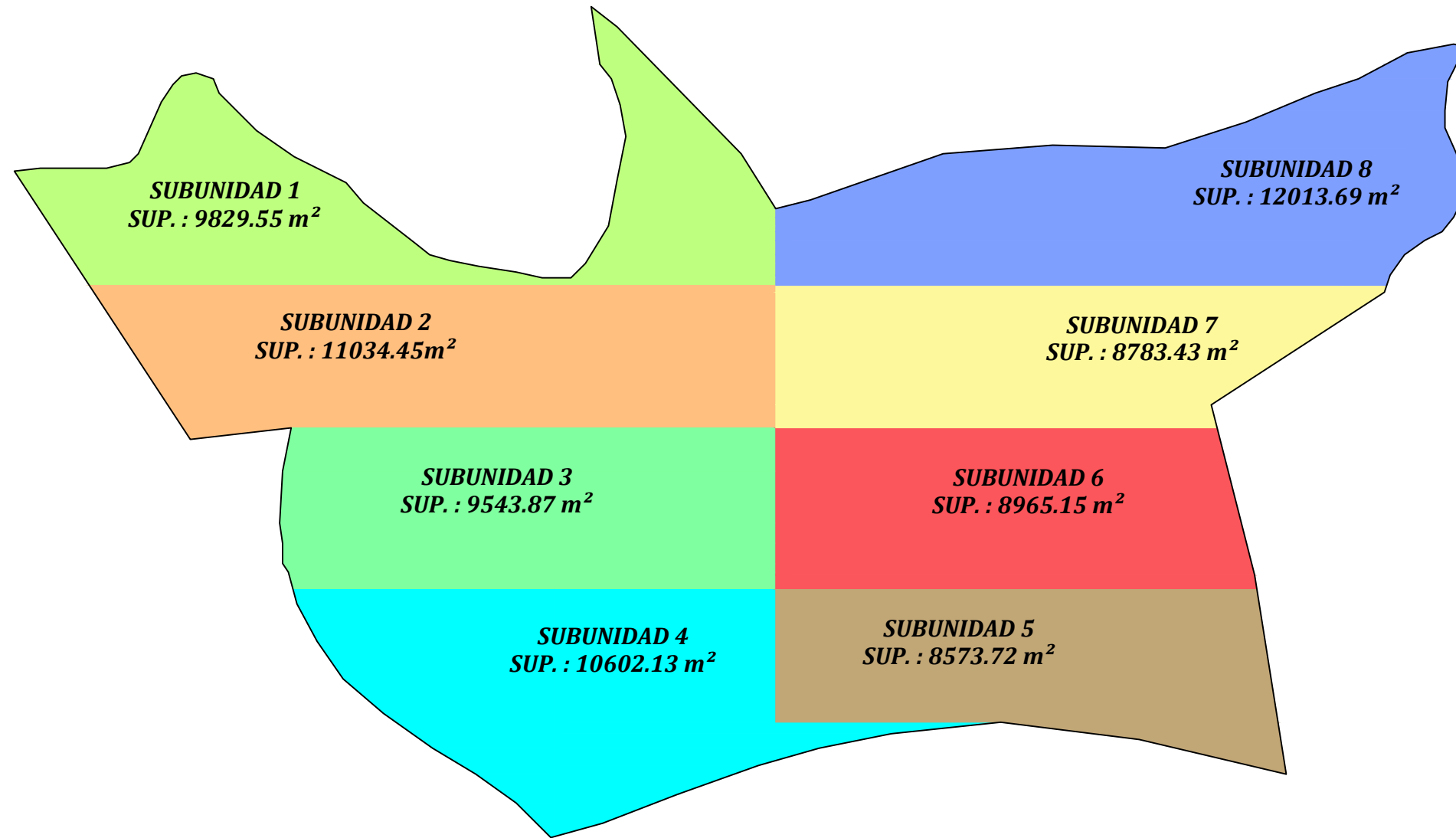
Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca)

DOCUMENTO 3: PLANOS

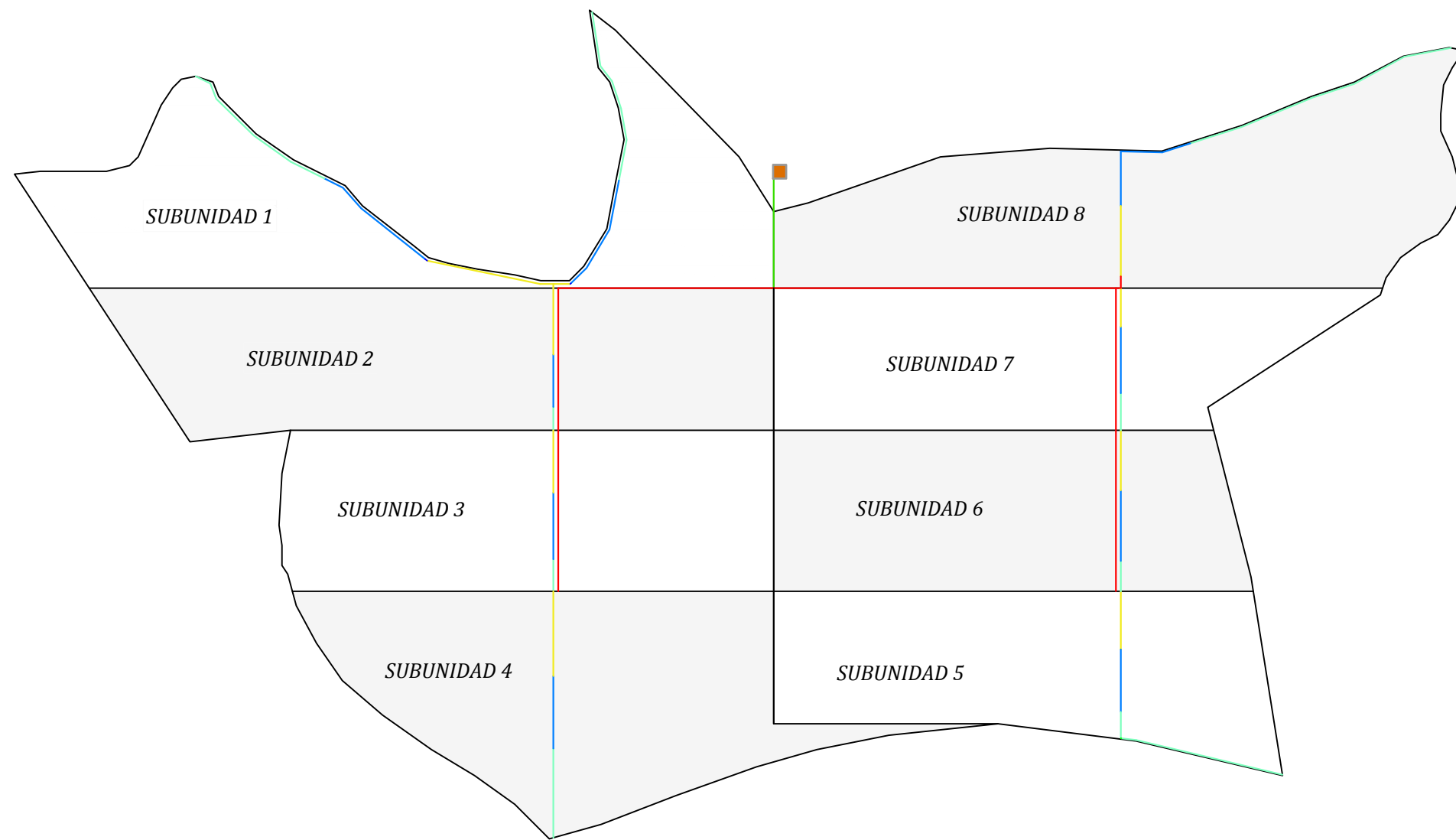


*Polígono 3
Parcela 25*

		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA PROYECTO FIN DE GRADO	
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO ENTERRADO EN UNA PARCELA SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BARBASTRO (HUESCA)		FECHA: NOVIEMBRE 2016	
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		LUIS GRAU DE LACRUZ	
PLANO Nº 1	SIN ESCALA	<small>EL GRUADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL</small>	

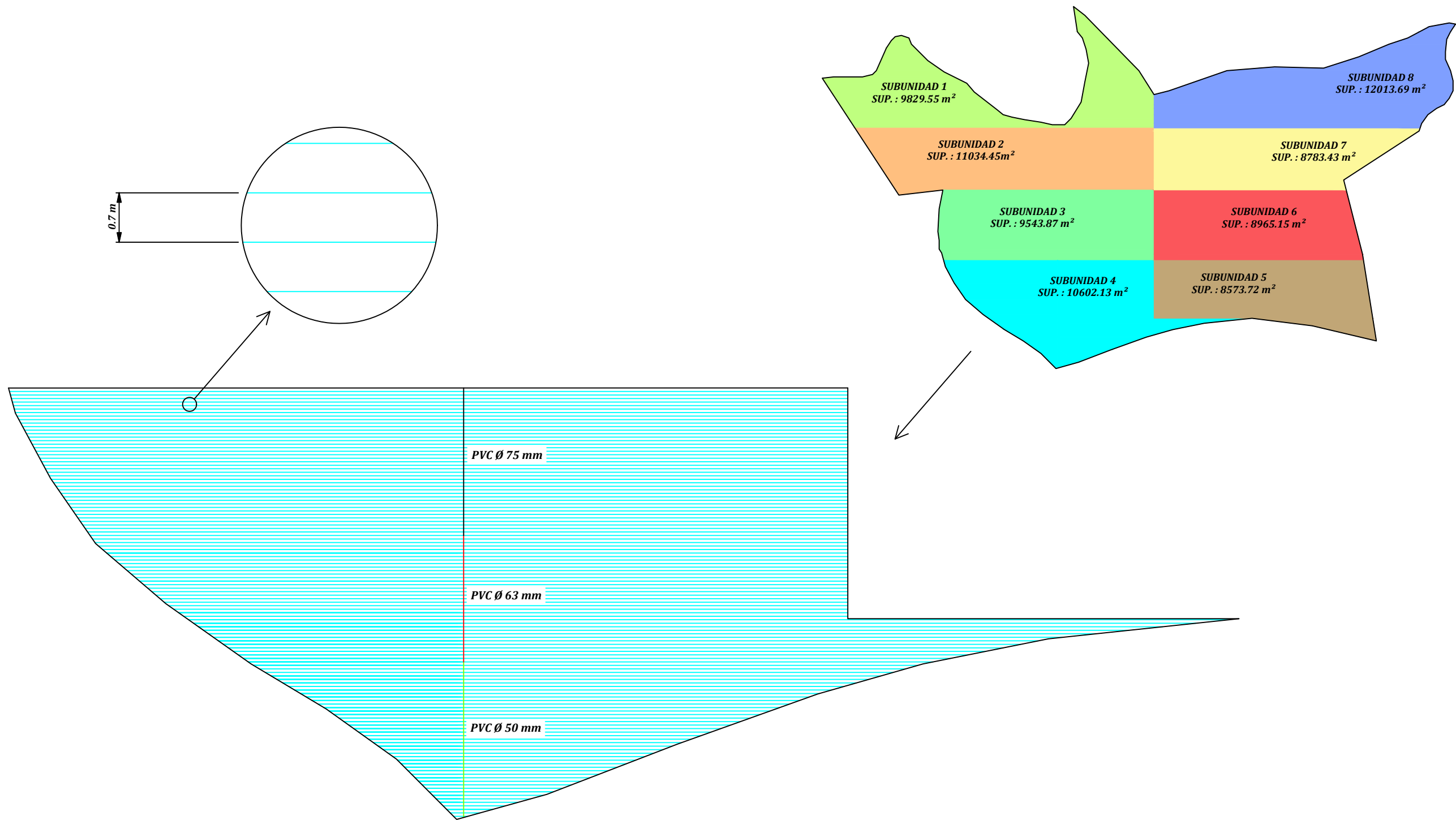



		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA PROYECTO FIN DE GRADO	
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO ENTERRADO EN UNA PARCELA SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BARBASTRO (HUESCA)			FECHA: NOVIEMBRE 2016
SECTORIZACIÓN			LUIS GRAU DE LACRUZ
PLANO Nº 2		ESCALA 1:2000	EL GRUADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL



- Tubería general Ø 90 mm
- Tuberías secundarias Ø 90 mm
- Tuberías terciarias Ø 50 mm
- Tuberías terciarias Ø 63 mm
- Tuberías terciarias Ø 75 mm

		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA PROYECTO FIN DE GRADO	
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO ENTERRADO EN UNA PARCELA SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BARBASTRO (HUESCA)		FECHA: NOVIEMBRE 2016	
RED HIDRAÚLICA		LUIS GRAU DE LACRUZ	
PLANO Nº 3	ESCALA 1:2000	<small>EL GRUADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL</small>	



		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA PROYECTO FIN DE GRADO	
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO POR GOTEO ENTERRADO EN UNA PARCELA SITUADA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BARBASTRO (HUESCA)		FECHA: NOVIEMBRE 2016	
DETALLE LATERALES PORTAGOTEROS		LUIS GRAU DE LACRUZ	
PLANO Nº 4	SIN ESCALA	<small>EL GRUADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL</small>	



Trabajo Fin de Grado

Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca)

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES	4
Artículo 1. Obras objeto del presente proyecto	4
Artículo 2. Obras accesorias no especificadas en el Pliego	4
Artículo 3. Documentos que definen las obras	4
Artículo 4. Compatibilidad y relación entre los documentos	5
Artículo 5. Director de la obra	5
CAPÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA	5
EPÍGRAFE I. INTRODUCCIÓN	5
Artículo 6. Documentos	5
Artículo 7. Obras que comprende este proyecto.....	5
Artículo 8. Condiciones de acabado	6
Artículo 9. Emplazamiento.....	6
Artículo 10. Obras accesorias.....	6
Artículo 11. Casos no especificados en este pliego	7
EPÍGRAFE II. OBRA CIVIL	7
MATERIALES O MATERIAS PRIMAS	7
Artículo 12. Generalidades	7
INSTALACIÓN DE RIEGO.....	7
Artículo 13. Tubería de PVC.....	7
Artículo 14. Tubería de polietileno	7
Artículo 15. Acoples y juntas	8
Artículo 16. Electroválvulas	8
Artículo 17. Goteros	8
Artículo 18. Instalación de tuberías.....	8
Artículo 19. Limpieza de las conducciones	8
Artículo 20. Uniformidad de riego	8
Artículo 21. Comprobación de la instalación.....	9
CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	9
EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	9
Artículo 22. Remisión de solicitud de ofertas	9

Artículo 23. Residencia del contratista.....	9
Artículo 24. Reclamaciones contra las órdenes de dirección	10
Artículo 25. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe	10
Artículo 26. Copia de los documentos	10
EPÍGRAFE II. TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES	10
Artículo 27. Libro de órdenes.....	10
Artículo 28. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución	10
Artículo 29. Condiciones generales de ejecución de los trabajos	11
Artículo 30. Trabajos defectuosos	11
Artículo 31. Obras y vicios ocultos.....	11
Artículo 32. Materiales no utilizables o defectuosos	12
Artículo 33. Medios auxiliares.....	12
EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN	12
Artículo 34. Recepciones provisionales	12
Artículo 35. Plazo de garantía	13
Artículo 36. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.....	13
Artículo 37. Recepción definitiva	14
Artículo 38. Liquidación final.....	14
Artículo 39. Liquidación en caso de rescisión	14
EPÍGRAFE IV. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....	14
Artículo 40. Facultades de la dirección de obras	14
CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	15
EPÍGRAFE I. BASE FUNDAMENTAL.....	15
Artículo 41. Base fundamental.....	15
EPÍGRAFE II. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS	15
Artículo 42. Garantías.....	15
Artículo 43. Fianzas.....	15
Artículo 44. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza	15
Artículo 45. Devolución de la fianza.....	16
EPÍGRAFE III. PRECIOS Y REVISIONES.....	16
Artículo 46. Precios contradictorios	16
Artículo 47. Reclamaciones de aumento de precios	16

Artículo 48. Revisión de precios	17
Artículo 49. Elementos comprendidos en el presupuesto	18
EPÍGRAFE IV.- VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	18
Artículo 50. Valoración de la obra.....	18
Artículo 51. Mediciones parciales y finales	19
Artículo 52. Equivocaciones en el presupuesto	19
Artículo 53. Valoración de las obras incompletas	19
Artículo 54. Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....	19
Artículo 55. Pagos	19
Artículo 56. Suspensión por retraso de pagos	20
Artículo 57. Indemnización por retraso de los trabajos	20
Artículo 58. Indemnización por daños de causa mayor al contratista.....	20
EPÍGRAFE V. VARIOS	20
Artículo 59. Mejora de obras.....	20
Artículo 60. Seguro de los trabajos.....	21
CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	21
Artículo 61. Jurisdicción.....	21
Artículo 62. Accidentes de trabajo y daños a terceros	22
Artículo 63. Pagos de arbitrios.....	23
Artículo 64. Causas de rescisión del contrato.....	23

CAPÍTULO I: DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. Obras objeto del presente proyecto

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminada la instalación de la red de riego por goteo y la plantación con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán a medida que se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Director de la Obra.

Artículo 2. Obras accesorias no especificadas en el Pliego

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas dentro de este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

Artículo 3. Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, y si procede, redacte el oportuno proyecto.

Artículo 4. Compatibilidad y relación entre los documentos

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

Artículo 5. Director de la obra

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo o Ingeniero Técnico Agrícola, Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar la obra.

CAPÍTULO II. PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

EPÍGRAFE I. INTRODUCCIÓN

Artículo 6. Documentos

El carácter general y el alcance de la obra descrita en este proyecto están fijados por los siguientes documentos:

- .- Documento 1: Memoria.
- .- Documento 2: Anejos.
- .- Documento 3: Pliegos de condiciones.
- .- Documento 4: Planos.

Artículo 7. Obras que comprende este proyecto.

El presente Pliego de Condiciones corresponde a las obras que son preceptivas en la ejecución de las instalaciones agrícolas de la finca situada en el término municipal de Barbastro (Huesca), y que se detallan a continuación:

- Instalación del sistema de riego por goteo subterráneo

Todas las obras se ejecutarán de acuerdo con los Planos del Proyecto, los estados de Medición y Cuadros de precios del Presupuesto, así como las instrucciones verbales o escritas que el Ingeniero Director tenga a bien dictar en cada caso particular. Si a juicio de éste fuese preciso variar el tipo de alguna obra, redactará el correspondiente Proyecto primitivos, por tanto, sujeto a las mismas especificaciones que todos y cada uno de los documentos de éste, en cuanto no se le opongan específicamente.

Artículo 8. Condiciones de acabado

Todas las instalaciones se entienden como completamente acabadas, montadas e instaladas y, en su caso, en funcionamiento. El Contratista entenderá para redactar su propuesta que aquéllas deberán incluir cualquier complemento o accesorio para su terminación y puesta en marcha, tales como: gestiones y gastos necesarios, responsabilidades por incumplimiento de normas vigentes de los organismos oficiales, o por defecto, todos y cada uno de los elementos componentes, manuales de funcionamiento y conservación de aparatos o instalaciones y presentación del Proyecto de instalación a los organismos oficiales a que corresponda para su visado y aprobación.

Artículo 9. Emplazamiento

Las obras se emplazarán según las normas dictadas en la Memoria y Planos de situación.

Artículo 10. Obras accesorias

Se entiende por obras accesorias aquéllas de importancia secundaria o que, por su naturaleza, no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avance la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias se construirán con arreglo a los Proyectos particulares que se redacten, según se vaya conociendo su necesidad y quedarán sujetas a las mismas condiciones que rigen para las análogas que figuran en la contrata, con Proyecto definitivo.

Artículo 11. Casos no especificados en este pliego

En los casos que no queden determinado en el Pliego de Condiciones, se seguirá lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Generales para la contratación en Obras Publicas.

EPÍGRAFE II. OBRA CIVIL

Las obras que se refieren a este título se ejecutarán con entera sujeción a los Planos del Proyecto en cuanto a dimensiones, distribución, clase y construcción, y al Presupuesto y Mediciones que figuran en el Proyecto.

MATERIALES O MATERIAS PRIMAS

Artículo 12. Generalidades

Todos los materiales empleados en estas obras reunirán las condiciones de naturaleza requerida para cada uno a juicio del Ingeniero quien, dentro del Criterio de justicia, se reserve el derecho de ordenar, retirar, reemplazar, dentro de cualquiera de las épocas de las obras o de sus plazos de garantía, los productos, materiales, etc., que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

INSTALACIÓN DE RIEGO

Artículo 13. Tubería de PVC

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensa de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Se asegura que la empresa constructora realiza el control de forma seria y satisfactoria. Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie y se aparten de las medidas anunciadas por el fabricante. Las tuberías y piezas especiales unidas a ellas tendrán un dieléctrico tal que la conducción no se verá afectada en ningún caso por corrientes parásitas o de otro tipo.

Artículo 14. Tubería de polietileno

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma UNE-53.131. El Contratista presentará al Director de Obra documentos del fabricante que acrediten las características del material.

Artículo 15. Acoples y juntas

Se preferirán los sistemas en que los acoplamientos sean del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas. Así mismo, se hará especial hincapié en la buena calidad de las colas empleadas en juntas de este tipo.

Artículo 16. Electroválvulas

Las electroválvulas y todos sus elementos serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar. El cierre deberá ser progresivo para evitar que un cierre brusco provoque golpes de ariete. Deberán ser de larga duración.

Artículo 17. Goteros

Los goteros tendrán un coeficiente de variación en su fabricación menor del 3%. Su coeficiente de descarga será el especificado en la Memoria y Anejos.

Artículo 18. Instalación de tuberías

La tubería principal irá enterrada en una zanja de 100 cm de profundidad y las terciarias en una zanja de 100 cm. Serán montadas por personal especializado.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas: en la primera, se cubrirán con una capa de tierra hasta la prueba hidráulica de instalación; en la segunda, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

Artículo 19. Limpieza de las conducciones

Antes de proceder a la instalación de cierres terminales, se limpiarán las tuberías, dejando correr el agua. Todos los años, antes de comenzar la campaña de riegos, se procederá al limpiado de las tuberías dejando correr el agua hasta que salga por los extremos de las tuberías terciarias, utilizando un producto no corrosivo para la limpieza de las mismas.

Artículo 20. Uniformidad de riego

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad de riego recogiendo, como mínimo, 24 caudales de riego de 24 ramales representativos, siendo el valor mínimo admisible del 90 % para el coeficiente de uniformidad.

Artículo 21. Comprobación de la instalación

Una vez colocada la instalación, y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global de funcionamiento de dicha instalación. Se hará especial hincapié en la comprobación del buen funcionamiento del sistema de fertirrigación, que ha de ajustarse a las especificaciones realizadas en la Memoria del presente Proyecto. Así mismo, nos aseguraremos de la inexistencia de cavitaciones en la tubería.

CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

Artículo 22. Remisión de solicitud de ofertas

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones específicas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de su interés deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

Artículo 23. Residencia del contratista

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberán residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial de la Contrata en los documentos del reformado del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

Artículo 24. Reclamaciones contra las órdenes de dirección

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno mediante exposición razonada, dirigida al Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 25. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuanto el Director lo reclame.

Artículo 26. Copia de los documentos

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Director de la Obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

EPÍGRAFE II. TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES

Artículo 27. Libro de órdenes

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

Artículo 28. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7 de este Pliego.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro de los meses establecidos por el Director.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

Artículo 29. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de índole Técnica" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Para ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

Artículo 30. Trabajos defectuosos

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o en los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

Artículo 31. Obras y vicios ocultos

Si el Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

Artículo 32. Materiales no utilizables o defectuosos

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Director.

Artículo 33. Medios auxiliares

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Director y dentro de los límites de posibilidad

Serán de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

EPÍGRAFE III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN

Artículo 34. Recepciones provisionales

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

Artículo 35. Plazo de garantía

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este periodo, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

Artículo 36. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que las instalaciones no hayan sido ocupadas por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista las instalaciones, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y de forma correcta en el plazo que el Director fije.

Después de la recepción provisional de las instalaciones y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, etc., que los indispensables para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

Artículo 37. Recepción definitiva

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego.

Si en nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

Artículo 38. Liquidación final

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Director.

Artículo 39. Liquidación en caso de rescisión

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatario, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

EPÍGRAFE IV. FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

Artículo 40. Facultades de la dirección de obras

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los embalses y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero

con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

EPÍGRAFE I. BASE FUNDAMENTAL

Artículo 41. Base fundamental

Como base fundamental de estas "Condiciones de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción de lo expuesto en el proyecto y obra aneja contratada.

EPÍGRAFE II. GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

Artículo 42. Garantías

El Director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

Artículo 43. Fianzas

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 15% del presupuesto de las obras adjudicadas.

Artículo 44. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

Artículo 45. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

EPÍGRAFE III. PRECIOS Y REVISIONES

Artículo 46. Precios contradictorios

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a concluirla a satisfacción de éste.

Artículo 47. Reclamaciones de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión,

reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

Artículo 48. Revisión de precios

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos.

Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en

cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transporte, etc., adquiridos por el Contratista merced a la nueva información del propietario.

Cuando el propietario o el Director, en su representación, no estuviese conforme a los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

Artículo 49. Elementos comprendidos en el presupuesto

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente y en disposición de recibirse.

EPÍGRAFE IV.- VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Artículo 50. Valoración de la obra

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

Artículo 51. Mediciones parciales y finales

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

Artículo 52. Equivocaciones en el presupuesto

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

Artículo 53. Valoración de las obras incompletas

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artículo 54. Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

Artículo 55. Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

Artículo 56. Suspensión por retraso de pagos

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

Artículo 57. Indemnización por retraso de los trabajos

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados.

Artículo 58. Indemnización por daños de causa mayor al contratista

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- 1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- 2.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- 3.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomo las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- 4.- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- 5.- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

EPÍGRAFE V. VARIOS

Artículo 59. Mejora de obras

No se admitirán mejora de obra, más en el caso en que el Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de

error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

Artículo 60. Seguro de los trabajos

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de la obra que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de embalse afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.

Artículo 61. Jurisdicción

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Director de la Obra y, en último

término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá la consideración de documento de Proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado, cuidando de la conservación de sus líneas de lindeo y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Director.

Artículo 62. Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los trabajadores, en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la construcción donde se efectúen las obras como en las contiguas. Serán por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

Artículo 63. Pagos de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Director considere justo hacerlo.

Artículo 64. Causas de rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- 1.- La muerte o incapacidad del Contratista.
- 2.- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos se ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquello derecho a indemnización alguna.

- 3.- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a).- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente aproximadamente el 40%, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b).- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40%, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

4.- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de quince días, a partir de la adjudicación, en este caso, la devolución de la fianza será automática.

5.- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

7.- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9.- El abandono de la obra sin causa justificada.

10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Huesca, a 24 de OCTUBRE de 2016,
EL GRADUADO EN INGENIERIA
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
LUIS GRAU DE LACRUZ



Trabajo Fin de Grado

Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca)

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

EPSH

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 1 LATERALES PORTAGOTEROS

CONECTOR PE. u Conector de PE portagot. 16mm

Sin descomposición

Costes indirectos.....	21,00%	0,04
TOTAL PARTIDA.....		0,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

PVC 50 m. **Tub.PVC liso. PN6 DN=50mm**
 Tubería de P.V.C. rígida de 50 mm. de diámetro y 10 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.

U43AAA013	1,000 m.	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=50mm.	0,74	0,74	
U01AAB001	0,011 Hr	Cuadrilla A	38,93	0,43	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,20	0,01	
		Suma la partida			1,18
		Costes indirectos.....		21,00%	0,25
		TOTAL PARTIDA.....			1,43

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

D51ABB002 m. **Tub.PEBD c/goteo integr. c/60cm. D=16mm.**
 Tubería de Polietileno baja densidad con gotero integrado cada 60 cm. de 16 mm. de diámetro y 4 atm de presión nominal, incluyendo la mano de obra correspondiente. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni el material seleccionado, ni su compactación. Colocada y probada

U43ABB002	1,000 m.	Tub.PEBD c/goteo integr. c/60cm. D=16mm.	0,16	0,16	
U01AAB001	0,001 Hr	Cuadrilla A	38,93	0,04	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	0,20	0,00	
		Suma la partida			0,20
		Costes indirectos.....		21,00%	0,04
		TOTAL PARTIDA.....			0,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

INYECTADO PE m **Inyectado PE con maquinaria**

TRACTOR	1,000 m	Tractor 150 CV	0,01	0,01	
PEON RIEGO	3,000	Peon especializado riego	0,00	0,00	
APEROS	1,000	Apero inyeccion PE	0,01	0,01	
		TOTAL PARTIDA.....			0,02

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 2 TRAMOS GENERALES DE TUBERIA					
SUBCAPÍTULO MOV TIERRAS Movimiento de tierras					
D02HF001	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.			
U01AAA007	0,160 Hr	Peón suelto	14,96	2,39	
A03BC001	0,088 Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	62,64	5,51	
%CI	3,000 %	Costes indirectos..(s/total)	7,90	0,24	
		Suma la partida			8,14
		Costes indirectos.....		21,00%	1,71
		TOTAL PARTIDA.....			9,85
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
D02TA101	M3	RELLENO TIERRAS MECÁN. S/APORT. M3. Relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos.			
U01AAA007	0,064 Hr	Peón suelto	14,96	0,96	
A03BA001	0,016 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	54,78	0,88	
A03BD002	0,012 Hr	MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 110 CV	61,27	0,74	
A03CA002	0,012 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	69,57	0,83	
%CI	3,000 %	Costes indirectos..(s/total)	3,40	0,10	
		Suma la partida			3,51
		Costes indirectos.....		21,00%	0,74
		TOTAL PARTIDA.....			4,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO TUBERIAS GEN Tuberias terciarias, secundarias y general					
D51AAB003	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=90mm. Tubería de P.V.C. rígida de 90 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB003	1,000 m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=90mm.	1,93	1,93	
U01AAB001	0,017 Hr	Cuadrilla A	38,93	0,66	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,60	0,03	
		Suma la partida			2,62
		Costes indirectos.....		21,00%	0,55
		TOTAL PARTIDA.....			3,17
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS					
PVC 50	m.	Tub.PVC liso. PN6 DN=50mm Tubería de P.V.C. rígida de 50 mm. de diámetro y 10 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAA013	1,000 m.	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=50mm.	0,74	0,74	
U01AAB001	0,011 Hr	Cuadrilla A	38,93	0,43	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,20	0,01	
		Suma la partida			1,18
		Costes indirectos.....		21,00%	0,25
		TOTAL PARTIDA.....			1,43
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D51AAB002	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=75mm. Tubería de P.V.C. rígida de 75 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB002	1,000 m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=75mm.	1,30	1,30	
U01AAB001	0,016 Hr	Cuadrilla A	38,93	0,62	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,90	0,02	
		Suma la partida			1,94
		Costes indirectos.....		21,00%	0,41
		TOTAL PARTIDA.....			2,35

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

D51AAB001	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=63mm. Tubería de P.V.C. rígida de 63 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB001	1,000 m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=63mm.	1,00	1,00	
U01AAB001	0,015 Hr	Cuadrilla A	38,93	0,58	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,60	0,02	
		Suma la partida			1,60
		Costes indirectos.....		21,00%	0,34
		TOTAL PARTIDA.....			1,94

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 3 VALVULERÍA					
D51IDL003	u	927 - válv. contador reductor presión limitador de caudal -DN 3" Válvula contador reductor presión limitador de caudal -Diámetro 3" colocada			
U43IELF003	1,000 u	927 - válv. contador reductor presión limitador de caudal -DN 3"	415,00	415,00	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	415,00	4,15	
		Suma la partida			419,15
		Costes indirectos.....		21,00%	88,02
		TOTAL PARTIDA.....			507,17
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS SIETE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS					
D51IM001	ud	Ventosa/purgador autom.DN=40 mm. Válvula ventosa/purgador automática Diámetro 40 mm. Colocada			
U43IN001	1,000 ud	Ventosa/purgador autom.DN=40 mm.	244,27	244,27	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	244,30	2,44	
		Suma la partida			246,71
		Costes indirectos.....		21,00%	51,81
		TOTAL PARTIDA.....			298,52
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS					
D51IC015	ud	Válvula esfera PVC encol.D=50 Válvula esfera PVC encolada Diámetro 50 mm. Colocada			
U43ID015	1,000 ud	Válvula esfera PVC encol.D=50	9,92	9,92	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	9,90	0,10	
		Suma la partida			10,02
		Costes indirectos.....		21,00%	2,10
		TOTAL PARTIDA.....			12,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con DOCE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 4 EDIFICIO CONTROL DE MANDOS					
INYECTOR FERT		Inyector fertilizantes			
			Sin descomposición		
		Costes indirectos.....	21,00%	136,50	
		TOTAL PARTIDA.....			786,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
FILTRO AUTOLI	u	Filtro de anillas autolimpiable 4"			
			Sin descomposición		
		Costes indirectos.....	21,00%	588,00	
		TOTAL PARTIDA.....			3.388,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS					
CASETA RIEGO	u	Caseta prefabricada de 3x3 m			
			Sin descomposición		
		Costes indirectos.....	21,00%	420,00	
		TOTAL PARTIDA.....			2.420,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS VEINTE EUROS					
D5110A003	u	Contadores tipo woltman (turbo bar), s/emisor pulsos - DN 3" Contadores tipo woltman (turbo bar), sin emisor pulsos - Diámetro 3" Colocado			
U431PA003	1,000 u	Contadores tipo woltman (turbo bar), s/emisor pulsos - DN 3"	220,00	220,00	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	220,00	2,20	
		Suma la partida.....			222,20
		Costes indirectos.....	21,00%	46,66	
		TOTAL PARTIDA.....			268,86
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 5 AUTOMATISMOS					
D39GA101	Ud	Programador completo con accesorios Ud. Suministro e instalación de programador electrónico TORO ó RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.			
U01BL003	2,700 Hr	Especialista	14,19	38,31	
U01BL007	0,900 Hr	Peón ordinario	10,09	9,08	
U36AA005	1,000 Ud	Programador	750,00	750,00	
%CI	3,000 %	Costes indirectos..(s/total)	797,40	23,92	
		Suma la partida			821,31
		Costes indirectos.....		21,00%	172,48
		TOTAL PARTIDA.....			993,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
MICROTUB	m	Microtubo comando de PE 8mm			
			Sin descomposición		
		Costes indirectos.....		21,00%	0,02
		TOTAL PARTIDA.....			0,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DOCE CÉNTIMOS					
VALV 3 VIAS	u	Válvula de 3 vias			
			Sin descomposición		
		Costes indirectos.....		21,00%	3,15
		TOTAL PARTIDA.....			18,15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS					
BAT 12V	u	Bateria de 12V CC			
			Sin descomposición		
		Costes indirectos.....		21,00%	5,93
		TOTAL PARTIDA.....			34,18
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 6 ACCESORIOS PVC					
SUBCAPÍTULO TAPONES Tapones tuberías					
D51BABF006	ud	Tapón PVC H-H j.pegada PN16 D=50mm Tapón PVC Hembra-Hembra junta pegada presión nominal 16 atm. Diámetro 50 mm. Colocado y probado			
U43BABF006	1,000 ud	Tapón PVC H-H j.pegada PN16 D=50mm	1,87	1,87	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,90	0,02	
		Suma la partida			1,89
		Costes indirectos.....		21,00%	0,40
		TOTAL PARTIDA.....			2,29
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS					
SUBCAPÍTULO CODOS Codos tuberías					
D51BABD023	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=50mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 50 mm. Colocado y probado			
U43BABD023	1,000 ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=50mm	2,03	2,03	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,00	0,02	
		Suma la partida			2,05
		Costes indirectos.....		21,00%	0,43
		TOTAL PARTIDA.....			2,48
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
D51BABD025	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=75mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 75 mm. Colocado y probado			
U43BABD025	1,000 ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=75mm	6,44	6,44	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	6,40	0,06	
		Suma la partida			6,50
		Costes indirectos.....		21,00%	1,37
		TOTAL PARTIDA.....			7,87
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
D51BABD006	ud	Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=50mm Codo PVC junta pegada 45° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 50 mm. Colocado y probado			
U43BABD006	1,000 ud	Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=50mm	2,26	2,26	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,30	0,02	
		Suma la partida			2,28
		Costes indirectos.....		21,00%	0,48
		TOTAL PARTIDA.....			2,76
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
D51BABD007	ud	Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=63mm Codo PVC junta pegada 45° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 63 mm. Colocado y probado			
U43BABD007	1,000 ud	Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=63mm	3,68	3,68	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,70	0,04	
		Suma la partida			3,72
		Costes indirectos.....		21,00%	0,78
		TOTAL PARTIDA.....			4,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
D51BABD026	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=90mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 90 mm. Colocado y probado			
U43BABD026	1,000 ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=90mm	9,59	9,59	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	9,60	0,10	
		Suma la partida			9,69
		Costes indirectos.....		21,00%	2,03
		TOTAL PARTIDA.....			11,72
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D51BABD024	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=63mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 63 mm. Colocado y probado			
U43BABD024	1,000 ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=63mm	3,38	3,38	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,40	0,03	
		Suma la partida			3,41
		Costes indirectos.....		21,00%	0,72
		TOTAL PARTIDA.....			4,13

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TRECE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO REDUCCIONES Casquillos reductores

D51BABE008	ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=90/75mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 90/75 mm. Colocada y probada			
U43BABE008	1,000 ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=90/75mm	3,92	3,92	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,90	0,04	
		Suma la partida			3,96
		Costes indirectos.....		21,00%	0,83
		TOTAL PARTIDA.....			4,79

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D51BABE006	ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=63/50mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 63/50 mm. Colocada y probada			
U43BABE006	1,000 ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=63/50mm	1,52	1,52	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,50	0,02	
		Suma la partida			1,54
		Costes indirectos.....		21,00%	0,32
		TOTAL PARTIDA.....			1,86

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D51BABE007	ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=75/63mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 75/63 mm. Colocada y probada			
U43BABE007	1,000 ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=75/63mm	2,24	2,24	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,20	0,02	
		Suma la partida			2,26
		Costes indirectos.....		21,00%	0,47
		TOTAL PARTIDA.....			2,73

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO TES Tes tuberías

D51BAAC023	ud	Te PVC j.elástica 90° D=90mm Te PVC junta elástica 90° Diámetro 90 mm. Colocada y probada.			
U43BAAC023	1,000 ud	Te PVC j.elástica 90° D=90mm	10,95	10,95	
%MAP	1,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	11,00	0,11	
		Suma la partida			11,06
		Costes indirectos.....		21,00%	2,32
		TOTAL PARTIDA.....			13,38

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 7 SEGURIDAD E HIGIENE					

CUADRO DE PRECIOS

EPSH

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 1 LATERALES PORTAGOTEROS			
CONECTOR PE.	u	Conector de PE portagot. 16mm	0,24
			CERO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
PVC 50	m.	Tub.PVC liso. PN6 DN=50mm Tubería de P.V.C. rígida de 50 mm. de diámetro y 10 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	1,43
			UN EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
D51ABB002	m.	Tub.PEBD c/goteo integr. c/60cm. D=16mm. Tubería de Polietileno baja densidad con gotero integrado cada 60 cm. de 16 mm. de diámetro y 4 atm de presión nominal, incluyendo la mano de obra correspondiente. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni el material seleccionado, ni su compactación. Colocada y probada	0,24
			CERO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS
INYECTADO PE	m	Inyectado PE con maquinaria	0,02
			CERO EUROS con DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 2 TRAMOS GENERALES DE TUBERIA			
SUBCAPÍTULO MOV TIERRAS Movimiento de tierras			
D02HF001	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.	9,85
D02TA101	M3	RELLENO TIERRAS MECÁN. S/APORT. M3. Relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos.	4,25
		NUEVE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
		CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO TUBERIAS GEN Tuberías terciarias, secundarias y general			
D51AAB003	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=90mm. Tubería de P.V.C. rígida de 90 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	3,17
		TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	
PVC 50	m.	Tub.PVC liso. PN6 DN=50mm Tubería de P.V.C. rígida de 50 mm. de diámetro y 10 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	1,43
D51AAB002	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=75mm. Tubería de P.V.C. rígida de 75 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	2,35
		UN EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	
D51AAB001	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=63mm. Tubería de P.V.C. rígida de 63 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	1,94
		DOS EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	
		UN EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 3 VALVULERÍA			
D51IDLF003	u	927 - válv. contador reductor presión limitador de caudal -DN 3" Válvula contador reductor presión limitador de caudal -Diámetro 3" colocada	507,17
D51IM001	ud	Ventosa/purgador autom.DN=40 mm. Válvula ventosa/purgador automática Diámetro 40 mm. Colocada	QUINIENTOS SIETE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS 298,52
D51IC015	ud	Válvula esfera PVC encol.D=50 Válvula esfera PVC encolada Diámetro 50 mm. Colocada	DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS 12,12 DOCE EUROS con DOCE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 4 EDIFICIO CONTROL DE MANDOS			
INYECTOR FERT		Inyector fertilizantes	786,50
			SETECIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS
FILTRO AUTOLI	u	Filtro de anillas autolimpiable 4"	3.388,00
CASETA RIEGO	u	Caseta prefabricada de 3x3 m	2.420,00
			TRES MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS
D5110A003	u	Contadores tipo woltman (turbo bar), s/emisor pulsos - DN 3"	268,86
		Contadores tipo woltman (turbo bar), sin emisor pulsos - Diámetro 3" Colocado	
			DOS MIL CUATROCIENTOS VEINTE EUROS
			DOSCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 5 AUTOMATISMOS			
D39GA101	Ud	Programador completo con accesorios Ud. Suministro e instalación de programador electrónico TORO ó RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.	993,79
			NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
MICROTUB	m	Microtubo comando de PE 8mm	0,12
			CERO EUROS con DOCE CÉNTIMOS
VALV 3 VIAS	u	Válvula de 3 vias	18,15
			DIECIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS
BAT 12V	u	Bateria de 12V CC	34,18
			TREINTA Y CUATRO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 6 ACCESORIOS PVC			
SUBCAPÍTULO TAPONES Tapones tuberías			
D51BABF006	ud	Tapón PVC H-H j.pegada PN16 D=50mm Tapón PVC Hembra-Hembra junta pegada presión nominal 16 atm. Diámetro 50 mm. Colocado y probado	2,29
		DOS EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO CODOS Codos tuberías			
D51BABD023	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=50mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 50 mm. Colocado y probado	2,48
		DOS EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
D51BABD025	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=75mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 75 mm. Colocado y probado	7,87
		SIETE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D51BABD006	ud	Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=50mm Codo PVC junta pegada 45° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 50 mm. Colocado y probado	2,76
		DOS EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
D51BABD007	ud	Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=63mm Codo PVC junta pegada 45° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 63 mm. Colocado y probado	4,50
		CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
D51BABD026	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=90mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 90 mm. Colocado y probado	11,72
		ONCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
D51BABD024	ud	Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=63mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 63 mm. Colocado y probado	4,13
		CUATRO EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO REDUCCIONES Casquillos reductores			
D51BABE008	ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=90/75mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 90/75 mm. Colocada y probada	4,79
		CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
D51BABE006	ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=63/50mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 63/50 mm. Colocada y probada	1,86
		UN EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
D51BABE007	ud	Casquillo reductor PVC j.peg D=75/63mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 75/63 mm. Colocada y probada	2,73
		DOS EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
SUBCAPÍTULO TES Tes tuberías			
D51BAAC023	ud	Te PVC j.elástica 90° D=90mm Te PVC junta elástica 90° Diametro 90 mm. Colocada y probada.	13,38
			TRECE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 7 SEGURIDAD E HIGIENE			

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

EPSH

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 LATERALES PORTAGOTEROS									
CONECTOR PE. u	Conector de PE portagot. 16mm						1.680,00	0,24	403,20
PVC 50	m. Tub.PVC liso. PN6 DN=50mm Tubería de P.V.C. rígida de 50 mm. de diámetro y 10 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						820,00	1,43	1.172,60
D51ABB002	m. Tub.PEBD c/goteo integr. c/60cm. D=16mm. Tubería de Polietileno baja densidad con gotero integrado cada 60 cm. de 16 mm. de diámetro y 4 atm de presión nominal, incluyendo la mano de obra correspondiente. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni el material seleccionado, ni su compactación. Colocada y probada						113.286,00	0,24	27.188,64
INYECTADO PE m	Inyectado PE con maquinaria						113.286,00	0,02	2.265,72
TOTAL CAPÍTULO 1 LATERALES PORTAGOTEROS									26.226,52

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2 TRAMOS GENERALES DE TUBERIA									
SUBCAPÍTULO MOV TIERRAS Movimiento de tierras									
D02HF001	M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO								
	M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.						340,00	9,85	3.349,00
D02TA101	M3 RELLENO TIERRAS MECÁN. S/APORT.								
	M3. Relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos.						340,00	4,25	1.445,00
							TOTAL SUBCAPÍTULO MOV TIERRAS Movimiento de tierras		3.961,00
SUBCAPÍTULO TUBERIAS GEN Tuberías terciarias, secundarias y general									
D51AAB003	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=90mm.								
	Tubería de P.V.C. rígida de 90 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						439,00	3,17	1.391,63
PVC 50	m. Tub.PVC liso. PN6 DN=50mm								
	Tubería de P.V.C. rígida de 50 mm. de diámetro y 10 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						357,00	1,43	510,51
D51AAB002	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=75mm.								
	Tubería de P.V.C. rígida de 75 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						201,00	2,35	472,35
D51AAB001	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=63mm.								
	Tubería de P.V.C. rígida de 63 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						270,00	1,94	523,80
							TOTAL SUBCAPÍTULO TUBERIAS GEN Tuberías terciarias, secundarias y general		2.393,38
							TOTAL CAPÍTULO 2 TRAMOS GENERALES DE TUBERIA		6.354,38

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 VALVULERÍA									
D51IDLF003	u 927 - válv. contador reductor presión limitador de caudal -DN 3" Válvula contador reductor presión limitador de caudal -Diámetro 3" colocada						8,00	507,17	4.057,36
D51IM001	ud Ventosa/purgador autom.DN=40 mm. Válvula ventosa/purgador automática Diámetro 40 mm. Colocada						2,00	298,52	597,04
D51IC015	ud Válvula esfera PVC encol.D=50 Válvula esfera PVC encolada Diámetro 50 mm. Colocada						16,00	12,12	193,92
	TOTAL CAPÍTULO 3 VALVULERÍA.....								4.006,94

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 4 EDIFICIO CONTROL DE MANDOS									
INYECTOR FERT	Inyector fertilizantes						1,00	786,50	786,50
FILTRO AUTOLI	u Filtro de anillas autolimpiable 4"						1,00	3.388,00	3.388,00
CASETA RIEGO	u Caseta prefabricada de 3x3 m						1,00	2.420,00	2.420,00
D51IOA003	u Contadores tipo woltman (turbo bar), s/emisor pulsos - DN 3" Contadores tipo woltman (turbo bar), sin emisor pulsos - Diámetro 3" Colocado						1,00	268,86	268,86
TOTAL CAPÍTULO 4 EDIFICIO CONTROL DE MANDOS									5.672,20

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 5 AUTOMATISMOS									
D39GA101	Ud Programador completo con accesorios Ud. Suministro e instalación de programador electrónico TORO ó RAIN DIRD de 12 estaciones, digital, con transformador incorporado y montaje.						1,00	993,79	993,79
MICROTUB	m Microtubo comando de PE 8mm						1.310,00	0,12	157,20
VALV 3 VIAS	u Válvula de 3 vías						4,00	18,15	72,60
BAT 12V	u Bateria de 12V CC						1,00	34,18	34,18
TOTAL CAPÍTULO 5 AUTOMATISMOS									1.040,56

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6 ACCESORIOS PVC									
SUBCAPÍTULO TAPONES Tapones tuberías									
D51BABF006	ud Tapón PVC H-H j.pegada PN16 D=50mm Tapón PVC Hembra-Hembra junta pegada presión nominal 16 atm. Diámetro 50 mm. Colocado y probado						4,00	2,29	9,16
							TOTAL SUBCAPÍTULO TAPONES Tapones tuberías.....		7,56
SUBCAPÍTULO CODOS Codos tuberías									
D51BABD023	ud Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=50mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 50 mm. Colocado y probado						8,00	2,48	19,84
D51BABD025	ud Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=75mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 75 mm. Colocado y probado						15,00	7,87	118,05
D51BABD006	ud Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=50mm Codo PVC junta pegada 45° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 50 mm. Colocado y probado						8,00	2,76	22,08
D51BABD007	ud Codo PVC j.peg.45° PN16 H-H D=63mm Codo PVC junta pegada 45° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 63 mm. Colocado y probado						5,00	4,50	22,50
D51BABD026	ud Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=90mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 90 mm. Colocado y probado						3,00	11,72	35,16
D51BABD024	ud Codo PVC j.peg.90° PN16 H-H D=63mm Codo PVC junta pegada 90° presión nominal 16 atm. Hembra-Hembra Diámetro 63 mm. Colocado y probado						6,00	4,13	24,78
							TOTAL SUBCAPÍTULO CODOS Codos tuberías		200,27

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO REDUCCIONES Casquillos reductores									
D51BABE008	ud Casquillo reductor PVC j.peg D=90/75mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 90/75 mm. Colocada y probada						4,00	4,79	19,16
D51BABE006	ud Casquillo reductor PVC j.peg D=63/50mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 63/50 mm. Colocada y probada						8,00	1,86	14,88
D51BABE007	ud Casquillo reductor PVC j.peg D=75/63mm Casquillo reductor PVC junta pegada Diámetro 75/63 mm. Colocada y probada						8,00	2,73	21,84
							TOTAL SUBCAPÍTULO REDUCCIONES Casquillos reductores 46,24		
SUBCAPÍTULO TES Tes tuberías									
D51BAAC023	ud Te PVC j.elástica 90° D=90mm Te PVC junta elástica 90° Diametro 90 mm. Colocada y probada.						4,00	13,38	53,52
							TOTAL SUBCAPÍTULO TES Tes tuberías..... 44,24		
							TOTAL CAPÍTULO 6 ACCESORIOS PVC 298,31		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 7 SEGURIDAD E HIGIENE								
	TOTAL CAPÍTULO 7 SEGURIDAD E HIGIENE.....								2.239,26
	TOTAL.....								45.838,17

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

EPSH

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	LATERALES PORTAGOTEROS	26.226,52	57,22
2	TRAMOS GENERALES DE TUBERIA	6.354,38	13,86
3	VALVULERÍA	4.006,94	8,74
4	EDIFICIO CONTROL DE MANDOS	5.672,20	12,37
5	AUTOMATISMOS	1.040,56	2,27
6	ACCESORIOS PVC	298,31	0,65
7	SEGURIDAD E HIGIENE	2.239,26	4,89
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	45.838,17	
	13,00 % Gastos generales.....	5.958,96	
	6,00 % Beneficio industrial.....	2.750,29	
	SUMA DE G.G. y B.I.	8.709,25	
	21,00 % I.V.A.	11.454,96	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	66.002,38	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	66.002,38	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SESENTA Y SEIS MIL DOS EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

, a 18 de octubre de 2016.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA



Trabajo Fin de Grado

Proyecto de instalación de riego por goteo enterrado en una parcela situada en el término municipal de Barbastro (Huesca)

DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA

ÍNDICE

1. MEMORIA INFORMATIVA	4
1.1. Datos de la obra y antecedentes.....	4
1.1.1. Emplazamiento.....	4
1.1.2. Denominación	4
1.1.3. Presupuesto estimado.....	4
1.1.4. Plazo de ejecución	5
1.1.5. Número de trabajadores.....	5
1.1.6. Propiedad.....	5
1.1.7. Parcelas colindantes	5
1.1.8. Accesos.....	5
1.1.9. Topografía.....	5
1.1.10. Climatología del lugar.....	5
1.1.11. Lugar del centro asistencial más próximo en caso de accidente.....	5
1.1.12. Uso anterior del solar.....	5
1.2. Descripción de la obra y problemática de su entorno.....	6
1.2.1. Tipo de obra	6
1.2.2. Movimiento de tierras	6
1.2.3. Obras auxiliares.....	6
1.2.4. Existencia de antiguas instalaciones	6
1.2.5. Circulación de personas ajenas a la obra	6
1.2.6. Suministro de energía eléctrica	6
1.2.7. Suministro de agua potable	6
2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	7
2.1. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo	7
2.1.1. Excavación	7
2.1.2. Movimiento de tierras	8
2.1.4. Acabados e instalaciones	9
2.1.5. Albañilería	9
2.1.6. Colocación de tuberías	10
2.1.7. Montaje de prefabricados	12
2.2. Instalaciones sanitarias.....	13
2.2.1. Dotación de aseo.....	13
2.2.2. Dotación del vestuario	13

2.2.3. Dotación del almacén	13
2.2.4. Dotación de la oficina	13
2.4. Instalación contra incendios	14
2.5. Maquinaria	14
2.5.1. Maquinaria de movimientos de tierras	14
2.5.2. Maquinaria de elevación	18
2.5.3. Maquinas-herramientas	19
2.6. Medios auxiliares.....	20
3. ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS TRABAJOS DE REPARACION, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO	22

1. MEMORIA INFORMATIVA

1.1. Datos de la obra y antecedentes

1.1.1. Emplazamiento

Los trabajos del presente Estudio de Seguridad y Salud se desarrollan en el término Municipal de Barbastro en la comarca del Somontano, en la provincia de Huesca. Es una parcela de 7,91 ha, próximo a un pueblo llamado Burceat que pertenece a la localidad de Barbastro. La carretera de Burceat linda con la parcela como podemos ver en la siguiente imagen.



Ilustración 1. Emplazamiento

1.1.2. Denominación

En la parcela anteriormente citada, se pretende llevar a cabo la instalación de un riego por goteo subterráneo para cultivos extensivos.

1.1.3. Presupuesto estimado

En el Proyecto de Ejecución Material, que ha sido redactado por el Graduado en ingeniería agrícola y del medio rural D. Luis Grau De Lacruz, se ha previsto un importe de 66.002,38 euros.

1.1.4. Plazo de ejecución

Se tiene programado un plazo de ejecución inicial de 6 meses.

1.1.5. Número de trabajadores

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores alcanzará la cifra de 4 operarios.

1.1.6. Propiedad

El encargo de éste Estudio de Seguridad ha sido realizado por Luis Grau De Lacruz.

1.1.7. Parcelas colindantes

En las proximidades de la parcela existen diferentes fincas de otros propietarios y del promotor del presente proyecto, las cuales son usadas para el cultivo de cebada y algún olivar principalmente.

1.1.8. Accesos

Para acceder a la parcela desde Barbastro hay que seguir la carretera HU-V-3532 e incorporarse a carretera Burceat, a unos 5 km de distancia de Barbastro. El acceso resulta bastante cómodo, como observamos en la imagen 1.

1.1.9. Topografía

La parcela es en toda su extensión bastante llana, presenta pequeñas pendientes hacia sus extremos.

1.1.10. Climatología del lugar

La zona climatológica presenta inviernos fríos y veranos extremos no tiene mayor incidencia. Habrá que tener en cuenta las posibles heladas en los días mas fríos.

1.1.11. Lugar del centro asistencial más próximo en caso de accidente

La ubicación del Centro Asistencial de la Seguridad Social más próximo a la obra se encuentra a 5 Km en Barbastro.

1.1.12. Uso anterior del solar

Anteriormente se dedicaba al uso agrícola. Estaba destinado al cultivo del olivo.

1.2. Descripción de la obra y problemática de su entorno

1.2.1. Tipo de obra

Se pretende realizar una instalación de riego por goteo subterráneo. Se llevara a cabo la apertura y cierre de las zanjas necesarias, inyectado de tubería, así como la instalación de una caseta prefabricada de hormigón.

1.2.2. Movimiento de tierras

No está previsto roturar ni llevar a cabo explanación del terreno. El único movimiento de tierras que se realizara será la apertura y cierre de zanjas para las tuberías, las cuales llevarán a cabo de acuerdo con los espesores y profundidades señalados en la documentación del proyecto.

Por las zanjas cavadas circularan las tuberías generales, y de estas saldrán sus respectivas secundarias y terciarias de las cuales saldrá cada manguera portagotos que en este caso irán inyectadas en el terreno.

1.2.3. Obras auxiliares

Estarán comprendidas en este apartado la colocación del vallado perimetral la caseta de riego.

1.2.4. Existencia de antiguas instalaciones

No consta existencia de antiguas instalaciones en la parcela.

1.2.5. Circulación de personas ajenas a la obra

Como la obra se realiza en una zona sin tránsito, no será necesaria ninguna medida de seguridad en este apartado, ya que todas las personas que se encuentren cerca de obra pertenecerán a ella.

1.2.6. Suministro de energía eléctrica

Toda la energía usada tanto para la construcción de los riegos y parcela será obtenida mediante grupos eléctricos, una vez la parcela ya construida, la energía para el programador se obtendrá de la instalación de una placa solar con una batería.

1.2.7. Suministro de agua potable

No hay suministro de agua potable en la parcela. Se llevara el agua que sea necesaria durante el tiempo de ejecución de la obra.

2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo

2.1.1. Excavación

Descripción de los trabajos

La excavación será necesaria para colocar las tuberías de PVC que llevarán el agua a los ramales portagoteros. Antes de iniciar estos trabajos, se habrá cerrado el solar con una valla y se habrán realizado las instalaciones higiénicas provisionales.

Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel, a consecuencia del estado del terreno.
- Heridas punzantes, causadas por las armaduras.
- Caídas de objetos desde la maquinaria.
- Atropellos causados por la maquinaria.

Normas básicas de seguridad

- Realización del trabajo por personal cualificado.
- Clara delimitación de las áreas para acopio de tubos, depósito de lodos, etc.
- Las armaduras antes de su colocación, estarán totalmente terminadas, eliminándose así el acceso del personal al fondo de las zanjas, estas las usaremos en la construcción de la caseta de riego.
- Durante el izado de los tubos, estará prohibida la permanencia de personal, en el radio de acción de la máquina.
- Mantenimiento en el mejor estado posible de limpieza, de la zona de trabajo, habilitando para el personal, caminos de acceso a cada tajo.

Protecciones personales

- Casco homologado, en todo momento.
- Guantes de cuero, para el manejo de juntas y hormigonado, ferralla, etc.
- Mono de trabajo, trajes de agua.
- Botas de goma.

Protecciones colectivas

- Perfecta delimitación de la zona de trabajo de la maquinaria.
- Organización del tráfico y señalización.
- Adecuado mantenimiento de la maquinaria.
- Protección de la zanja, mediante barandilla resistente con rodaje.

2.1.2. Movimiento de tierras

Descripción de los trabajos

Se iniciarán con pala cargadora para nivelar en lo mayor de lo posible en el terreno.

Riesgos más frecuentes

- Atropellos y colisiones, originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Caídas en altura.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendio.

Normas básicas de seguridad

- Las maniobras de la maquinaria, estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Las paredes de la excavación, se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
- Se cumplirá, la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Al realizar trabajos en zanja la distancia mínima entre los trabajadores será de 1 m.
- La salida al camino de camiones, será avisada por personal distinto al conductor, para prevenir a los posibles usuarios de la vía.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.

Protecciones personales

- Casco homologado.
- Mono de trabajo y en su caso trajes de agua y botas.
- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria, si estaba dotada de cabina antivuelco.

Protecciones colectivas

- Recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables herméticamente cerrados.
- No apilar materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.
- Señalización y ordenación del tráfico de máquinas de forma visible y sencilla.

2.1.4. Acabados e instalaciones

Descripción de los trabajos

- Instalaciones de electricidad
- Caídas de personal al mismo nivel, por uso indebido de las escaleras.
- Electrocutaciones.
- Cortes en extremidades superiores.

Protecciones personales

- Mono de trabajo.
- Casco aislante homologado.

Protecciones colectivas

- La zona de trabajo estará siempre limpia y ordenada, e iluminada adecuadamente.
- Las escaleras estarán provistas de tirantes, para así delimitar su apertura cuando sean de tijera; si son de mano serán de madera con elementos antideslizantes en su base.
- Se señalarán convenientemente las zonas donde se esté trabajando.

2.1.5. Albañilería

Descripción de los trabajos

Los trabajos de albañilería que se pueden realizar en la obra no son muy abundantes. Se llevan a cabo en la construcción de la caseta de riego y en otros aspectos no muy importantes.

Riesgos más frecuentes

- Salpicaduras a los ojos sobre todo en trabajos realizados en los techos.
- Dermatitis; por contacto con las pastas y morteros.
- Proyección de partículas al cortar los materiales.
- Cortes y heridas.
- Aspiración de polvo al usar máquinas para cortar o lijar.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas de altura a diferente nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes en extremidades superiores e inferiores.

Normas básicas de seguridad

Hay una norma básica para todos estos trabajos, es el orden y la limpieza en cada uno de los trabajos, estando las superficies de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros) los cuales pueden provocar golpes o caídas, obteniéndose de esta forma un mayor rendimiento y seguridad.

Protecciones personales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado para todo el personal.
- Guantes de goma fina o caucho natural.
- Manoplas de cuero.
- Gafas de seguridad.
- Gafas protectoras.
- Mascarillas anti-polvo.

Protecciones colectivas

- Coordinación de todos los oficios que intervienen en la obra.

2.1.6 Colocación de tuberías

Riesgos más frecuentes

- Golpes o choques con objetos dentro de las zanjas.
- Caída o vuelco de vehículos.
- Caídas de altura
- Caída de la propia tubería al ser bajada a la zanja, con peligro de golpes y atrapamiento.
- Atrapamientos.
- Aplastamiento de extremidades.
- Sobre-esfuerzos.
- Heridas y cortes por objetos, máquinas y herramientas manuales.
- Quemaduras con los elementos de soldadura en las tuberías de PEAD.
- Polvo.
- Dermatitis por contactos con lubricantes.

Normas preventivas

- Todo el personal que se dedique al montaje de tuberías será especialista en ello.

- Las tuberías nunca se acopiarán en los límites de la zanja, puesto que se pueden deslizar y provocar golpes y atrapamientos. En caso de tener que situarse en proximidades, se sujetarán mediante cuñas para evitar su deslizamiento.
- Con tiempo lluvioso se evitará la soldadura de las tuberías de PEAD.
- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- El acceso y salida de una zanja se efectuará por medios sólidos y seguros.
- Nunca se colocarán las manos en la zona de enchufe de las tuberías de fundición para evitar atrapamientos.
- Se utilizarán guantes de goma para la aplicación de lubricantes a las campanas hembras de enchufe de tuberías de fundición.
- El tractel para el enchufe de tuberías será sólidamente sujetado para evitar deslizamientos.
- Para no mantener grandes tramos de zanjas abiertas se procurará que se monten los tubos a medida que se va abriendo la zanja.
- La eslinga, gancho o balancín empleado para elevar y colocar tubos, estará en perfectas condiciones y será capaz de soportar los esfuerzos a los que estará sometido.
- Se les ordenará a los trabajadores que estén recibiendo los tubos en el fondo de la zanja que se retiren lo suficiente hasta que la grúa lo sitúe, para evitar que una falsa maniobra del gruista puedan resultar atrapados entre el tubo y la zanja.
- El gancho de la grúa debe tener el pestillo de seguridad.
- Se deberán paralizar los trabajos de montaje de tubos bajo regímenes de viento superiores a 60 km/h.

Equipo de protección individual

- Guantes de cuero
- Guantes de PVC o goma para la aplicación del lubricante a las tuberías de fundición.
- Botas de puntera.
- Uso de casco protector.
- Gafas de protección antipartículas.
- Mascarillas anti-polvo.
- Cinturón / arnés de seguridad.

2.1.7 Montaje de prefabricados

Riesgos más frecuentes

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.
- Atropellos.
- Caídas de las personas.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Cortes o golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Aplastamiento de manos o pies al recibir las piezas.

Normas preventivas

- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos, en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de recibir al borde de los forjados, las piezas prefabricadas servidas mediante grúa. La pieza prefabricada, será izada del gancho de la grúa mediante auxilio de balancines.
- Una vez presentado en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, al montaje definitivo. Concluido el cual, podrá desprenderse del balancín.
- Los trabajos de recepción e instalación del prefabricado se realizarán desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm montados sobre andamios.
- Se instalarán señales de “peligro, paso de cargas suspendidas” sobre los pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- Si alguna pieza prefabricada llegara a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se la intentará detener utilizando exclusivamente los cabos de gobierno.
- Se vigilará cuidadosamente el estado de la maquinaria y elementos auxiliares que se empleen para el izado de los prefabricados.
- No se izarán elementos prefabricados para su colocación bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h.

- Las plantas permanecerán limpias de obstáculos para las maniobras de instalación.
- Para el manejo de los prefabricados se seguirán siempre las indicaciones del fabricante.

Equipo de protección individual

- Uso obligatorio de casco de protección craneal
- Calzado de seguridad
- Guantes de cuero
- Cinturón de seguridad

2.2. Instalaciones sanitarias

Se colocarán durante la ejecución de la obra, la caseta que figura en los planos. Serán suficientes, ya que durante la ejecución de estos trabajos, la cifra de operarios no superarán las diez personas. Además colocaran las casetas prefabricadas que a continuación se relacionan:

2.2.1. Dotación de aseo

- Unos retretes con carga y descarga automática de agua corriente, papel higiénico y percha, en la vivienda, con puerta y cierre interior.
- Dos lavabos con secador de manos por aire caliente, de parada automática y existencias de jabón. Se instalará un espejo de dimensiones 1,00 x 0,50 m.
- Una duchas con puerta.

2.2.2. Dotación del vestuario

- 4 taquillas metálicas individuales provistas de llave.
- Un banco de madera corrido.
- Un espejo de dimensiones 1,00 x 0,50 m.

2.2.3. Dotación del almacén

- Ningún elemento reseñable.

2.2.4. Dotación de la oficina

- Una mesa con su silla correspondiente
- Dos sillas
- Un armario

En el vestuario se instalará el botiquín de urgencias con agua oxigenada, alcohol de 90º, tintura de yodo, mercurio-cromo, amoniaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos y termómetro clínico.

Todas las estancias, estarán convenientemente dotadas de luz eléctrica.

2.4. Instalación contra incendios

Las causas que propician la aparición de un incendio en una instalación al aire libre no son distintas de las que lo generan en otro lugar: existencia de una fuente de ignición (hogueras, braseros, energía solar, trabajos de soldaduras, conexiones eléctricas, cigarrillos, etc.), junto a una sustancia combustible (encofrados de madera, carburante para la maquinaria, pintura etc.), puesto que el comburente (oxígeno), está presente en todos los casos.

Por todo ello, se realizará una revisión y comprobación periódica de la instalación eléctrica provisional así como el correcto acopio de sustancias combustibles con los envases perfectamente cerrados e identificados, a lo largo de la ejecución de la obra, situando este acopio en planta baja, almacenando en las plantas superiores los materiales de cerámica, sanitarios, etc.

Los medios de extinción serán los siguientes: extintores portátiles, instalando dos de dióxido de carbono de 12 kg en el acopio de los líquidos inflamables; uno de 6 kg de polvo seco anti-grasa en la oficina de obra; uno de 12 kg de dióxido de carbono junto al cuadro general de protección, y por último uno de 6 kg de polvo seco anti-grasa en el almacén de herramientas. Así mismo consideramos que deben tenerse en cuenta otros medios de extinción tales como el agua, la arena, herramientas de uso común, (p alas, rastrillos, picos, etc.). Los caminos de evacuación estarán libres de obstáculos; de aquí la importancia del orden y limpieza en todos los aspectos. Existirá la adecuada señalización indicando los lugares de prohibición de fumar (acopio de líquidos combustibles, situación del extintor, camino de evacuación, etc.). Todas las medidas, han sido consideradas para que el personal extinga el fuego en la fase inicial, si es posible, o disminuya sus efectos hasta la llegada de los bomberos, los cuales, en todos los casos, serán avisados inmediatamente.

2.5. Maquinaria

2.5.1. Maquinaria de movimientos de tierras

a) Pala cargadora

Riesgos más frecuentes

- Atropellos y colisiones, en maniobras de marcha atrás y giros.
- Caída de material, desde la cuchara.
- Vuelco de la máquina.

Normas básica de seguridad

- Comprobación y conservación periódica de los elementos de la máquina.
- Empleo de la máquina por personal autorizado y cualificado.
- Si se cargan piedras de tamaño considerable, se hará una cama de arena sobre el elemento de carga, para evitar rebotes y roturas.
- Estará prohibido el transporte de personas en la máquina.
- La batería quedará desconectada, la cuchara apoyada en el suelo y la llave de contacto no quedará puesta, siempre que la máquina finalice su trabajo por descanso u otra causa.
- No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se considerarán las características del terreno donde actúa la máquina para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.

Protecciones personales

- El operador llevará en todo momento:
- Casco de seguridad homologado.
- Botas antideslizantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección contra el polvo en tiempo seco.
- Asiento anatómico.

Protecciones colectivas

- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona del trabajo de la máquina.

b) Camión basculante

Riesgos más frecuentes

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras de operaciones de mantenimiento.

- Vuelcos, al circular por la rampa de acceso.

Normas básicas de seguridad

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuarse la descarga y antes de emprender la marcha.
- Al realizar las entradas o salidas del solar los hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Si por cualquier circunstancia, tuviera que parar en la rampa de acceso, el vehículo quedará frenado, y calzado con topes.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Las maniobras, dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Protecciones personales

- El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:
 - Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
 - Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
 - Antes de comenzar la descarga tendrá echado el freno de mano.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar este tipo de maniobras.
- Si descarga material, en las proximidades de la zanja y pozo, se aproximará a una distancia máxima de 1 m., garantizando ésta mediante topes.

c) Retroexcavadora

Riesgos más frecuentes

- Vuelco con hundimiento del terreno.
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.

Normas básicas de seguridad

- No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.
- La cabina, estará dotada de extintor de incendios, al igual que el resto de las máquinas.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia delante y, tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- El personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Al circular, lo hará con la cuchara plegada.
- Al finalizar el trabajo de la máquina, la cuchara quedará apoyada en el suelo o plegada sobre la máquina; si la parada es prolongada se desconectará la batería y se retirará la llave de contacto.
- Durante excavación del terreno en la zona entrada al solar, la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

Protecciones personales

- El operador llevará en todo momento:
 - Casco de seguridad homologado.
 - Ropa de trabajo adecuada.
 - Botas antideslizantes.
 - Limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pies sobre los pedales.

Protecciones colectivas

- No permanecerá nadie en el radio de acción de la máquina.
- Al descender por la rampa el brazo de la cuchara estará situado en la parte trasera de la máquina.

2.5.2. Maquinaria de elevación

a) Camión grúa

Riesgos más frecuentes

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, etc.

Normas básicas de seguridad

- Todos los trabajos están condicionados por los siguientes datos: Carga máxima 4.000 kg; longitud pluma 25 m; carga en punta 750 kg; contrapeso 4.000 kg.

- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro de desplazamiento.

- Asimismo estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso.

- El cubo de hormigonado, cerrará herméticamente, para evitar caídas de material.

- Las plataformas para elevación de material cerámico, dispondrán de rodapié de 20 cm, colocando la carga bien repartida, para evitar deslizamientos.

- En ningún momento se efectuarán tiros sesgados de la carga, ni se hará más de una maniobra a la vez.

- La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto depositará la carga en el origen inmediatamente.

- Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, el desplazamiento del carro, y el descenso y elevación del gancho.

- La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles, con las cargas permitidas.

- Todos los movimientos de la grúa, se harán desde la botonera, realizados por persona competente, auxiliado por el señalista.

- Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecargas, y es recomendable, si se prevén fuertes vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 km/h., cortando corriente a 80 km/h.

- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo de paracaídas instalado al montar la grúa.

- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma, ésta dispondrá de cable de visita.

- Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la obra se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, elevándolo hacia arriba, colocando el carro cerca del mástil, comprobando que no se puede enganchar al girar libremente la pluma; se pondrán a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectando la corriente eléctrica.

- Comprobación de la existencia de certificación de las pruebas de estabilidad después del montaje.

Protecciones personales

- El maquinista y el personal auxiliar llevarán casco en todo momento.
- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Cinturón de seguridad, en todas las labores de mantenimiento, anclado a puntos sólidos o al cable de visita de la pluma.
- La corriente eléctrica estará desconectada si es necesario actuar en los componentes eléctricos de la grúa.

Protecciones colectivas

- Se evitará volar la carga sobre otras personas trabajando.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra.
- Durante las operaciones de mantenimiento de la grúa, las herramientas manuales se transportarán en bolsas adecuadas, no tirando al suelo estas, una vez finalizado el trabajo.
- El cable de elevación, y la puesta a tierra se comprobarán periódicamente.

2.5.3. Maquinas-herramientas

- Herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y rozadora.

Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas de altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvos.

- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades.

Normas básicas de seguridad

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

Protecciones personales

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
- Cinturón de seguridad, para trabajos en altura.

Protecciones colectivas

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación a herramientas estarán en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

2.6. Medios auxiliares

Descripción de los medios auxiliares

- Los medio auxiliares más empleados son los siguientes:
- Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos en la caseta de riego siendo:

- Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tableros colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos.

- Escaleras, empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero los problemas que plantean las escaleras fijas haremos referencia de ellas aquí:

- Escaleras de mano, se dan de dos tipos: metálicas y de madera para trabajos en altura pequeña y de poco tiempo o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.

Andamios de borriquetas

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tableros como tablero horizontal.

Escaleras fijas

- Caídas del personal.

Escaleras de mano

- Caídas de niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.

- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

Normas básicas de seguridad

Escaleras de mano

- Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.
- Estarán fuera de las zonas de paso.
- Los largueros serán de una sola pieza con los peldaños ensamblados.
- El apoyo inferior se realizará sobre superficies planas, llevando en pie elementos que impidan el desplazamiento.

- El apoyo superior se hará sobre elementos resistentes y planos.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a ellas.
- Se prohíben manejar en las escaleras pesos superiores a 25 kg.
- Nunca se efectuará trabajos sobre las escaleras que obliguen al uso de las dos manos.

- Las escaleras dobles o de tijeras estarán protegidas de cadenas o cables que impidan que éstas se abran al utilizarse.
- La indicación de las escaleras será aproximadamente de 75° que equivalen a estar separadas de la vertical la cuarta parte de su longitud entre los apoyos.

Protecciones personales

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad homologado.
- Zapatos con suela antideslizantes.

Protecciones colectivas

- Se delimitará la zona de trabajo en los andamios colgados, evitando el paso del personal por trabajo de éstos, así como éste coincida con zonas de acopio de materiales.
- Se colocarán viseras o marquesinas de protección debajo de la zona de trabajo, principalmente cuando se esté trabajando con los andamios en los cerramientos de fachada.
- Se señalará la zona de influencia mientras duren las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios.

3. ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS TRABAJOS DE REPARACION, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Mantenimiento

La dificultad para desarrollar esta parte del Estudio de Seguridad estriba en que la mayoría de los casos no existe una planificación para el mantenimiento, conservación y entretenimiento.

La experiencia demuestra que los riesgos que aparecen en las operaciones de mantenimiento, entretenimiento y conservación son muy similares a los que aparecen el proceso constructivo, por ello remitimos a cada uno de los epígrafes de los desarrollados en este Estudio de Seguridad e Higiene, en los que se describen los riesgos específicos para cada fase de la obra:

- Albañilería
- Instalaciones

Hacemos especial mención de los riesgos correspondientes a la conservación, mantenimiento y reparación de las instalaciones de saneamiento en la que los riesgos más frecuentes son:

- Inflamaciones y explosiones.
- Intoxicaciones y contaminaciones.
- Pequeños hundimientos.

Para paliar estos riesgos se adoptarán las siguientes medidas de prevención:

Inflamaciones y explosiones

Antes de iniciar los tajos, el contratista encargado de los mismos debe informarse de la situación de las canalizaciones de agua, gas y electricidad, como instalaciones básicas o de cualquier tipo que tuviese el edificio y que afectase a la zona de trabajo. Es fundamental tener en cuenta ese aspecto ya que estamos trabajando con un pozo a varios metros de profundidad.

En caso de encontrar canalizaciones de gas o de electricidad, se señalarán convenientemente y se protegerán con medios adecuados.

Se establecerá el programa de trabajos claro, que faciliten un movimiento ordenado en el lugar de los mismos, de personal, medios auxiliares y materiales; es aconsejable entrar en contacto con el representante local de los servicios que pudieran verse afectados para decidir de común acuerdo las medidas de prevención que hay que adoptar. En todo caso, el contratista ha de tener en cuenta que los riesgos de explosión en un espacio subterráneo se incrementan con la presencia de:

- Canalizaciones de alimentación de agua.
- Conducciones eléctricas para iluminación y fuerza.
- Conducciones de línea telefónica.
- Conducciones para iluminación de vías públicas.

- Para paliar los riesgos citados, se tomarán las siguientes medidas de seguridad:

- Se establecerá una ventilación forzada que obligue a la evacuación de los posibles vapores inflamables.

- No se encenderán máquinas eléctricas, ni sistemas de iluminación antes de tener constancia de que ha desaparecido el peligro.

- En casos muy peligrosos se realizarán mediciones de la concentración de los vapores en el aire.

Intoxicaciones y contaminaciones

Estos riesgos se presentan cuando se localizan en lugares subterráneos concentraciones de aguas residuales por rotura de canalizaciones que las transportan a los puntos de evacuación y son de tipo biológico.

Ante la sospecha de un riesgo de este tipo, debe contarse con servicios especializados en detección de agente contaminante y realizarse una limpieza profunda del mismo antes de iniciar los trabajos de mantenimiento o reparación que resulten necesarios.

Es por ello que al usar el pozo para bombear agua al embalse, cada mes deberá revisarse que todo este correcto y no haya ningún tipo de rotura por mínima que sea.

Pequeños hundimientos

En todo caso, ante la imposibilidad de que se produzcan atrapamientos del personal que trabaja en zonas subterráneas, se usarán las medidas de entibación en trabajos de mina convenientemente sancionadas por la práctica constructiva (avance en galerías estrechas, pozos, etc.), colocando protecciones cuajadas y convenientemente acodaladas; vigilando a diario la estructura resistente de la propia entibación para evitar que los movimientos de tierras incontrolados hubiera piezas que no trabajaran correctamente y se pudiera provocar la desestabilización del sistema de entibación.

Huesca, a 11 de OCTUBRE de 2016,
EL GRADUADO EN INGENIERIA
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
LUIS GRAU DE LACRUZ

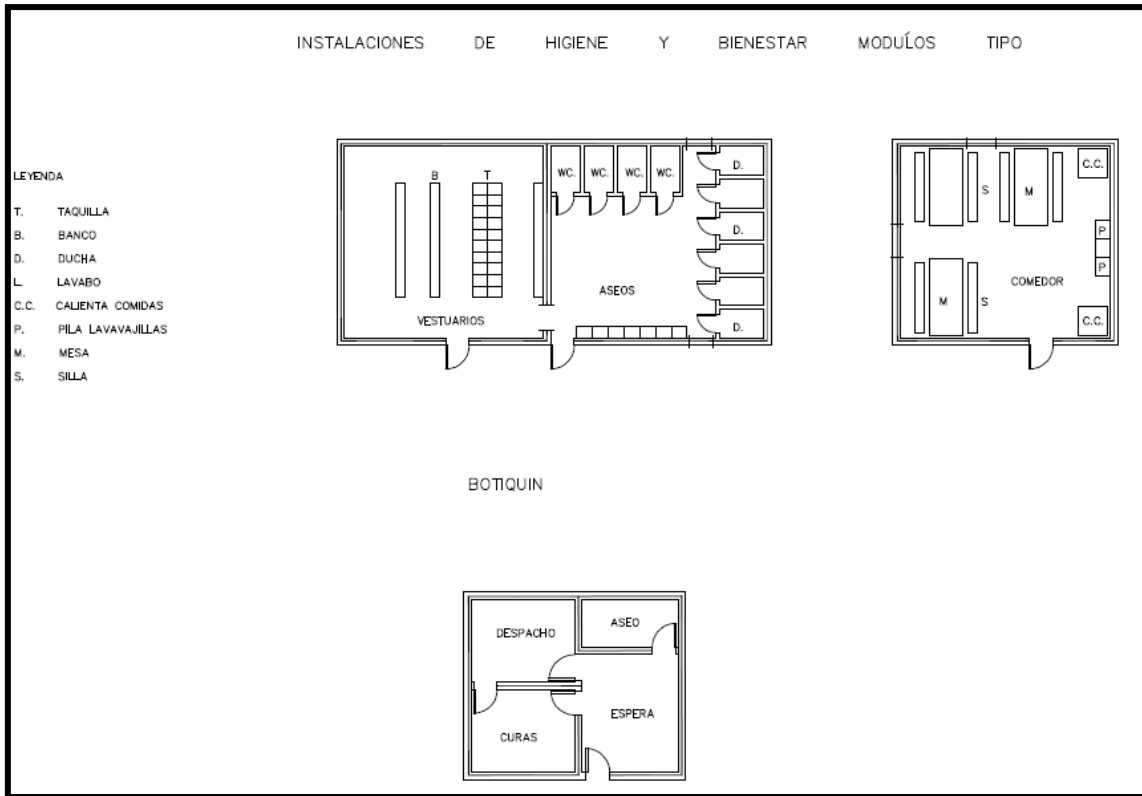
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

ÍNDICE

PLANO 1. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	3
PLANO 2. SEÑALES DE PROHIBICIÓN.....	3
PLANO 3. SEÑALES DE PELIGRO	4
PLANO 4. SEÑALES DE MANIOBRA	4
PLANO 5. CASCO Y MASCARILLA	5
PLANO 6. CARCASAS PROTECTORAS RADIALES	5
PLANO 7. SEÑALIZACIÓN DE CONDUCCIONES ELÉCTRICAS Y DE GAS... 6	
PLANO 8. GRÚA PRÓXIMA A LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	6
PLANO 9. BASCULANTE PRÓXIMO A LÍNEAS ELÉCTRICAS	7
PLANO 10. PRECAUCIONES LÍNEAS ELÉCTRICAS	7
PLANO 11. SEÑALIZACIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	8
PLANO 12. PROTECCIÓN ZANJAS	8
PLANO 13. BARANDILLAS DE LAS ZANJAS.....	9
PLANO 14. ESCALERA DE MANO.....	9
PLANO 15. CALZO DE CAMIONES Y GANCHOS.....	10
PLANO 16. SEÑALES DE OBLIGACIÓN	10
PLANO 17. SEÑALES DE INFORMACIÓN	11
PLANO 18. BOTA DE SEGURIDAD.....	11
PLANO 19. CUADRO DE ALIMENTACIÓN EN OBRA.....	12
PLANO 20. USO DE LA MAQUINARIA	13
PLANO 21. CARRETILLA DE TRANSPORTE	13
PLANO 22. RETROEXCAVADORA	14
PLANO 23. HORMIGONERAS.....	14
PLANO 24. COMPRESOR	15

PLANO 1. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR



PLANO 2. SEÑALES DE PROHIBICIÓN

COLOR DE FONDO: BLANCO (*)
 BORDÉ Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (*)
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

DIMENSIONES (mm.)		
D	d	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8

SEÑAL						
Nº	B-1-1	B-1-2	B-1-3	B-1-4	B-1-5	B-1-6
REFERENCIA	PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS. PROHIBIDO FUMAR	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES	PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA
CONTENIDO GRAFICO	CIGARRILLO ENCENDIDO	GERILLA ENCENDIDA	PERSONA CAMINANDO	AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO	PROHIBIDO EL PASO	PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO

(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

PLANO 3. SEÑALES DE PELIGRO

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
 BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIANGULO)
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)
 (*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 4B-103

DIMENSIONES (mm.)		
L	l	m
984	482	30
420	348	21
287	248	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

NOTAS:
 (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-B5 CON EJEMPLO GRAFICO
 (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-B5

SEÑAL	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
Nº	B-3-1	B-3-2	B-3-3	B-3-4	B-3-5	B-3-6
REFERENCIA	PRECAUCION	PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO	PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION	PRECAUCION PELIGRO DE ODRROSION	PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION	PRECAUCION PELIGRO DE SAGUIDA ELECTRICA
CONTENIDO GRAFICO	SEÑO DE ADMIRACION	LLAMA	BOMBA EXPLOSIVA	LIQUIDO QUE CAE GOTAS A GOTAS SOBRE UNA BARRA Y GOTAS SOBRE UNA MANO	CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS	FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 4178 DE LA CEI)(-UNE 20-957/1)

SEÑAL	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-3-7	B-3-8	B-3-9	B-3-10	B-3-11	
REFERENCIA	PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO	PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL	PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
CONTENIDO GRAFICO	DESPRENDIMIENTO EN TALUD	MAQUINA EXCAVADORA	CAIDA AL MISMO NIVEL	CAIDA A DISTINTO NIVEL	OBJETOS CAYENDO	CARGA SUSPENDIDA

PLANO 4. SEÑALES DE MANIOBRA

CÓDIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGANCHADOR CAMBIE DE UNA MAQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZON DE UN TALLER A OTRO, ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES. NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACION SE INSERTAN A CONTINUACION.

1 LEVANTAR LA CARGA

6 BAJAR LA CARGA

11 GIRAR EL AGULÓN EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL DEDO

2 LEVANTAR EL AGULÓN O PLUMA

7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE

12 AVANZAR EN LA DIRECCIÓN INDICADA POR EL SEÑALISTA

3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE

8 BAJAR EL AGULÓN O PLUMA

13 SACAR PLUMA

4 LEVANTAR EL AGULÓN O PLUMA LENTAMENTE

9 BAJAR EL AGULÓN O PLUMA LENTAMENTE

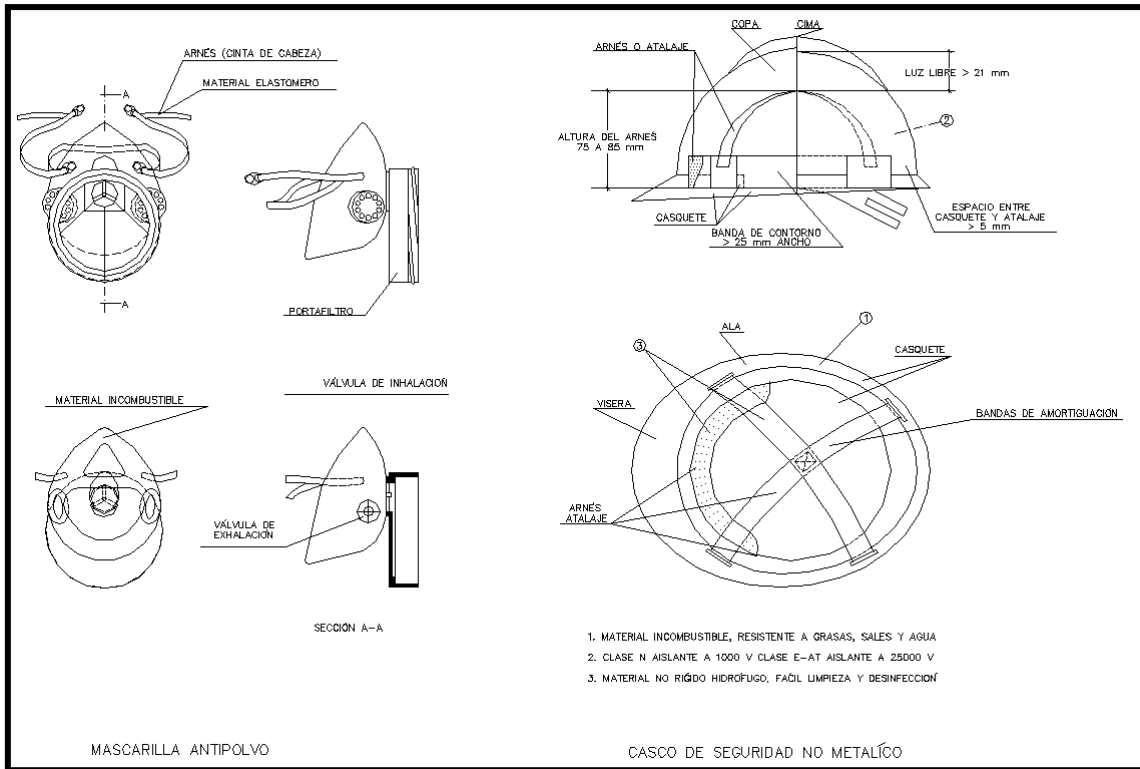
14 METER PLUMA

5 LEVANTAR EL AGULÓN O PLUMA Y BAJAR LA CARGA

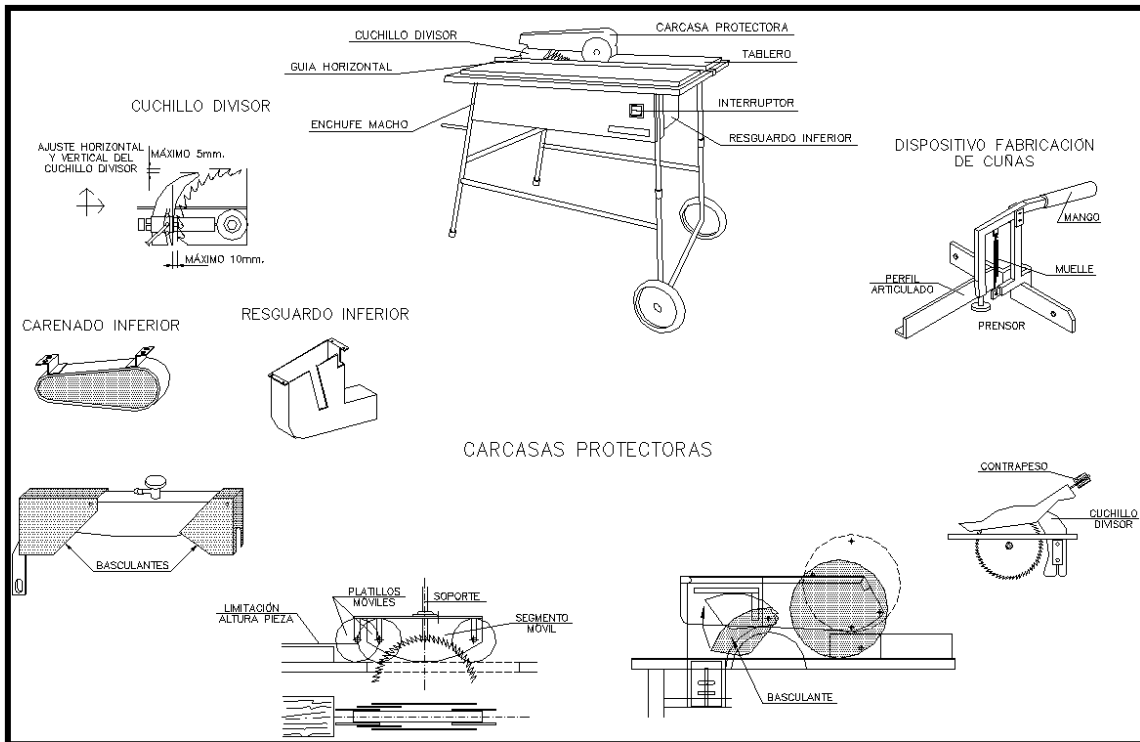
10 BAJAR EL AGULÓN O PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA

15 PARAR

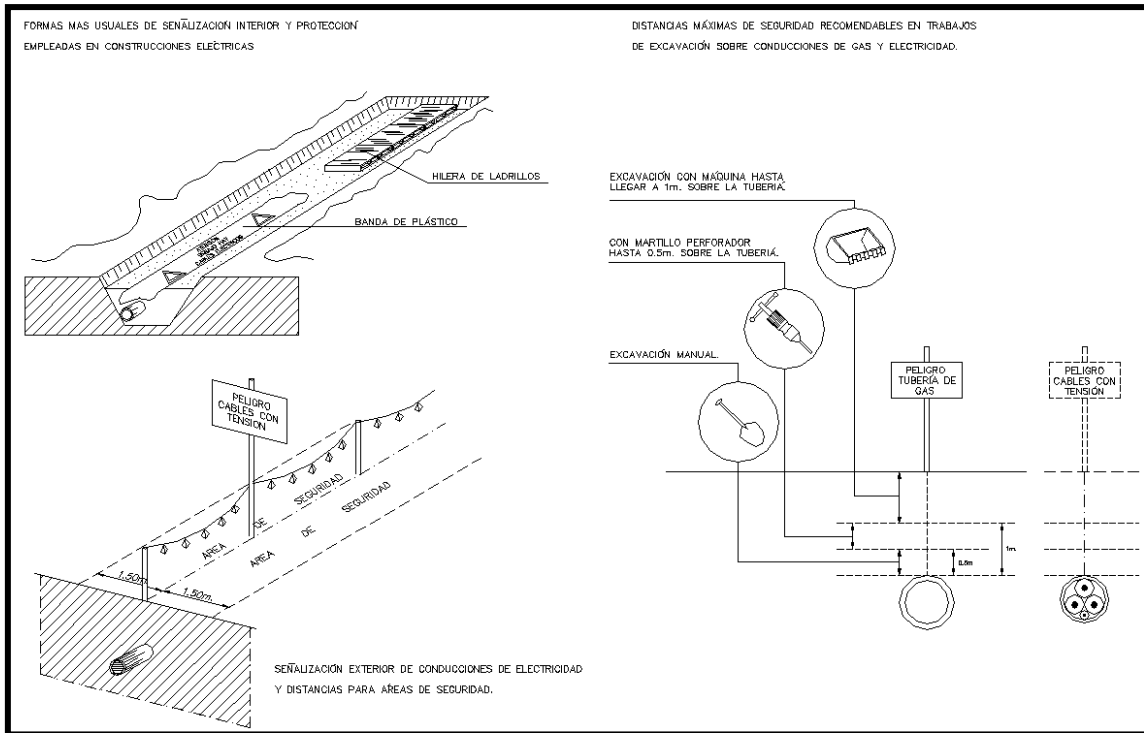
PLANO 5. CASCO Y MASCARILLA



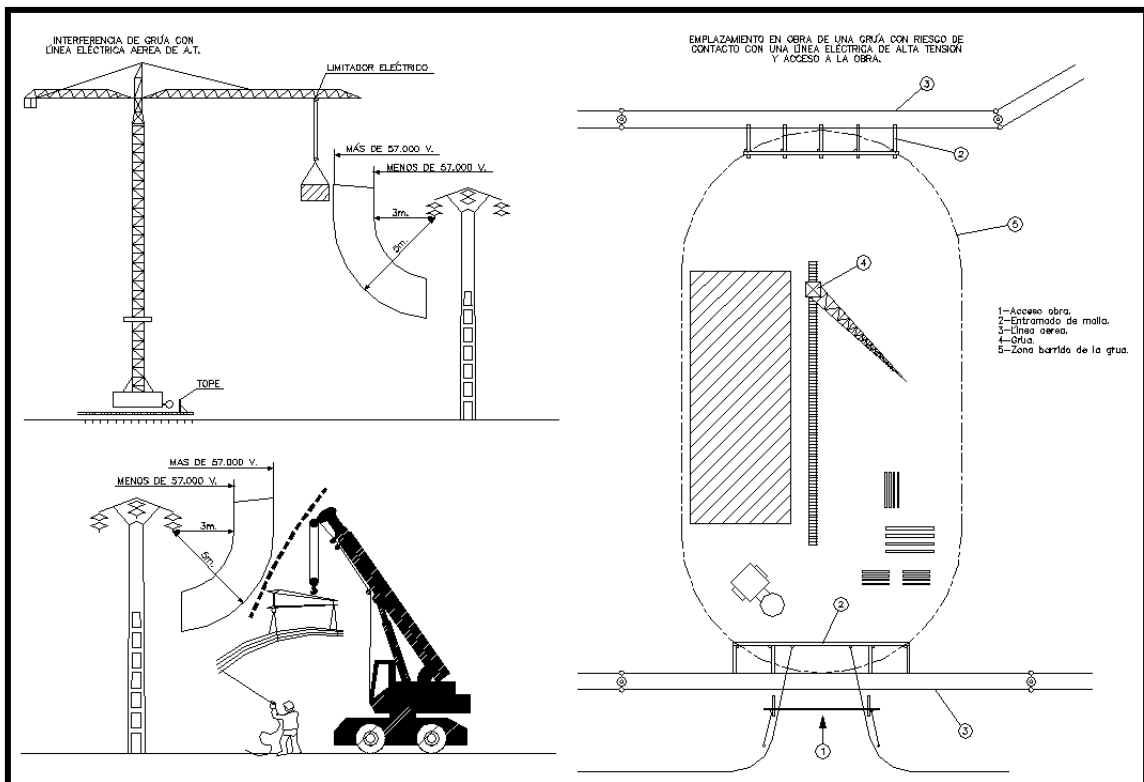
PLANO 6. CARCASAS PROTECTORAS RADIALES



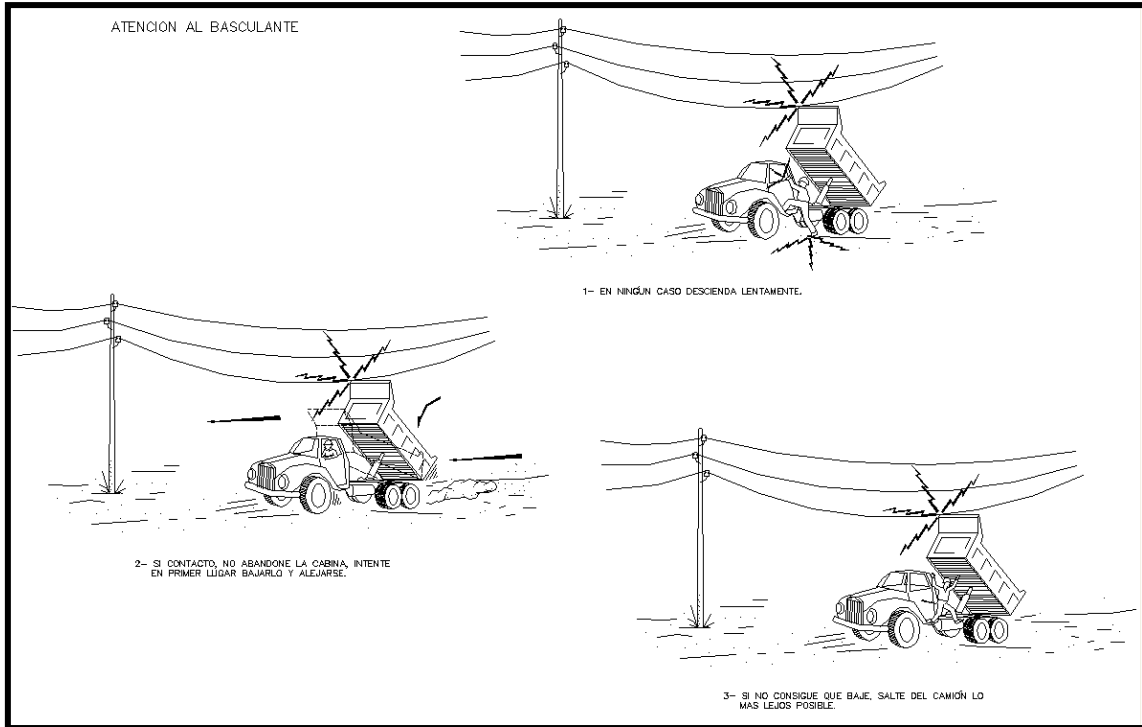
PLANO 7. SEÑALIZACIÓN DE CONDUCCIONES ELÉCTRICAS Y DE GAS



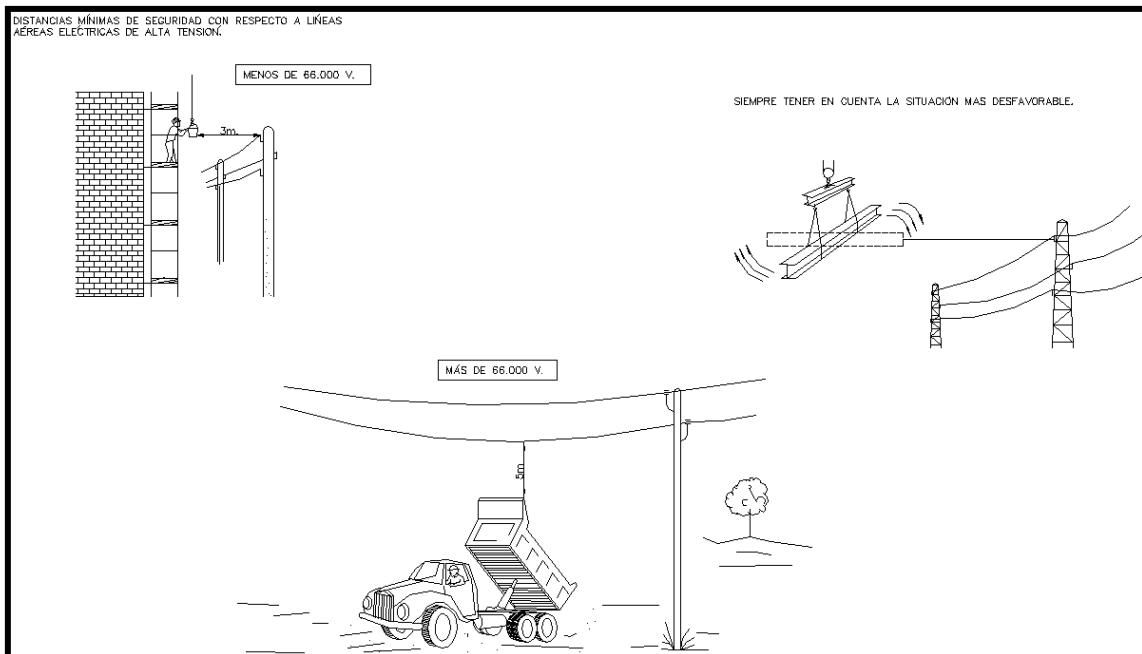
PLANO 8. GRÚA PRÓXIMA A LÍNEAS ELÉCTRICAS



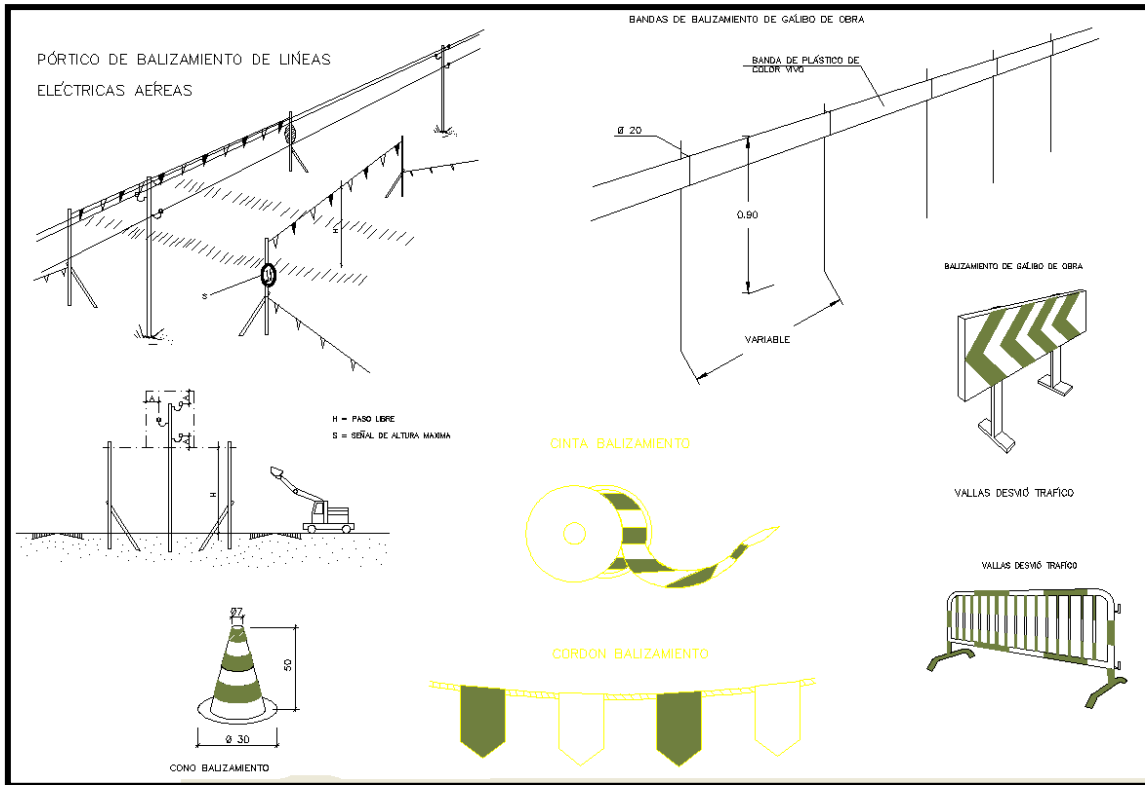
PLANO 9. BASCULANTE PRÓXIMO A LÍNEAS ELÉCTRICAS



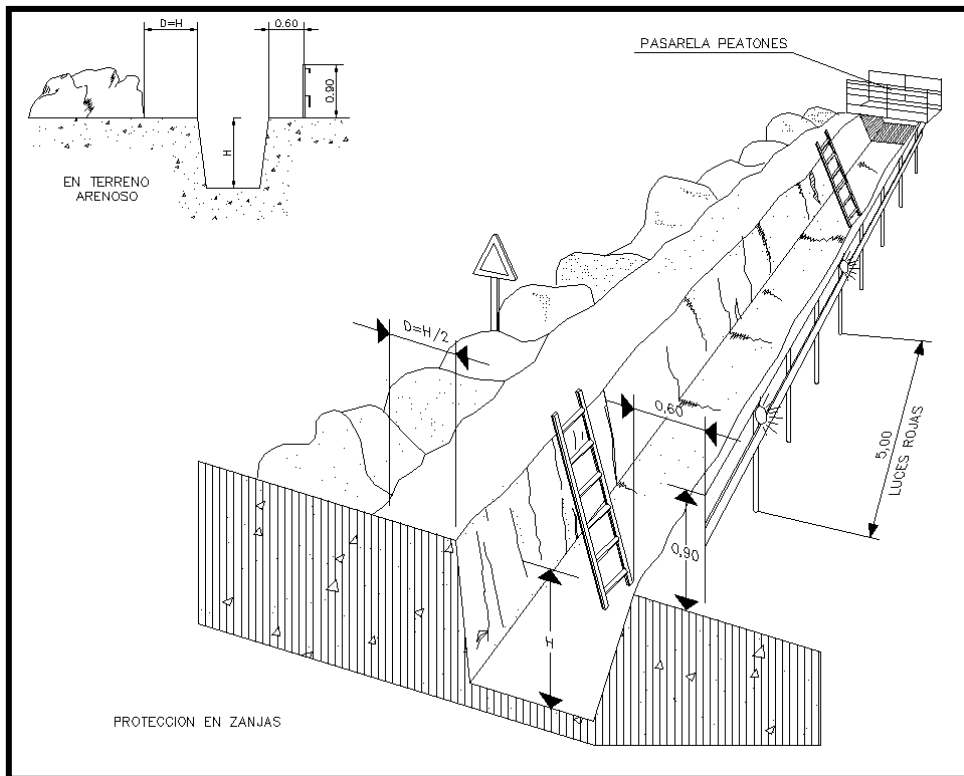
PLANO 10. PRECAUCIONES LÍNEAS ELÉCTRICAS



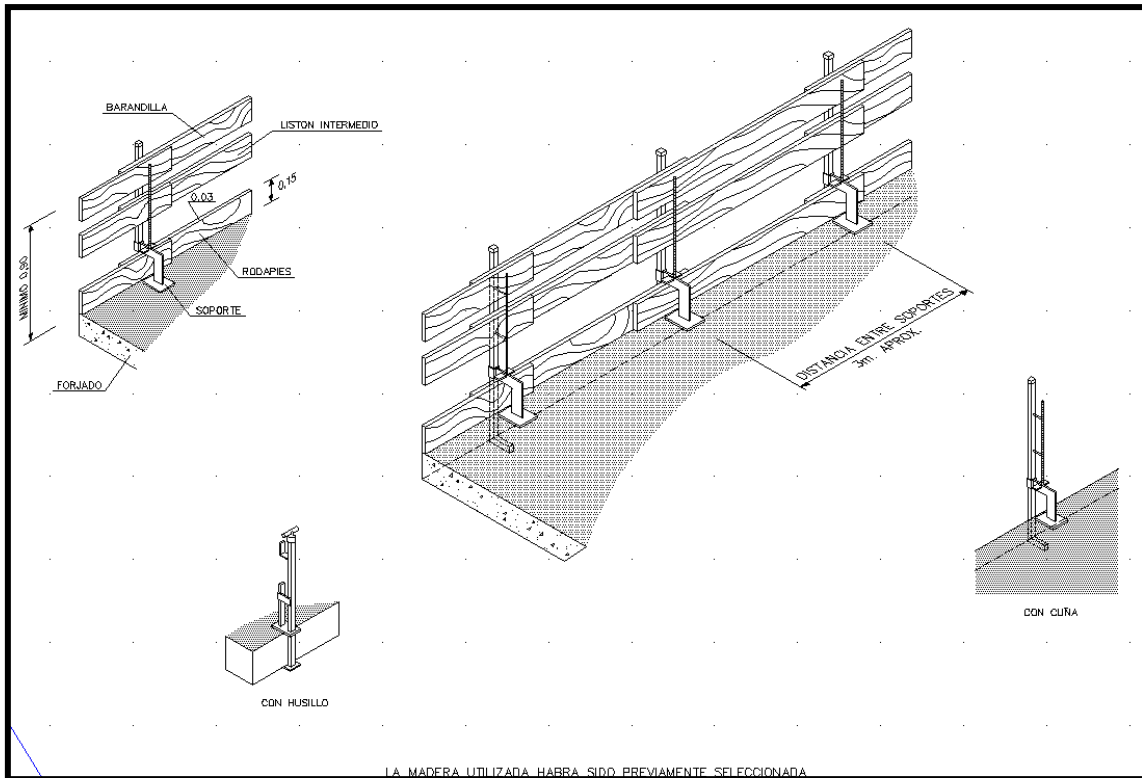
PLANO 11. SEÑALIZACIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS



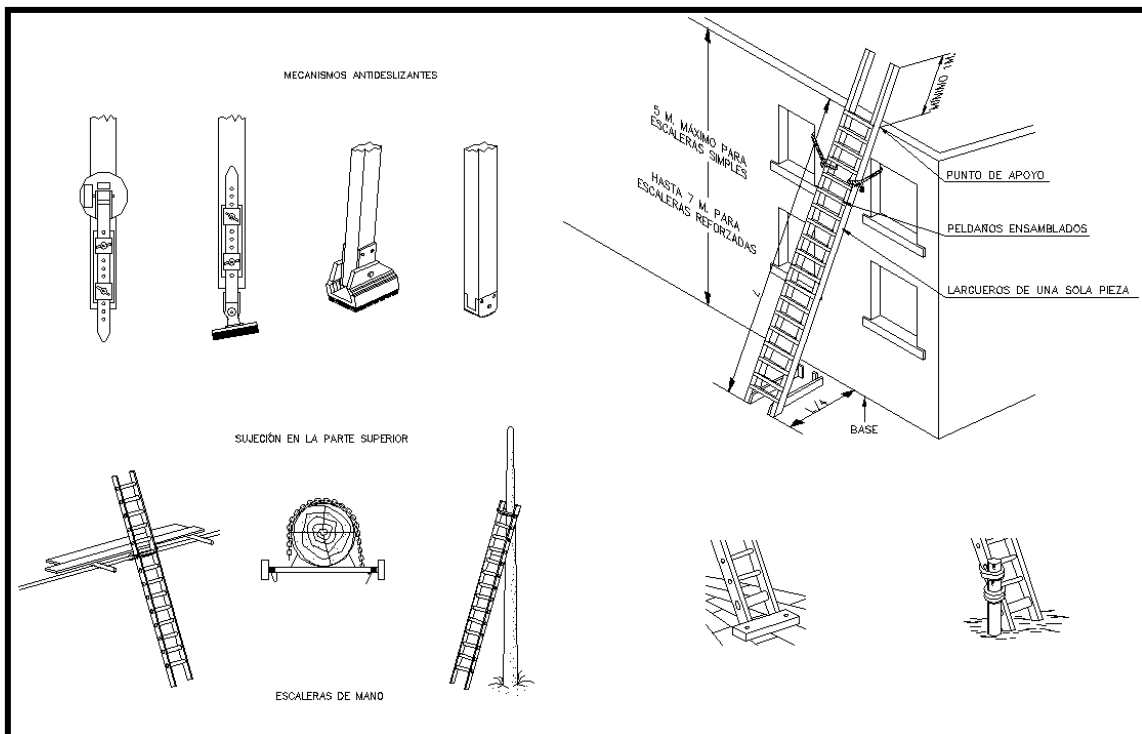
PLANO 12. PROTECCIÓN ZANJAS



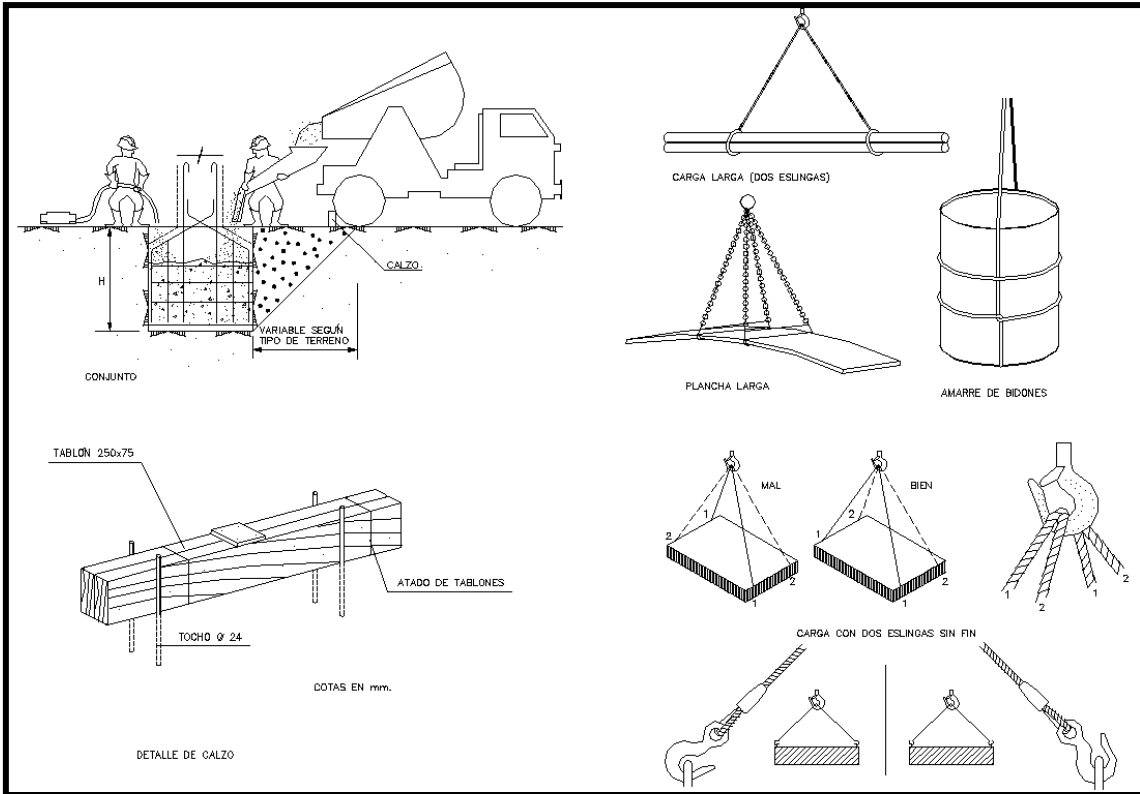
PLANO 13. BARANDILLAS DE LAS ZANJAS



PLANO 14. ESCALERA DE MANO



PLANO 15. CALZO DE CAMIONES Y GANCHOS



PLANO 16. SEÑALES DE OBLIGACIÓN

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACIÓN

D

DIMENSIONES (mm.)	
D	
584	
420	
287	
210	
148	
105	

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO

(2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

COLOR DE FONDO: AZUL (*)
 SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)
 (*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

SEÑAL					
Nº	B-2-1	B-2-2	B-2-3	B-2-4	B-2-5
REFERENCIA	OBLIGACION EN GENERAL	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO
CONTENIDO GRAFICO	SIEMPRE DE ADMIRACION	CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS	CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO	CABEZA PROVISTA DE CASCO	CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES
SEÑAL					
Nº	B-2-6	B-2-7	B-2-8	B-2-9	B-2-10
REFERENCIA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES	ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTA	USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD	USO DE GAFAS O PANTALLAS
CONTENIDO GRAFICO	QUANTES DE PROTECCION	CALZADO DE SEGURIDAD	TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA	CINTURON DE SEGURIDAD	GAFAS Y PANTALLA

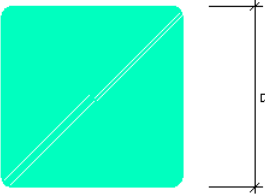
S

OBREROS



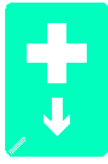

LETRA S
LEYENDA INDICADORA
OBREROS EN MA

PLANO 17. SEÑALES DE INFORMACIÓN

SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



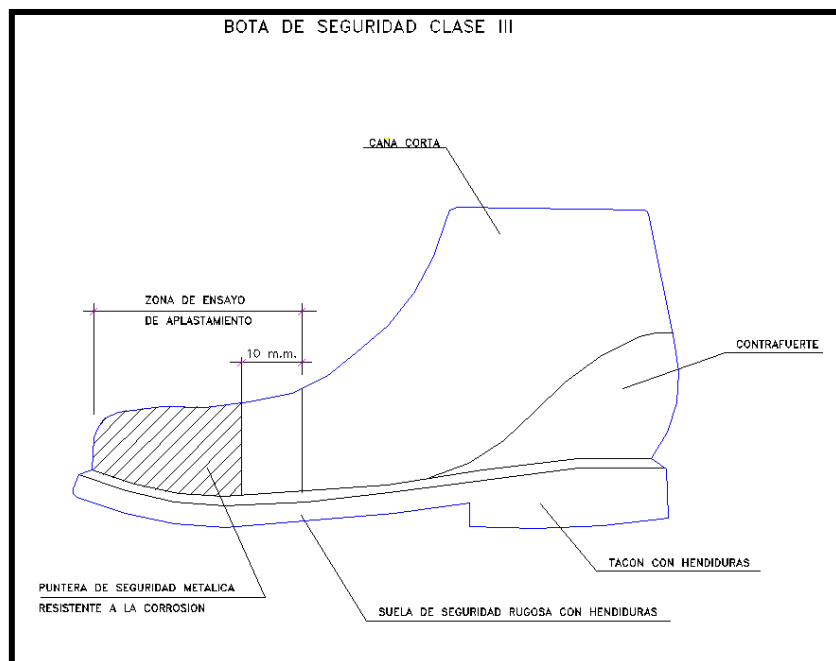
COLOR DE FONDO: VERDE (*)
 SIMBOL O TEXTO: BLANCO (*)
 (*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115
 Y UNE 48-103

SEÑAL	 (1)	 (1)	 (3)	 (3)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

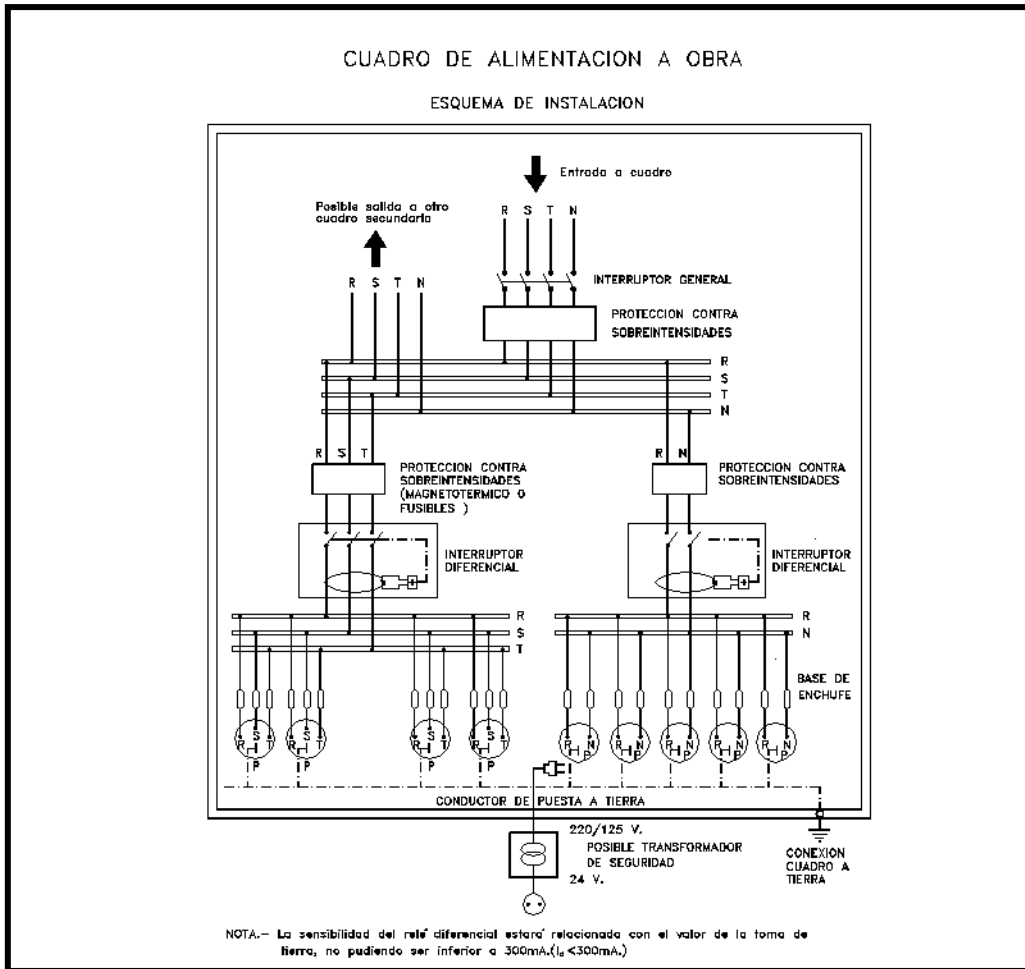
NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-B5 CON EJEMPLO GRAFICO
 (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-B5 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
 (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-B5

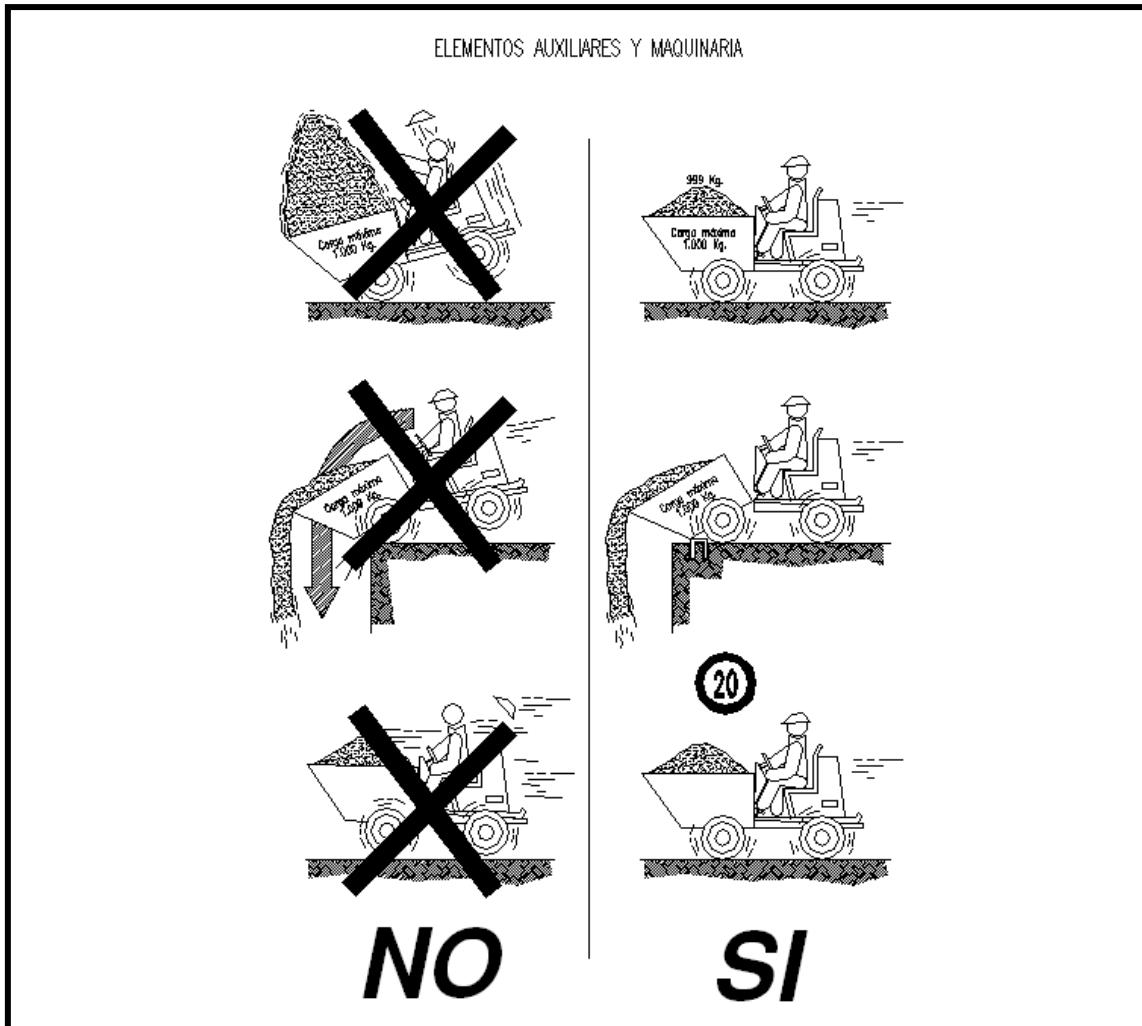
PLANO 18. BOTA DE SEGURIDAD



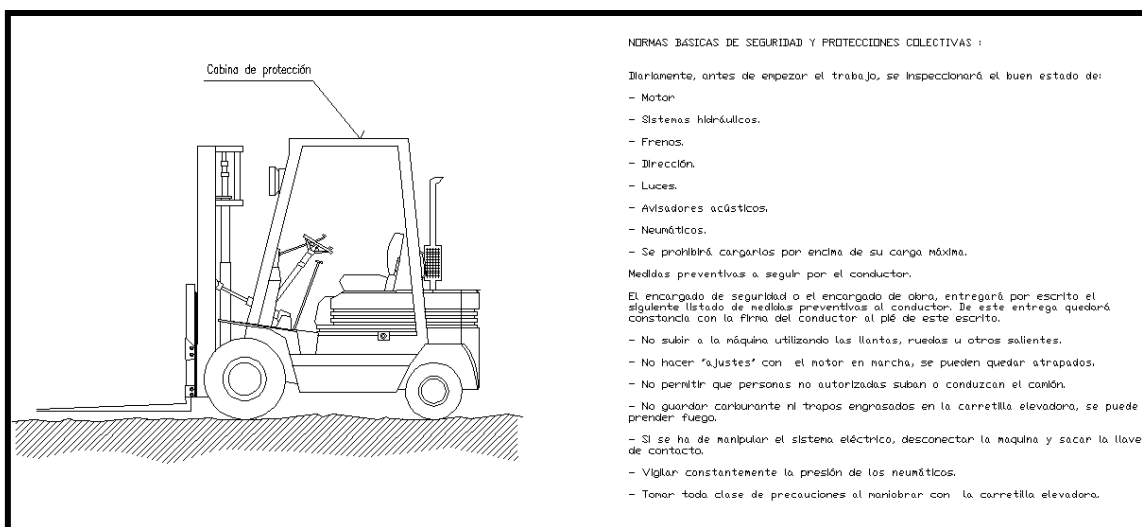
PLANO 19. CUADRO DE ALIMENTACIÓN EN OBRA



PLANO 20. USO DE LA MAQUINARIA

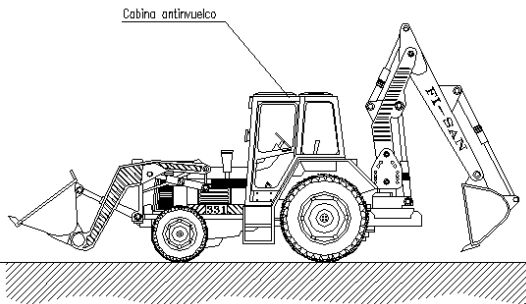


PLANO 21. CARRETILLA DE TRANSPORTE



PLANO 22. RETROEXCAVADORA

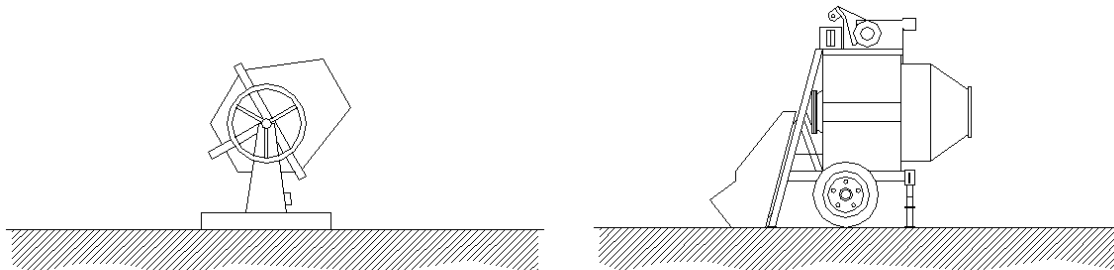
ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA
(Pala mixta)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que menen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.
- Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotados de luces y bocina de retroceso.
- Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.
- Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.
- Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheros o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

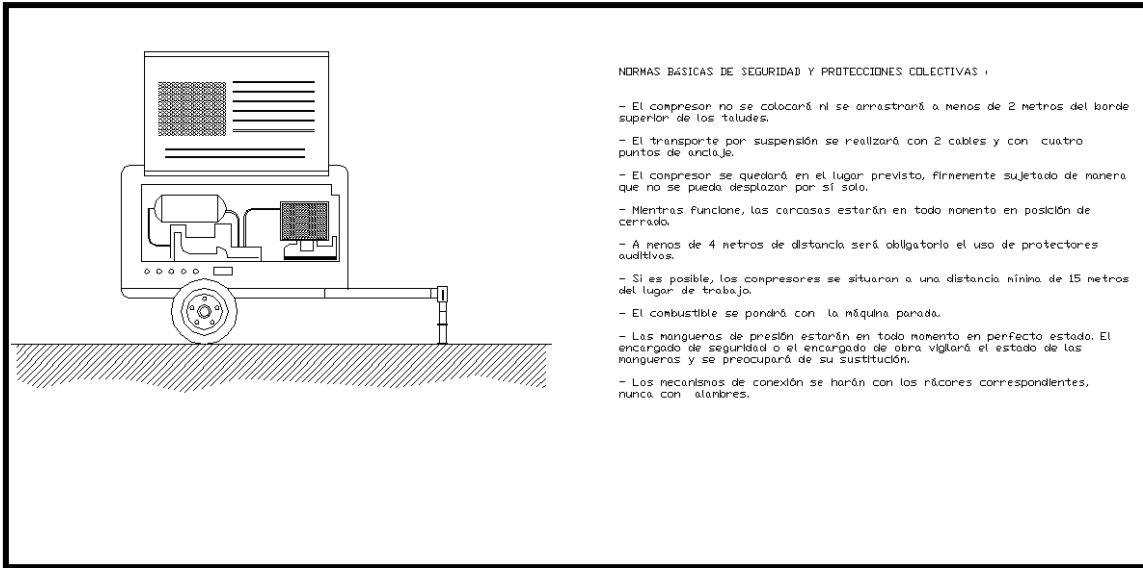
PLANO 23. HORMIGONERAS



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los planos de organización de obra.
- Las hormigoneras a utilizar en esta obra, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión de correas, corona y engranajes, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

PLANO 24. COMPRESOR



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

1. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	3
1.1. Normativa legal de aplicación	3
1.2. Obligaciones de las partes implicadas	5
1.3. Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje	6
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA	7
2.1. Coordinador de seguridad y salud.....	7
2.2. Estudio de seguridad y salud y estudio básico de seguridad y salud	7
2.3. Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	7
2.4. Libro de incidencias	7
2.5. Aprobación de las certificaciones	8
2.6. Precios contradictorios.....	8
3. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	8
3.1. Equipos de protección individual	8
3.2. Elementos de protección colectiva	9
3.3. Útiles y herramientas portátiles	10
3.4. Maquinaria de elevación y transporte.....	10
3.5. Instalaciones provisionales	10
3.6. Otras reglamentaciones aplicables	10
4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA	11

El Pliego de Condiciones forma parte de la documentación del Estudio de Seguridad y Salud y regirá en las obras que son objeto de la realización del mismo, definidas en el Artículo 4, apartado 1 del R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

Este Pliego consta:

1. Condiciones de Índole Legal
2. Condiciones de Índole Facultativa
3. Condiciones de Índole Técnica
4. Condiciones de Índole Económica

1. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

1.1. Normativa legal de aplicación

La ejecución de la obra objeto del Estudio de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa de obligada aplicación que a continuación se cita.

Esta relación de dichos textos legales no es exclusiva ni excluyente respecto de otra normativa específica que pudiera encontrarse en vigor, y de la que se haría mención en las correspondientes condiciones particulares de un determinado proyecto.

- **Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre** por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

Este R.D. define las obligaciones del Promotor, Proyectista, Contratista, Subcontratista y Trabajadores Autónomos e introduce las figuras del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la elaboración del proyecto y durante la ejecución de las obras.

El R.D. establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y del R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- **Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales** que tiene por objeto promover la Seguridad y la Salud de los trabajadores, mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. El art. 36 de la Ley 50/1998 de acompañamiento a los presupuestos modifica los arts. 45, 47, 48 y 49 de la LPRL.

A tales efectos esta Ley establece los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y salud, la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva, en los términos señalados en la presente disposición.

Para el cumplimiento de dichos fines, la presente Ley, regula las actuaciones a desarrollar por las Administraciones Públicas, así como por los empresarios, los trabajadores y sus respectivas organizaciones representativas.

- **Real Decreto 39/1997 de 17 de enero** por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención en su nueva óptica en torno a la planificación de la misma, a partir de la evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo y la consiguiente adopción de las medidas adecuadas a la naturaleza de los riesgos detectados. La necesidad de que tales aspectos reciban tratamiento específico por la vía normativa adecuada aparece prevista en el Artículo 6 apartado 1, párrafos d y e de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- **Orden del 27 de junio de 1997** por el que se desarrolla el R.D. 39/1997 de 17 de enero, en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como Servicios de Prevención ajenos a la Empresa; de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas; de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de Prevención de Riesgos laborales.

En todo lo que no se oponga a la Legislación anteriormente mencionada:

- **Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción** aprobado por la Dirección General de Trabajo, en todo lo referente a Seguridad y Salud en el trabajo.

- **Pliego General de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.**

- **Real Decreto 485/1997 de 14 de abril** sobre disposiciones mínimas en materia de señalización en seguridad y salud en el trabajo.

- **Real Decreto 486/1997 de 14 de abril** sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Anexo 1, Apdo. A, punto 9 sobre escaleras de mano) según Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre Anexo IV.

- **Real Decreto 487/1997 de 14 de abril** sobre manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

- **Real Decreto 949/1997 de 20 de junio** sobre certificado profesional de prevencionistas de riesgos laborales.

- **Real Decreto 952/1997** sobre residuos tóxicos y peligrosos.

- **Real Decreto 773/1997** sobre utilización de Equipos de Protección Individual.

- **Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio** sobre la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.

- **Estatuto de los Trabajadores.** Real Decreto Legislativo 1/1995.

- **Reglamento Electrotécnico de alta tensión. Decreto 2413/73 de 20 de septiembre** por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias que lo desarrollan, dictadas por Orden del Ministerio de Industria el 31 de octubre de 1973, así como todas las subsiguientes publicadas, que afecten a materia de seguridad en el trabajo.

- **Resto de disposiciones técnicas ministeriales cuyo contenido o parte del mismo esté relacionado con la seguridad y salud.**

- **Ordenanzas municipales que sean de aplicación.**

1.2. Obligaciones de las partes implicadas

El R.D. 1627/97 de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4, Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16, Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16 y Trabajadores Autónomos en el Artículo 112.

Para aplicar los principios de la acción preventiva, el Empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de

Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.

La definición de estos Servicios así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y R.D. 39/1997 de 17 de enero.

El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha ley.

El Empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la documentación establecida en el Artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

El empresario deberá consultar a los Trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

La obligación de los Trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95.

Los Trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

1.3. Seguro de responsabilidad civil y todo riesgo de construcción y montaje

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

2.1. Coordinador de seguridad y salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 CEE. “Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles”. El R.D. 1627/97 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

En el Artículo 3 del R.D. 1627/97 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.

En el artículo 8 del R.D. 1627/97 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

2.2. Estudio de seguridad y salud y estudio básico de seguridad y salud

Los Artículos 5 y 6 del R.D. 1627/97 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

2.3. Plan de seguridad y salud en el trabajo

El Artículo 7 del R.D. 1627/97 indica que cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo. Este Plan deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones indicadas anteriormente serán asumidas por la Dirección Facultativa.

El Artículo 9 del R.D. 1627/97 regula las obligaciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

El Artículo 10 del R.D. 1627/97 refleja los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

2.4. Libro de incidencias

El Artículo 13 del R.D. 1627/97 regula las funciones de este documento.

2.5. Aprobación de las certificaciones

El Coordinador de Seguridad y Salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la propiedad para su abono.

2.6. Precios contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Plan de Seguridad y Salud que precisarán medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador de Seguridad y Salud o por la Dirección Facultativa en su caso.

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

3.1. Equipos de protección individual

- R.D. 773/1997 de 30 de mayo. Establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI's).

- Los EPI's deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

- En el Anexo III del R.D. 773/1997 relaciona una "Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual".

- En el Anexo I del R.D. 773/1997, detalla una "Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual".

- En el Anexo IV del R.D. 773/1997 realiza "Indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual".

- El R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre establece las condiciones mínimas que deben cumplir los EPI's, el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este R.D.; y el control por el fabricante de los EPI's fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este R.D. El Real Decreto 159/1995 modifica algunos artículos del R.D. anterior.

3.2. Elementos de protección colectiva

- El R.D. 1627/97 de 24 de octubre en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.

- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

- Redes perimetrales. Las mallas que conformen las redes serán de poliamida trenzado en rombo de 0,5 mm y malla de 7 x 7 cm. Llevarán cuerda perimetral de cerco anudado a la malla y para realizar los empalmes, sí como para el arriostramiento de los tramos de malla a las pértigas, y será > de 8 mm.

Los tramos de malla se coserán entre ellos con el mismo tipo de cuerda de poliamida y nunca con alambres o cable, de forma que no dejen huecos.

- La Norma UNE 81-65-80 establece las características y requisitos generales que han de satisfacer las redes de seguridad utilizadas en determinados lugares de trabajo para proteger a las personas expuestas a los riesgos derivados de caída de altura.

- La Ordenanza de Trabajo de Construcción, Vidrio y Cerámica de 28 de agosto de 1970 regula las características y condiciones de los andamios en los Artículos 196 a 245.

- Directiva 89/392/CEE modificada por la 91/1368/CEE para la elevación de cargas y por la 93/44/CEE para la elevación de personas sobre los andamios suspendidos.

- Las protecciones colectivas requieren de una vigilancia en su mantenimiento que garantice la idoneidad de su funcionamiento para el fin que fueron instaladas. Esta tarea debe de ser realizada por el Delegado de prevención, apartado "d", artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, quien revisará la situación de estos elementos con la periodicidad que se determine en cada caso y que como pauta general indicamos a continuación.

- Elementos de redes y protecciones exteriores, en general, barandillas, antepechos, etc. (semanalmente).

- Elementos de andamiaje, apoyos, anclajes, arriostramientos, plataformas, etc. (semanalmente).

- Estado del cable de las grúas-torre independientemente de la revisión diaria del gruista (semanalmente).
- Instalación provisional de electricidad, situación de cuadros auxiliares de plantas, cuadros secundarios, clavijas, etc. (semanalmente).
- Extintores, almacén de medios de protección personal, botiquín, etc. (semanalmente).
- Limpieza de dotaciones de las casetas de servicios higiénicos, vestuarios, etc. (semanalmente).

3.3. Útiles y herramientas portátiles

- El R.D. 1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Los Reales Decretos 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

3.4. Maquinaria de elevación y transporte

- Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos R.D. 2291/85 de 8 de noviembre (Grúas-torre).
- Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM-2 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas-torre desmontables para las obras aprobada por Orden de 28 de junio de 1988 y 16 de abril de 1990.
- Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.
- RRDD 1435/1992 y 56/1995 sobre seguridad en máquinas.

3.5. Instalaciones provisionales

- Se atenderán a lo dispuesto en el R.D. 1627/97 de 24 de octubre en su Anexo IV.
- La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Orden de 9 de marzo de 1971 regula sus características y condiciones en los siguientes Artículos:
 - Artículos 51 a 70. - Electricidad.

3.6. Otras reglamentaciones aplicables

Será de aplicación cualquier normativa técnica con contenidos que afecten a la prevención de riesgos laborales.

Entre otras serán también de aplicación el:

- R.D. 230/1998 “Reglamento de explosivos”
- R.D. 1316/1989 “Exposición al ruido”
- R.D. 664/1997 y Orden 25/3/98 sobre “Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo”
- R.D. 665/1997 “Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo”
- Ley 10/1998 “Residuos”
- Orden 18/7/91 “Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles”
- Orden 21/7/92 sobre “Almacenamiento de botellas de gases a presión”
- R.D. 1495/1991 sobre “Aparatos a presión simple”
- R.D. 1513/1991 sobre “Certificados y marcas de cables, cadenas y ganchos”
- R.D. 216/1999 “Seguridad y Salud en el ámbito de las empresas de trabajo temporal”

4. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

- Una vez a la semana la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme al Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.

- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.

- Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, solo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.

- En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

- En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 2.6 de las Condiciones de Índole Facultativo.

