



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**DOCUMENTO 1 : MEMORIA**

# **MEMORIA**

## **Índice:**

<b>1. Objetivo y antecedente.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1Objetivos del proyecto.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Condiciones del promotor.....</b>	<b>1</b>
<b>1.3Situación de la parcela.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Estudio climático.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Estudio de temperaturas.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.1 Estudio del régimen de heladas.....</b>	<b>2-3</b>
<b>2.1.2 Estudio de las horas frío.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Elementos hídricos.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2.1 Precipitaciones.....</b>	<b>3-4</b>
<b>2.2.2 Estudio de la humedad relativa.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.3 Niebla y rocío.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 Viento.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Radiación solar.....</b>	<b>5</b>
<b>2.5 Índices termopluviométricos.....</b>	<b>5</b>

<b>2.5.1 Índice de Lang.....</b>	<b>5</b>
<b>2.5.2 Índice de Martonne.....</b>	<b>5</b>
<b>2.5.3 Índice de Dantin Cereceda y Revenga.....</b>	<b>5</b>
<b>2.5.4 Índice de Emberger.....</b>	<b>6</b>
<b>2.5.5 Diagrama ombrotérmico.....</b>	<b>6</b>
<b>2.6 Cálculo de la evapotranspiración.....</b>	<b>6</b>
<b>2.6.1 Evapotranspiración potencial (ETp).....</b>	<b>6-7</b>
<b>2.6.2 Cálculo de la ETo.....</b>	<b>7</b>
<b>2.6.3 Cálculo de la ETc.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Estudio edafológico.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Muestreo.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Caracterización general del suelo.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.1 Caracteres físicos.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2.2 Caracteres hídricos.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.3 Estudio de la velocidad de infiltración.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.4 Caracteres químicos.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Conclusiones del estudio realizado.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Cálculo de la enmienda húmica.....</b>	<b>11-12</b>
<b>3.5 Mantenimiento de las enmiendas orgánicas y nutrientes....</b>	<b>12</b>

<b>4. Calidad de agua.....</b>	<b>12-13</b>
<b>    4.1 Resultados del análisis.....</b>	<b>13</b>
<b>    4.2 Conclusión.....</b>	<b>14-15</b>
<b>5. Rotación de cultivos.....</b>	<b>15-16</b>
<b>6. Cálculo de necesidades hídricas.....</b>	<b>17</b>
<b>    6.1 Necesidades de riego.....</b>	<b>17</b>
<b>        6.1.1 Necesidades netas.....</b>	<b>17</b>
<b>        6.1.2 Necesidades reales.....</b>	<b>17-18</b>
<b>            6.1.2.1 Pérdidas por percolación.....</b>	<b>18</b>
<b>    6.2 Dimensionado del riego por aspersión.....</b>	<b>18</b>
<b>        6.2.1 Dosis máximas de riego.....</b>	<b>19</b>
<b>        6.2.2 Dosis útil.....</b>	<b>19</b>

<b>6.2.3 Dosis real de riego.....</b>	<b>19</b>
<b>6.2.4 Cálculo del riego.....</b>	<b>19</b>
<b>    6.2.4.1 Intervalo entre riegos.....</b>	<b>20</b>
<b>    6.2.4.2 Número de riegos al mes.....</b>	<b>20</b>
<b>    6.2.4.3 Densidad de aspersión.....</b>	<b>20</b>
<b>    6.2.4.4 Duración del riego.....</b>	<b>21</b>
<b>    6.2.4.5 Caudal característico y caudal continuo de la parcela.....</b>	<b>21</b>
<b>7. Justificación y características del sistema de riego elegido.....</b>	<b>22</b>
<b>    7.1 Justificación de la conversión a riego por aspersión.....</b>	<b>22</b>
<b>        7.1.1 Mano de obra.....</b>	<b>22</b>
<b>        7.1.2 Rendimiento de la cosecha.....</b>	<b>22</b>
<b>        7.1.3 Edafología.....</b>	<b>22</b>
<b>        7.1.4 Agua de riego.....</b>	<b>22</b>

<b>7.1.5 Topografía y el contorno de la parcela.....</b>	<b>22</b>
<b>7.2 Características generales del riego por aspersión.....</b>	<b>22</b>
<b>7.2.1 Características de la cobertura total enterrada.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2.1.1 Ventajas e inconvenientes.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2.1.2 Elección del marco de colocación de los aspersores.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2.1.3 Elección del aspersor.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2.1.4 Características de los aspersores.....</b>	<b>23-24</b>
<b>7.3. Organización del riego.....</b>	<b>24-25</b>
<b>7.4 Número máximo de aspersores por módulo de riego.....</b>	<b>25</b>
<b>8. Cálculo hidráulico.....</b>	<b>25</b>
<b>8.1 Distribución de caudales y números de módulos en la red de riego.....</b>	<b>26</b>
<b>8.2 Elección de los materiales.....</b>	<b>26</b>
<b>8.2.1 Diámetros comerciales.....</b>	<b>26</b>
<b>8.2.2 Timbrado de tuberías.....</b>	<b>26</b>
<b>8.2.3 Uniones.....</b>	<b>27</b>
<b>8.2.4 Sobrepresiones en la red de riego.....</b>	<b>27</b>

<b>8.3 Cálculo hidráulico de la red de riego.....</b>	<b>27</b>
<b>    8.3.1 Método de cálculo utilizado.....</b>	<b>27-28</b>
<b>    8.3.2 Cálculo de las pérdidas de carga en los laterales de riego y en las tuberías terciarias.....</b>	<b>28</b>
<b>        8.3.2.1 Cálculo en los módulos de riego.....</b>	<b>28-30</b>
<b>        8.3.2.2 Pérdidas de carga en los laterales de riego y en los porta-aspersores.....</b>	<b>30</b>
<b>        8.3.2.3 Cálculo de las tuberías terciarias.....</b>	<b>31-32</b>
<b>        8.3.2.4 Cálculo de las tuberías secundarias.....</b>	<b>32</b>
<b>8.4 Movimiento de tierras.....</b>	<b>32</b>
<b>    8.4.1 Definición de las zanjas.....</b>	<b>32</b>
<b>    8.4.2 Excavación de la zanja de las tuberías de PVC en función del diámetro.....</b>	<b>33</b>
<b>    8.4.3 Excavación de la zanja de las tuberías de los laterales de riego de PE.....</b>	<b>33</b>

8.4.4 Resumen del movimiento de tierras.....	33
<b>9. Elementos singulares de la red de riego.....</b>	<b>34</b>
<b>    9.1 Válvulas.....</b>	<b>34</b>
<b>    9.1.1 Válvulas hidráulicas.....</b>	<b>34</b>
<b>    9.1.2. Válvulas de Esfera.....</b>	<b>35</b>
<b>    9.1.3. Válvulas de ventosa.....</b>	<b>35</b>
<b>    9.1.4. Válvulas de retención.....</b>	<b>35</b>
<b>    9.1.5. Válvulas de mariposa.....</b>	<b>35</b>
<b>    9.2 Filtros.....</b>	<b>35-36</b>
<b>    9.3 Anclajes.....</b>	<b>36</b>
<b>    9.4 Codos.....</b>	<b>36</b>
<b>    9.5 Reducciones.....</b>	<b>36</b>
<b>    9.6 Desagües.....</b>	<b>36</b>
<b>        9.6.1. Desagües de la red de riego.....</b>	<b>36-37</b>
<b>        9.6.2. Desagües fin de tramo.....</b>	<b>37</b>
<b>    9.7 Fertirrigación.....</b>	<b>37</b>
<b>        9.7.1. Equipo de inyección.....</b>	<b>37</b>

<b>9.7.2. Características técnicas.....</b>	<b>37</b>
<b>9.7.3. Elementos y accesorios.....</b>	<b>38</b>
<b>9.7.4. Automatización.....</b>	<b>38</b>
<b>9.8 Contadores.....</b>	<b>38</b>
<b>9.9 Programadores de riego.....</b>	<b>38</b>
<b>9.10. Grupo electrógeno.....</b>	<b>38</b>
<b>9.11 Automatismo de la red de riego.....</b>	<b>39</b>
<b>10. Estudio de viabilidad económica.....</b>	<b>39-40</b>
<b>10.1 Conclusiones.....</b>	<b>40</b>

## **1. Objetivo y antecedente**

### **1.1Objetivos del proyecto**

El objetivo del proyecto es la transformación de una parcela de 19 hectareas de la zona de Pallaruelo de Monegros (Huesca).

Dicha transformación consistirá en convertir a riego por aspersión con cobertura total enterrada la parcela en cuestión, que actualmente se encuentra en secano. El agua utilizada pertenecerá al canal de Monegros.

Esperamos obtener mayores rendimientos de cosecha, aumentar los beneficios y disminuir los gastos.

### **1.2 Condiciones del promotor**

Se transformara la finca entera a riego por aspersión con cobertura total enterrada, donde se sembraran cultivos herbáceos extensivos.

El agua se tomara del canal de Monegros.

El promotor ya posee maquinaria y lugares de almacenaje correspondientes a estos cultivos.

### **1.3Situación de la parcela**

La finca se encuentra a 300 metros en dirección Éste, en el lado derecho de la carretera, del término municipal de Pallaruelo de Monegros (Huesca).

La finca se compone de dos parcelas que serán unidas para facilitar la puesta en riego. En total abarcaran ambas parcelas una superficie total de 19 hectareas.

## **2. Estudio climático**

Debido a que la meteorología afecta al crecimiento y desarrollo de nuestros cultivos, debemos hacer un estudio climático. Obtendremos los datos de la estación meteorológica de Sariñena, muy cercana a la zona de estudio.

La situación de la estación es: 0°09 minutos de Longitud Oeste y 41°47 minutos de Latitud Norte, a 281 metros sobre el nivel del mar.

La situación de la estación es: 0°12 minutos de Longitud Oeste y 41°42 minutos de Latitud Norte, a una altura de 356 metros sobre el nivel del mar.

Los datos pertenecen a un intervalo temporal de 21 años (1989-2009).

## 2.1 Estudio de temperaturas

La zona de Pallaruelo de Monegros tiene un clima mediterráneo continental.

Tiene temperaturas medias anuales de 15°C, las temperaturas medias del mes mas frío son superiores a los 4°C y las medias de los meses mas calurosos son de unos 24°C.

A continuación se muestra una tabla resumen de las temperaturas de la zona en cuestión:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
<b>tmm</b>	4,9	6,9	10,7	12,7	17,7	21,7	24,4	24	19,3	14,6	8,6	5,8	14,3
<b>Tm</b>	9,6	12,5	17,1	19,1	23,9	28,7	31,7	30,8	24,9	20,1	13,6	9,2	20,1
<b>tm</b>	0,7	1,2	5,2	6,8	11,0	15,0	17,1	16,9	13,2	9,5	4	1,4	8,5
<b>TMa</b>	15,9	17,5	23,6	25,6	30,8	35,2	36,6	35,9	30,8	25,6	19,4	16	26,0
<b>tma</b>	-4,8	-4,1	-2,0	1,9	4,6	9,3	12,4	12,5	8,3	3,6	-1,4	-6,1	2,8

LEYENDA:

- Tmm: Temperatura media mensual.
- Tm: Temperatura media máxima.
- tm: Temperatura media mínima
- TMa: Temperatura máxima absoluta.
- tma: Temperatura mínima absoluta.

### 2.1.1 Estudio del régimen de heladas

Estudiando a lo largo de 21 años los periodos de heladas de la zona podemos sacar las siguientes conclusiones:

- Los periodos de riesgo por heladas varían desde un periodo de 63 días como mínimo, hasta otro máximo de 172 días.
- En función de la tabla siguiente dividiremos el año en distintos periodos en función de la probabilidad de heladas, esto lo hacemos comparando las temperaturas medias mínimas (tmm) a lo largo del año con el siguiente criterio:

- A) Periodo seguro de heladas: Cuando la tmm es inferior a 0°C.  
 B) Periodo frecuente de heladas: Cuando la tmm está entre 0°C y 3°C.  
 C) Periodo poco frecuente de heladas: Cuando la tmm está entre 3°C y 7°C.  
 D) Periodo con heladas muy poco frecuentes: Cuando la tmm está por encima de los 7°C.

RIESGO	T. (°C)	INICIO	FIN	Nº DIAS
<u>Seguro</u>	T< 0°C	Ninguno	Ninguno	0
<u>Frecuente</u>	0°C < T< 3°C	Diciembre	Febrero	90
<u>Poco frecuente</u>	3°C < T < 7°C	Noviembre	Marzo	151
<u>Muy poco freq.</u>	T > 7°C	Octubre	Mayo	184

### 2.1.2 Estudio de las horas frío

Las horas frío ( $T < 7^{\circ}\text{C}$ ) las calculamos en función de tres autores:

- Weinberg: En función de su criterio hay un valor superior a 1350 horas frío.
- Mota: En función de su criterio hay 1566 horas frío.
- Tabuenca: En función de su criterio hay 1707,16 horas frío.

## 2.2 Elementos hídricos

### 2.2.1 Precipitaciones

En función del estudio de las precipitaciones a lo largo del periodo de 21 años sacamos las siguientes conclusiones:

- El mes mas lluvioso es Abril con una media de 43mm y el mens lluvioso es Marzo con una media de 17,4mm.
- A nivel anual el año que mas precipitó (1993) se dieron 503,6mm. El año que menos llovió (2002) fueron 194,4mm.
- El mes con mas días de lluvia es Mayo, con 6,3 días. El mes que menos es Julio, con 2,3.

- La precipitación media anual es de 367,1 mm. El reparto en porcentaje por estaciones se hace de la siguiente manera:
  - Invierno = 24,64%
  - Primavera = 28,63%
  - Verano = 16,7%
  - Otoño = 30,21%

### **2.2.2 Estudio de la humedad relativa**

Necesitamos la humedad relativa para calcular la Eto. Despues del estudio sacamos las siguientes conclusiones:

La humedad relativa media anual está por encima del 55%. Los meses con mayor humedad relativa son Enero (78,9%) y Diciembre (82%). El menor valor nos lo da Julio (48%).

Mostramos una tabla con las humedades relativas (%) a lo largo del año:

<u>MES</u>	<u>MÍNIMA</u>	<u>MEDIA</u>	<u>MÁXIMA</u>
<b>ENERO</b>	68,4	78,9	83,4
<b>FEBRERO</b>	61	70,1	81,7
<b>MARZO</b>	48,5	62,1	76,5
<b>ABRIL</b>	50,3	58,9	77,1
<b>MAYO</b>	47,2	55,8	75,9
<b>JUNIO</b>	40,7	49,1	70,3
<b>JULIO</b>	37,4	48	66,3
<b>AGOSTO</b>	38,3	50,9	67,9
<b>SEPTIEMBRE</b>	44,1	58,6	75,3
<b>OCTUBRE</b>	57,1	68,1	80,3
<b>NOVIEMBRE</b>	68,1	77,3	84,7
<b>DICIEMBRE</b>	71,8	82	86,5

### **2.2.3 Niebla y rocío**

Después del estudio sacamos en conclusión que hay una media de 53 días al año con niebla y rocío, la mayoría pertenecen a los meses de invierno.

### **2.3 Viento**

El total de días con viento a lo largo del año es de un 80,6%, con lo que el periodo de calma es solo del 19,4%. También tendremos en cuenta las velocidades del viento en el diseño, pues éste afecta a la uniformidad en el riego.

### **2.4 Radiación solar**

La radiación solar afecta al desarrollo de los cultivos. La parcela se encuentra a 42º de latitud por lo que la tabla con sus correspondientes datos de radiación mensuales es la siguiente:

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ra (MJ/m <sup>2</sup> día)	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,9	11,1	9,8	9,1
p	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
n/N	0,44	0,53	0,58	0,57	0,57	0,65	0,74	0,73	0,64	0,58	0,50	0,41

### **2.5 Índices termopluviométricos**

#### **2.5.1 Índice de Lang**

Según el índice de Lang, cuyo valor calculado es de 25,67, nuestra zona es árida.

#### **2.5.2 Índice de Martonne**

Según el índice de Martonne, cuyo valor calculado es 15,11, nuestra zona es una zona de estepas y países secos mediterráneos.

#### **2.5.3 Índice de Dantin Cereceda y Revenga**

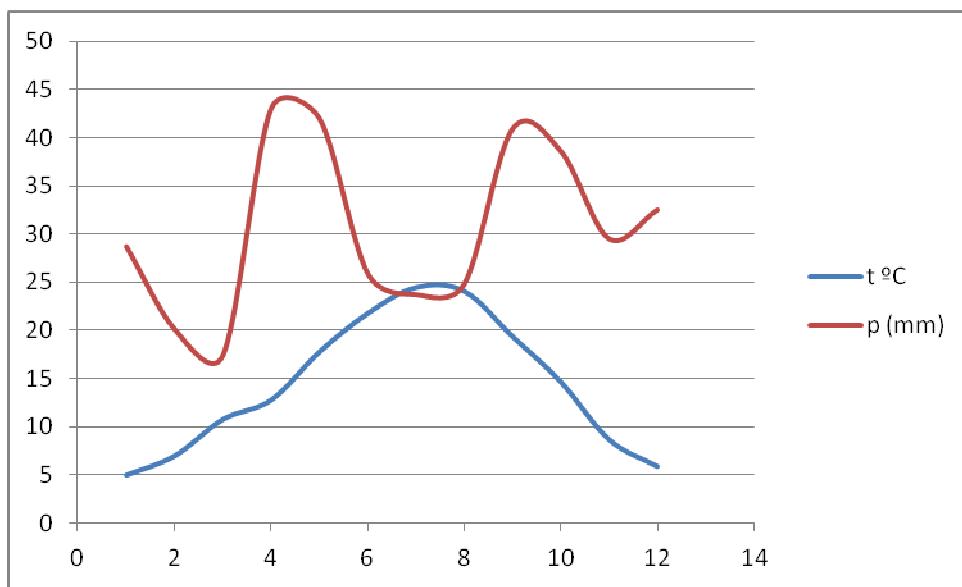
Según el índice de Dantin Cereceda y Revenga, cuyo valor calculado es 3,89, nuestra zona es semiárida.

## 2.5.4 Índice de Emberger

Según el índice de Emberger, cuyo valor calculado es 36,52, nuestro clima es mediterraneo semiárido.

## 2.5.5 Diagrama ombrotérmico

Índice que da una idea del periodo de sequía y que da lugar al siguiente diagrama:



En función del diagrama podemos definir el clima de nuestra zona como monoxérico.

## 2.6 Cálculo de la evapotranspiración

### 2.6.1 Evapotranspiración potencial (ETp)

Utilizando la fórmula de Thornthwaite  $ETp \text{ ajustada} = 16 \left( \frac{10t}{I} \right)^a$  calculamos la ETp mensual. A continuación vemos los resultados en la siguiente tabla:

Meses	t <sup>a</sup> media	d (días)	i	I	a	ETPajustada	K	ETP
Enero	4,9	31	0,97	63,96	1,554	10,58	0,81	8,56
Febrero	6,9	28	1,63	63,96	1,554	18,00	0,82	14,75
Marzo	10,7	31	3,17	63,96	1,554	35,59	1,02	36,29
Abril	12,7	30	4,10	63,96	1,554	46,45	1,12	52,03
Mayo	17,7	31	6,78	63,96	1,554	77,82	1,26	98,03

<b>Junio</b>	21,7	30	9,23	63,96	1,554	106,81	1,27	135,64
<b>Julio</b>	24,4	31	11,02	63,96	1,554	128,16	1,28	163,99
<b>Agosto</b>	24	31	10,75	63,96	1,554	124,91	1,20	149,83
<b>Septiembre</b>	19,3	30	7,73	63,96	1,554	89,02	1,08	96,14
<b>Octubre</b>	14,6	31	5,06	63,96	1,554	57,69	0,96	55,39
<b>Noviembre</b>	8,6	30	2,27	63,96	1,554	25,34	0,82	20.78
<b>Diciembre</b>	5,8	31	1,25	63,96	1,554	13,74	0,78	10.72

La ETp total es de 842,15 mm/año.

## 2.6.2 Cálculo de la ETo

Utilizando la fórmula de Blaney Cirddle  $ET_o = a + b * p * (0,46 * Tm + 8,13)$  obtenemos los siguientes resultados, expuestos en la siguiente tabla:

<u>MES</u>	<u>Tm</u>	<u>HR<sub>min</sub></u>	<u>n/N</u>	<u>p</u>	<u>A</u>	<u>b</u>	<u>Ud</u>	<u>Eto</u> (mm/día)	<u>Eto</u> (mm/mes)
Ene	4,9	68,4	0,44	0,21	-1,6	0,9	3,9	0,47	<u>14,47</u>
Feb	6,9	61	0,53	0,24	-1,7	1,1	4,0	1,20	<u>33,62</u>
Mar	10,7	48,5	0,58	0,27	-1,8	1,2	4,3	2,56	<u>79,32</u>
Abr	12,7	50,3	0,57	0,3	-1,8	1,2	4,2	3,27	<u>98,25</u>
May	17,7	47,2	0,57	0,33	-1,8	1,2	3,8	4,64	<u>143,9</u>
Jun	21,7	40,7	0,65	0,34	-1,9	1,3	3,7	6,39	<u>191,67</u>
Jul	24,4	37,4	0,74	0,33	-2,0	1,5	3,7	7,58	<u>234,98</u>
Ago	24,0	38,3	0,73	0,31	-2,0	1,4	3,8	6,58	<u>203,98</u>
Sep	19,3	44,1	0,64	0,28	-1,9	1,3	3,5	4,29	<u>128,72</u>
Oct	14,6	57,1	0,58	0,25	-1,7	1,1	3,7	2,38	<u>73,78</u>
Nov	8,6	68,1	0,5	0,22	-1,6	1,0	3,6	0,93	<u>27,97</u>
Dic	5,8	71,8	0,41	0,21	-1,5	0,9	3,3	0,46	<u>14,13</u>

La ETo anual es de 1244,8 mm

### **2.6.3 Cálculo de la ETc**

Calculamos la ETc para cada uno de los cultivos que vamos a utilizar en la rotación mediante la fórmula  $ET_c = ET_o * Kc$

- Cebada 400,4 mm
- Trigo 439,27 mm
- Maíz 829,37 mm
- Girasol 686,49 mm
- Guisante 288,57 mm
- Veza 375,56 mm
- Alfalfa 1108,62 mm

Podemos observar que la ETc de la alfalfa es la más elevada y por lo tanto será la que más necesidad de riego tenga.

## **3. Estudio edafológico**

Es necesario conocer las características del suelo en estudio porque, como es evidente, es el medio en el que la planta vive, y por lo tanto, es muy importante conocer dichas características para poder usarlas de la forma mas eficiente posible.

Estudiamos estas características con el fin de conocer la viabilidad del proyecto a nivel edáfico.

Estudiaremos distintas características del suelo, que en su conjunto, nos ayudarán a conocer las respuestas de éste ante los cambios que vamos a realizar en la parcela.

### **3.1 Muestreo**

Para la toma de muestras dividiremos la parcela en subparcelas de 5 hectáreas, tomando una muestra en el centro de cada una de estas.

Se realizará un ensayo de infiltración en el centro de la parcela, obteniendo los correspondientes datos para el cálculo del proyecto.

## 3.2 Caracterización general del suelo

### 3.2.1 Caracteres físicos

Describen la textura del suelo. Mostramos los resultados en la siguiente tabla:

<u>GRANULOMETRIA</u>	
<b>Elementos gruesos (&gt; 2mm)</b>	4,30%
<b>Arena gruesa (0,5 – 2 mm)</b>	11,70%
<b>Arena fina (0,05 - 5 mm)</b>	33,50%
<b>Limo (0,002 – 0,05 mm)</b>	30,90%
<b>Arcilla (&lt; 0,002 mm)</b>	28,80%

Nuestro suelo es franco-arcillo-arenoso.

La estructura del suelo es la siguiente:

<u>ESTRUCTURA</u>	
<b>Profundidad (m)</b>	0,73
<b>Densidad aparente (Tm/m<sup>3</sup>)</b>	1,29
<b>Densidad real (Tm/m<sup>3</sup>)</b>	2,63
<b>Porosidad (% volumen)</b>	50,00%

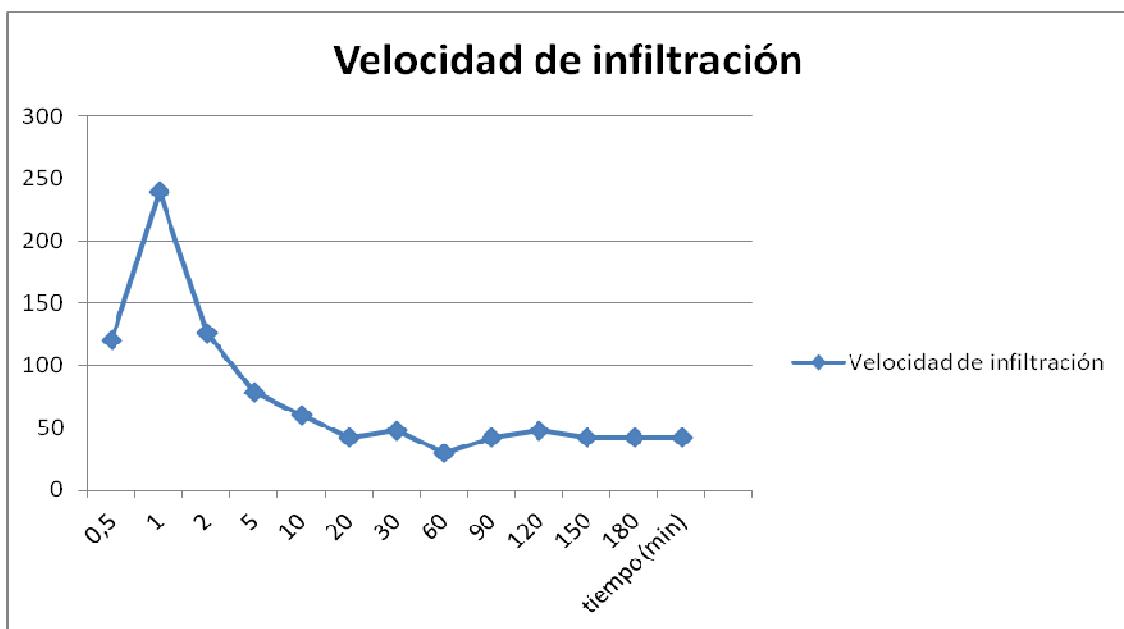
### 3.2.2 Caracteres hídricos

<b>Capacidad de campo (CC)</b>	22,84%
<b>Punto de marchitez (PM)</b>	12,41%
<b>Aqua útil</b>	10,85%
<b>Velocidad de infiltración (mm/h)</b>	42

### 3.2.3 Estudio de la velocidad de infiltración

Realizaremos distintos estudios de infiltración con el método de los anillos o de Muntz. Dividiremos la parcela en sectores de 10 hectareas.

Los datos obtenidos son los siguientes (diagrama):



### 3.2.4 Caracteres químicos

<b><u>FERTILIDAD</u></b>	
<b>pH</b>	8
<b>Materia Orgánica (%)</b>	1,9
<b>Nitrógeno total (%)</b>	0,14
<b>Salinidad (CE en dS/m)</b>	0,63
<b>Carbonatos totales (%)</b>	22,2
<b>Relación C/N</b>	12
<b>Fósforo Olsen (ppm)</b>	9

<b><u>CATIONES SOLUBLES MÁS INTERCAMBIABLES</u></b>	
<b>Magnesio (Meq/100g)</b>	1,6
<b>Sodio (Meq/100g)</b>	7,5
<b>Potasio (Meq/100g )</b>	125,5

### 3.3 Conclusiones del estudio realizado

Es un suelo con una textura y estructura aceptables, no habrá problemas con su profundidad para ninguno de nuestros cultivos y las densidades aparente y real no presentan problemas para nuestros cultivos.

El suelo es adecuado para el riego y no hay limitaciones al respecto.

En cuanto al carácter químico, encontramos un suelo aceptable y no necesitaremos hacer aportes extras de ninguno de los elementos.

### 3.4 Cálculo de la enmienda húmica

Calculamos la cantidad de materia orgánica a aportar en la parcela mediante la fórmula  

$$\Delta MO = 10^4 \cdot p \cdot Da \cdot \frac{(MO_f - MO_i)}{100}$$
.

El resultado es de 15,48 TM/ha de humus.

Debido a que aplicaremos la MO mediante estiércol vacuno utilizamos la siguiente

$$\text{fórmula } \mathbf{C} = \frac{\Delta MO}{K \cdot \% Ms}$$
 para convertir el dato anterior en estiércol a utilizar.

Finalmente el resultado es de 134,61 Tm/ha de estiércol.

### **3.5 Mantenimiento de las enmiendas orgánicas y nutrientes**

Como ya se ha podido observar en el anterior punto, la cantidad de materia orgánica en el suelo es un poco baja a partir de cierta profundidad, a los cuales no se les ha realizado ninguna enmienda húmica en muchos años.

Se recomienda, antes de sembrar algún cultivo, aportar las cantidades de materia orgánica calculadas en el apartado anterior, y a su vez, realizar una rotación de cultivos que combine especies de altas exigencias nutricionales con otras de exigencias menores, que aporten al suelo elementos nutritivos y cantidades importantes de materia seca, como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

Se recomienda también, después de cada campaña, hacer un aporte de materia orgánica por medio de compost realizado de excrementos de animales explotados en extensivo y restos vegetales de cosechas como paja de cereales. Este aporte debe ser realizado en relación con los análisis que se hagan del suelo para aportar las cantidades necesarias.

Sería interesante incluir en la rotación de cultivos ciertas leguminosas (veza, alfalfa), que aportarán una importante cantidad de nitrógeno al suelo, e incluso se puede dejar sin cosechar, y con una labor incorporarlos al suelo como enmienda húmica en verde.

## **4. Calidad de agua**

El agua es elemento principal para la nutrición de las plantas. Como en ella se pueden encontrar diversas concentraciones de sustancias disueltas, y de estas concentraciones depende la calidad de la misma para su uso, es imprescindible un análisis de calidad del agua.

El suministro del agua de riego en este proyecto vendrá del canal de Monegros.

Las analíticas son facilitadas por la red de control de aguas superficiales de la Confederación Hidrográfica del Ebro, ya que es la más cercana al lugar de toma del agua.

#### 4.1 Resultados del análisis

<u>PARAMETROS</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>CANTIDAD</u>
pH	-	8
Conductividad a 25°C	µS/cm	358
Temperatura del agua	°C	22,1
Sólidos en suspensión	mg/L	16
<u>Cationes</u>		
Amonio Total	mg/L NH <sub>4</sub>	0,1
Calcio	mg/L Ca <sup>2+</sup>	35,2
Magnesio	mg/L Mg <sup>2+</sup>	16,6
Sodio	mg/L Na <sup>+</sup>	8,3
Potasio	mg/L K <sup>+</sup>	2,9
<u>Otros iones</u>		
Cobre	mg/L Cu	< 0,01
Hierro	mg/L Fe	0,03
Cromo	mg/L Cr	< 0,01
<u>Aniones</u>		
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	14,7
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	31,4
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,2
Fosfatos	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,07
Carbonatos	mg/L HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	144,7

## 4.2 Conclusión

Tras realizar los siguientes estudios:

- Índices de primer grado
  - o pH
  - o Contenido total de sales
  - o Presión osmótica del agua
  - o Iones
  - o Sales existentes en el agua de riego
- Índices de segundo grado
  - o S.A.R.
  - o Relación de sodio
  - o Relación de calcio
  - o Dureza del agua
  - o Índice de calcio o CSR
- Evaluación de la calidad del agua
  - o Criterios de salinidad
  - o Criterios de sodicidad
  - o Criterios de toxicidad
  - o Efectos por alcalinidad
- Clasificación
  - o Normas de Riverside
  - o Normas de H. Greene- FAO
  - o Normas de L.V. Wilcox

Y habiendo tenido en cuenta todos los resultados resumidos en la tabla anterior podemos concluir que el agua de riego no causara ningún problema sobre el desarrollo de los cultivos, ni sobre el suelo de la parcela, ya que reúne todos los requisitos mínimos de calidad. Diremos, por lo tanto, que el agua con la cual regamos es óptima para el riego sin ninguna limitación y se aconseja que se desarrolle el presente proyecto.

## 5. Rotación de cultivos

Se ha diseñado un sistema de rotación de cultivos que durara 10 años y su esquema es el siguiente:

LEYENDA	
COLOR	CULTIVO
Yellow	MAÍZ
Purple	GUISANTE
Light Blue	GIRASOL
Orange	CEBADA
Cyan	VEZA
Pink	TRIGO
Light Green	ALFALFA
Red	LIBRE

ANO	MES	Cult.							
1	Enero		4	Mayo		8	Enero		
	Febrero			Junio			Febrero		
	Marzo			Julio			Marzo		
	Abril			Agosto			Abril		
	Mayo			Septiembre			Mayo		
	Junio			Octubre			Junio		
	Julio			Noviembre			Julio		
	Agosto			Diciembre			Agosto		
	Septiembre			Enero			Septiembre		
	Octubre			Febrero			Octubre		
2	Noviembre			Marzo			Noviembre		
	Diciembre			Abril			Diciembre		
	Enero		5	Mayo		9	Enero		
	Febrero			Junio			Febrero		
	Marzo			Julio			Marzo		
	Abril			Agosto			Abril		
	Mayo			Septiembre			Mayo		
	Junio			Octubre			Junio		
	Julio			Noviembre			Julio		
	Agosto			Diciembre			Agosto		
3	Septiembre		6	Enero		10	Septiembre		
	Octubre			Febrero			Octubre		
	Noviembre			Marzo			Noviembre		
	Diciembre			Abril			Diciembre		
	Enero			Mayo			Enero		
	Febrero			Junio			Febrero		
	Marzo			Julio			Marzo		
	Abril			Agosto			Abril		
	Mayo			Septiembre			Mayo		
	Junio			Octubre			Junio		
4	Julio			Noviembre			Julio		
	Agosto			Diciembre			Agosto		
	Septiembre		7	Enero		10	Septiembre		
	Octubre			Febrero			Octubre		
5	Noviembre			Marzo			Noviembre		
	Diciembre			Abril			Diciembre		
	Enero			Mayo			Enero		
	Febrero			Junio			Febrero		

## 6. Cálculo de necesidades hídricas

Para conocer las cantidades de agua que hay que aportar, es necesario conocer las necesidades de la planta para que su desarrollo tenga lugar, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento.

$$\text{Necesidades de riego} = \text{Necesidades del cultivo} - \text{Precipitación}$$

Una vez tengamos estos valores, se podrá proceder al dimensionado de las instalaciones de riego.

### 6.1 Necesidades de riego

#### 6.1.1 Necesidades netas

La fórmula más sencilla que se emplea para calcular las necesidades netas de agua de riego es la siguiente:

$$Nn = ETc - PE$$

La precipitación efectiva, es la proporción de lluvia que sirve para satisfacer las necesidades de consumo de agua del cultivo. Se obtiene mediante la fórmula:

$$PE = 0,7 * Pt * f.c.$$

#### 6.1.2 Necesidades reales

Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas (Nn), la eficiencia de aplicación del sistema (Ea), y las necesidades de lavado de sales (FL).

En la Ea se incluyen las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escorrentía, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La Ea en riegos por aspersión ronda el 80%, valor que nosotros utilizaremos en nuestros cálculos.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como  $(1 - FL)$ , y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego

Las necesidades reales se pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$Nr = \frac{Nn}{Ea * (1 - FL)}$$

La fracción de lavado se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F_L = \frac{CE_w}{5 * CE_e - CE_w}$$

Después de haber calculado las necesidades de lavado de cada cultivo vamos a calcular las necesidades reales de cada cultivo durante su periodo vegetativo.

#### 6.1.2.1 Pérdidas por percolación

Dichas pérdidas se calculan con la siguiente fórmula:

$$P_{percolación} = N_r - N_n$$

Las necesidades totales de riego para el caso más desfavorable, para cubrir las demandas de evapotranspiración y lixiviación son:

$$N_t = \frac{Nn}{(1 - FL)}$$

Las necesidades de lixiviación son:

$$N_{lixiviación} = N_t - Nn$$

A partir de estos datos, queda ampliamente justificado el no tener en cuenta las necesidades de lixiviación, ya que son ampliamente compensadas por las pérdidas por percolación.

## 6.2 Dimensionado del riego por aspersión

Los cálculos serán realizados para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades para poder dimensionar el proyecto de tal forma que se pueda regar sin problemas en el mes más desfavorable de todos, o lo que es lo mismo, en el de máximas necesidades hídricas.

Siendo el maíz el cultivo más exigente en el mes de julio, con una profundidad media radicular de 60cm.

### 6.2.1 Dosis máximas de riego

La dosis máxima es el volumen de agua de riego por unidad de superficie y riego que es necesaria para elevar el contenido de humedad del suelo desde el punto de marchitez (PM) hasta capacidad de campo (CC). La expresión para calcular la dosis máxima es:

$$Dm = 10.000 * p * \frac{CC - PM}{100} * Da$$

### 6.2.2 Dosis útil

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido de humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua.

La dosis útil se calcula con la siguiente expresión:

$$Du = a * Dm$$

### 6.2.3 Dosis real de riego

El agua aplicada por el riego aspersión a la planta no es aprovechada en su totalidad ya que hay unas pérdidas, en nuestro caso de evaporación y de percolación mínimas.

La relación entre la dosis útil y la real es la eficiencia de aplicación de riego, que ya hemos visto antes que tiene un valor para nuestro caso del 80%, por lo tanto la dosis real queda expresada por:

$$Dr = \frac{Du}{Ea}$$

### 6.2.4 Cálculo del riego

Para el cálculo de las necesidades netas mensuales se desprecia la precipitación, ya que hay que ponerse siempre en el caso más desfavorable, y así el dimensionamiento de la

$$\text{Necesidades} \left( \frac{\text{mm}}{\text{dia}} \right) = \frac{\text{Necesidades} \left( \frac{\text{mm}}{\text{mes}} \right)}{\text{Nº dias mes}}$$

instalación queda del lado de la seguridad.

#### **6.2.4.1 Intervalo entre riegos**

Se define como el tiempo transcurrido entre dos riegos consecutivos, se define con la letra “T” y se mide en días. Se expresa con la formula siguiente:

$$T = \frac{Du}{Nn}$$

#### **6.2.4.2 Número de riegos al mes**

Es el cociente entre los días del mes de máximas necesidades y los días entre riegos. Y se calcula con la siguiente expresión:

$$n = \frac{N}{T}$$

#### **6.2.4.3 Densidad de aspersión**

Se define como la cantidad de agua aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora. También llamada intensidad de lluvia. La intensidad de aspersión va referido a una superficie regada (Sa) por un aspersor. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$i = \frac{q}{Sa}$$

La superficie regada (Sa) es:

$$Sa = Sm * Sl$$

Se opta por un marco de plantación de los aspersores de 18x18 m, y se obtiene una superficie regada del aspersor:

$$Sa = 324 \text{ m}^2$$

El caudal del aspersor es de **1690 L/ h**. Por lo tanto, la densidad de aspersión en nuestro caso es:

$$i = 5,216 \text{ mm/h}$$

#### 6.2.4.4 Duración del riego

Se puede definir como el tiempo que debe estar en funcionamiento un aspersor para aplicarle al suelo la dosis real de riego. Y lo calculamos mediante la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{Dr}{t}$$

#### 6.2.4.5 Caudal característico y caudal continuo de la parcela

El caudal característico representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos), es decir, coincide con las necesidades reales de nuestro cultivo más exigente en el mes crítico, expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros/ segundo y hectárea.

Simplemente haciendo un cambio de unidades para  $Nr$  sacamos  $qc$  aplicando la siguiente expresión:

$$qc = Nr * \frac{10.000m^2}{1ha} * \frac{1dia}{24h} * \frac{1h}{3600seg}$$

Aplicando la expresión anterior para el cultivo más exigente, que es el maíz en el mes de julio, se obtiene el siguiente valor:

$$qc = 0,88 \text{ (l / seg. ha)}$$

El caudal continuo en la parcela se obtiene multiplicando el caudal característico por la superficie de la parcela, y está directamente relacionado con el caudal en toma:

$$Qc = S * qc$$

$$Qc = 19 \text{ (ha)} * 0,88 \text{ (l/seg. ha)} = 16,72 \text{ (l/seg)}$$

Estos dos caudales continuos son ficticios y no se aplican realmente a través del sistema de riego. Si se hiciera así, la instalación tendría que estar regando de formas continua durante todo el mes crítico.

Para evitarlo, en el proyecto de la red colectiva se elegirán las tomas de riego con un caudal tal que:

$$Qt = 2 * Qc = 2 * 84,48 = 33,44 \text{ l/s}$$

Por lo tanto las necesidades quedan cubiertas en menos de la mitad del tiempo del mes crítico.

## **7. Justificación y características del sistema de riego elegido**

### **7.1 Justificación de la conversión a riego por aspersión**

La transformación de la parcela de riego a pie a riego por aspersión está justificada siempre que se obtenga una rentabilidad acorde con la inversión que hay que efectuar. Y que estará condicionada por los siguientes factores:

#### **7.1.1 Mano de obra**

Cambiar una explotación a regadío por aspersión implica menos tiempo de preocupación por el agua ya que todo está automatizado (lo que da lugar a menor mano de obra), también implica mejores cosechas, lo que rentabiliza el poner este tipo de riego.

#### **7.1.2 Rendimiento de la cosecha**

La homogeneidad en el riego y el hecho de que el agua se reparta bien entre todas las plantas del cultivo harán que haya mejores rendimientos en nuestros cultivos y, por lo tanto, tendremos mayor y mejor producción el día de cosechar.

#### **7.1.3 Edafología**

Tenemos un suelo fértil, con buen drenaje, sin problemas de salinidad, con profundidad suficiente para los cultivos y el suelo infiltra de forma moderada. Por estas cualidades del suelo podemos decir que éste suelo es adecuado para el sistema de riego que vamos a poner en funcionamiento.

#### **7.1.4 Agua de riego**

El agua que vamos a utilizar, la del canal de Monegros, es de buena calidad y no presenta ningún tipo de problema para el riego por aspersión.

#### **7.1.5 Topografía y el contorno de la parcela**

Tenemos una parcela de unas 19 hectáreas con un contorno regular. La pendiente en el terreno no es muy elevada (1%).

No parece haber limitaciones en el terreno a la hora de realizar la obra en cuestión.

## **7.2 Características generales del riego por aspersión**

El aporte de agua a las plantas mediante este sistema de riego por aspersión es en forma de lluvia artificial empleando emisores rotativos. Los aspersores son los elementos encargados de la distribución del agua en la parcela, necesitando de una cierta presión para que salga a través de los orificios o boquillas de los mismos.

## **7.2.1 Características de la cobertura total enterrada**

### **7.2.1.1 Ventajas e inconvenientes**

Además de las características antes citadas la cobertura total enterrada, evita infraestructuras superficiales que separan y enmarcan la parcela, y evita pérdidas en la superficie cultivada.

### **7.2.1.2 Elección del marco de colocación de los aspersores**

Elegiremos la distribución del marco en forma triangular, ocupando los aspersores los vértices de una red de triángulos. Este tipo de disposición es el que mejor aprovecha el agua, pues la uniformidad de distribución del agua es mucho mejor cuando hay vientos dominantes.

En esta distribución triangular la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la distancia entre dos laterales de riego sería de 18 metros también, lo que dará una red de triángulos equiláteros.

Otro aspecto que tenemos que controlar es que los extremos de las parcelas coinciden normalmente distancias irregulares de los aspersores a las márgenes de las mismas. Por lo que se tomará la medida de retirar el aspersor hacia la parte interna de la parcela hasta una distancia de 12 metros.

### **7.2.1.3 Elección del aspersor**

Se han tenido en cuenta un conjunto de características propias de cada aspersor para la elección del aspersor que vamos a utilizar en la parcela en cuestión.

### **7.2.1.4 Características de los aspersores**

#### Aspersor circular:

- Caudal emitido por el aspersor: **1690 l/h**
- Presión nominal: **3 kg/cm<sup>2</sup>.**
- Boquilla aspersor: **11/64” (4,36 mm)**
- Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32” (2,38 mm)**
- Alcance: **15.6 m**

- Velocidad rotación: **1.136 rpm**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **84% en R**
- Grado de pulverización (índice de Tenda):  $K = 4,36 \text{ mm} / 30 \text{ mca} = 0,145$
- Índice de Poggi:  $15.6 \text{ m} / 30 \text{ mca} = 0,52$
- Densidad de aspersión: **5,216 mm/h**

Aspersor sectorial:

- Caudal emitido por el aspersor: **1294 l/h**
- Presión nominal: **3 kg/cm<sup>2</sup>**
- Boquilla aspersor: **11/64" (4.36 mm)**
- Alcance: **13.7 m**
- Velocidad rotación: **1.298 rpm**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **84% en R**
- Grado de pulverización (índice de Tenda):  $K = 4.36 \text{ mm} / 30 \text{ mca} = 0,145$
- Índice de Poggi:  $13.7 \text{ m} / 30 \text{ mca} = 0,456$
- Densidad de aspersión: **3,994 mm/h**

Porta aspersores :

Los porta-aspersores circulares y sectoriales tendrán una altura máxima de 2.5 metros.

Los porta-aspersores serán de acero galvanizado de 3/4".

### 7.3. Organización del riego

La pluviometría del aspersor es de **2,83 mm/h** para los aspersores circulares y de **4,51 mm/h** para los aspersores sectoriales. Con esto pasamos a calcular el número de horas de riego:

$$\boxed{\text{Nº de horas de riego } (t_r) = Dr / \text{intensidad de aspersión}}$$

Aspersor circular =  $20,18 \text{ (mm/riego)} / 2,83 \text{ (mm/h)} = \underline{\underline{7,13 \text{ (h/riego)}}$

Aspersor sectorial =  $20,18 \text{ (mm/ riego)} / 4,51 \text{ (mm/h)} = \underline{\underline{4,47 \text{ (h/riego)}}$

En la práctica debido a la experiencia en otros proyectos de este tipo y a su buen funcionamiento, se opta por regar 8 horas en vez de 3,87 y así descansar durante 3,66 días, es decir 3 días y 15 horas para volver a empezar de nuevo el período de riego. Con esto tenemos que regando 8 horas por módulo, regaremos 3 módulos por día, por 3,66 días de riego (aprox. 4 días), tendremos un total de 11 módulos de riego en nuestra finca (se considera una más para el buen funcionamiento de la instalación, ya que con el número de aspersores totales quedan mejor repartidos de esta manera).

#### **7.4 Número máximo de aspersores por módulo de riego**

- Número máximo de aspersores:

$$N^o \text{asp max} = \frac{S_{total}}{S_a}$$

$$N_{max} = 190000/324 = \mathbf{586 \text{ aspersores}}$$

- Aspersores por módulo:

$$\text{Aspersores / modulo} = \frac{Q_t}{Q_{asp}}$$

$$33,44 / (1690/3600) = \mathbf{71 \text{ aspersores/módulo}}$$

- Número de módulos:

$$\text{Módulos} = \frac{N_{max}}{(aspersores / modulo)}$$

$$586 / 71 = \mathbf{8 \text{ módulos}}$$

#### **8. Cálculo hidráulico**

Primero calcularemos las pérdidas de carga en cada módulo de riego, dividiéndolo en sus correspondientes sectores. Posteriormente calcularemos las tuberías secundarias o principales que van desde los módulos hasta el hidrante. Solo calcularemos el tramo con mayores pérdidas de carga (el más largo) y el resto de los tramos tendrán el mismo diámetro obtenido para el tramo crítico.

## 8.1 Distribución de caudales y números de módulos en la red de riego

Las características de nuestros módulos son las siguientes:

<u>Módulos</u>	<u>Nº de aspersores totales</u>	<u>Nº de aspersores sectoriales</u>	<u>Caudal aspersor sectorial (l/h)</u>	<u>Nº de aspersores circulares</u>	<u>Caudal de aspersor circular (l/h)</u>	<u>Caudal total en sector (l/s)</u>
M1	74	23	1294	51	1690	<b>32,21</b>
M2	74	13	1294	61	1690	<b>33,31</b>
M3	72	8	1294	64	1690	<b>32,92</b>
M4	74	13	1294	61	1690	<b>33,31</b>
M5	72	19	1294	53	1690	<b>31,71</b>
M6	73	3	1294	70	1690	<b>33,94</b>
M7	70	3	1294	67	1690	<b>32,53</b>
M8	70	3	1294	67	1690	<b>32,53</b>
M9	76	20	1294	56	1690	<b>33,48</b>

El módulo con más caudal es el M6 con **33.94 l/s**

## 8.2 Elección de los materiales

Los materiales que vamos a usar son el PE (polietileno) en laterales de riego y el PVC (policloruro de vinilo) en terciarias y secundarias.

Hemos elegido estos materiales plásticos debido a sus principales características.

### 8.2.1 Diámetros comerciales

Utilizaremos en PVC diámetros entre 50 mm y 180 mm con una PN de 6 bar.

Y en PE usaremos el diámetro 32 mm con una PN de 10 bar

### 8.2.2 Timbrado de tuberías

La presión máxima de la red será de 45 m.c.a y la mínima será de 30 m.c.a por lo que adoptaremos tuberías con PN de 6 atm (6 Kg/cm<sup>2</sup>).

Con este tipo de tubos protegeremos la red de las posibles sobrepresiones, generadas por la circulación del agua y el suelo que cubrirá las tuberías.

### **8.2.3 Uniones**

Para el PVC existen tres tipos de unión (junta elástica, unión rosable y unión con adhesivo. En éste caso utilizaremos la unión elástica (fácil montaje y buena estanqueidad).

Para el PE utilizaremos unión por termosoldadura o por accesorios de ajuste mecánico.

### **8.2.4 Sobrepresiones en la red de riego**

La red de riego ha de aguantar las sobrepresiones generadas en el transcurso del agua, además de las presiones estáticas existentes.

Las causas más importantes por las que se generan estas sobrepresiones son las siguientes:

- Cierre de válvulas
- Cierre del hidrante
- Acumulación de aire
- Llenado de la red

## **8.3 Cálculo hidráulico de la red de riego**

Comenzamos fijando la velocidad del fluido en 2 m/s obteniendo el diámetro del predimensionado. Utilizaremos la ecuación de continuidad:

$$Q = S * V = \pi * \left( \frac{D^2}{4} \right) * V$$

Con éste diámetro escogemos el diámetro comercial que más se aproxime y calculamos las pérdidas reales por rozamiento continuo.

### **8.3.1 Método de cálculo utilizado**

Para el cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento continuo utilizamos la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$hr = J * L = f * \left( \frac{L}{D} \right) * \left( \frac{V^2}{2 * g} \right)$$

Calculamos el factor de fricción (f) con la fórmula de Jain:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \left( \frac{5.73}{Re^{0.9}} \right) + \left( \frac{K}{(3.71 * D)} \right) \right)$$

#### Pérdidas de carga singulares:

Los elementos dispuestos a lo largo de la red en forma de accesorios también generan pérdidas de carga en la conducción.

Estas pérdidas se denominan pérdidas de carga singulares (hs), que será , más o menos, un 20% de las de rozamiento (valor establecido en función de experiencias con otros proyectos).

### **8.3.2 Cálculo de las pérdidas de carga en los laterales de riego y en las tuberías terciarias**

#### **8.3.2.1 Cálculo en los módulos de riego**

Estos módulos están constituidos por una tubería central que es la **tubería terciaria**, será de **PVC**, con tramos telescópicos en función del caudal a transportar de distancias variables según el caso.

A ambos lados lleva laterales de riego de **PEBD Ø 32** en los cuales se colocan los porta-aspersores (normalmente se colocan de 3 o 4).

Para calcular las pérdidas de carga en el módulo seguimos el siguiente proceso:

- 1) Basándonos en Christiansen determinamos la variación máxima de presión admisible

$$\left( \frac{\Delta P}{\gamma} \right) = 0.2 * \frac{Pn}{\gamma} = 0.2 * 30(mca) = 6(mca)$$

2) A continuación se determinan las causas de variación de presión, que son la diferencia de cotas y las pérdidas de carga por rozamiento continuo. En este caso no se tendrá en cuenta la diferencia entre cotas puesto que la parcela es casi llana.

De ésta forma calculamos las pérdidas de carga admisibles.

$$\left( \frac{\Delta P}{\gamma} \right)_{UD} = (a * hr)_{UD}$$

En este caso se igualan las dos expresiones anteriores, y entonces la pérdida de carga total admisible en la unidad de riego es de:

$$(a * hr)_{UD} = 6mca$$

Tomando z positiva cuando la pendiente es ascendente y z negativa cuando la pendiente es descendente.

3) Se trasladan las pérdidas de carga admisibles en la unidad a las tuberías que forman los laterales de riego y la tubería terciaria.

$$(a * hr)_{UD} = (a * hr)_{TT} + (a * hr)_{LR} = 6mca$$

A partir de esta fórmula y una vez conocidas las pérdidas de carga en los laterales de riego obtenemos las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria por rozamiento continuo.

Las pérdidas de carga en el lateral de riego vienen determinadas por el diámetro de la tubería de la instalación que es el PE Ø 32 con un diámetro interior de 28 mm. Estas pérdidas se calculan utilizando la ecuación de continuidad de donde se determina la velocidad del agua, calculando el número de Reynolds, y posteriormente se determina el

factor de fricción mediante la fórmula logarítmica de **Jain**. Una vez conocido todo lo anterior se calculan las pérdidas de carga mediante la ecuación de **Darcy-Weisbach**.

4) Una vez determinadas las pérdidas de carga en el último lateral de riego y conocida la perdida de carga admisible en la unidad, se obtienen las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria.

5) Determinadas las pérdidas de carga máximas en la tubería terciaria y conociendo la longitud de cada módulo se calcula la pérdida de carga unitaria.

6) A partir de la perdida de carga unitaria, se procede al cálculo hidráulico de la tubería terciaria tramo a tramo.

### 8.3.2.2 Perdidas de carga en los laterales de riego y en los porta-aspersores

Las pérdidas de carga en los porta-aspersores se calculan utilizando la fórmula de Scobey, que es la indicada en el caso de tuberías de acero y aluminio. De esta forma las pérdidas de carga que se presentan en un porta-aspersor son:

$$hr = 0.717 * K * L * \left( \frac{Q^{1.9}}{D^{4.9}} \right)$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior:

$$hr = 0.717 * 0.42 * 2.5 * \left( \frac{1690^{1.9}}{19^{4.9}} \right) = 0.554 \text{ mca}$$

A este valor hay que sumarle la altura del portaaspersores:  $hr = 2.554 \text{ mca}$

### 8.3.2.3 Cálculo de las tuberías terciarias

Para el cálculo de las tuberías terciarias de cada módulo hemos tenido en cuenta la regla de Christiansen, por ello la pérdida admisible en la UD no debe ser mayor del 20% de la Pn del aspersor.

$$\left(\frac{\Delta P}{\gamma}\right)_{UD} = 0.2 * \frac{P_n}{\gamma} = 30 \text{ m.c.a} = 6 \text{ m.c.a}$$

Se determinan las causas de la variación de presión en la unidad de riego. Las causas de la  $\Delta P$  son las pérdidas de carga y la diferencia de cotas, pero en este caso al tratarse de una parcela llana, solo afecta a la variación de presión las pérdidas de carga. De esta manera se determinan las pérdidas de carga admisibles en la unidad de riego.

$$(AP / \gamma)_{UD} = (a * hr)_{UD}$$

En este caso se igualan las dos expresiones anteriores, y entonces la pérdida de carga total admisible en la unidad de riego es de:

$$(a \cdot hr)_{UD} = \underline{6 \text{ m.c.a.}}$$

Se trasladan las pérdidas de carga admisibles en la unidad a las tuberías que forman los laterales de riego y la tubería terciaria.

$$(a \cdot hr)_{UD} = (a \cdot hr)_{TT} + (a \cdot hr)_{LR} = \underline{6 \text{ m.c.a.}}$$

A partir de esta fórmula y una vez conocidas las pérdidas de carga en los laterales de riego obtenemos las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria por rozamiento continuo.

$$(Hrmax)_{TT} = (a \cdot hr) / 1,2 \quad (a = 1,2)$$

La presión necesaria al comienzo de cada módulo se ha calculado sumando a la presión de funcionamiento de los aspersores (30 m.c.a.) las pérdidas de carga que se producen en el módulo (las del tramo más desfavorable), más las pérdidas de carga singular (piezas especiales), y las del porta-aspensor.

#### **8.3.2.4 Cálculo de las tuberías secundarias:**

Las tuberías secundarias conducen el agua hasta la entrada de cada módulo de riego. En nuestro caso, las tuberías secundarias son 3, denominadas secundaria 1, secundaria 2 y secundaria 3. La correspondiente a la secundaria 1 alimenta a los módulos M1 y M2, el tramo de secundaria 2 alimenta a los módulos M3 y M4 y la secundaria 3 alimenta los módulos M5, M6, M7, M8 y M9.

### **8.4 Movimiento de tierras**

La instalación de una red fija de tuberías en un riego por aspersión conlleva un movimiento de tierras. Los volúmenes de tierra a mover variaran en función de la tubería a colocar y de las longitudes de los tramos.

De este modo, los movimientos de tierra se calculan tramo a tramo para las tuberías colocadas en toda la finca.

#### **8.4.1 Definición de las zanjas**

Para insertar la tubería en el suelo es necesaria la excavación de una zanja. Dicha zanja varía en función del diámetro de la tubería. Como todas nuestras tuberías son de un diámetro inferior a 200 mm solo tendremos unas posibles dimensiones:

<b>Forma</b>	<b>Base mayor</b>	<b>Base menor</b>	<b>Altura</b>
Trapezoidal	$0,6 + \phi$	$0,2 + \phi$	$0,85 + \phi$

#### 8.4.2 Excavación de la zanja de las tuberías de PVC en función del diámetro

En esta tabla encontramos los volúmenes de tierra a excavar, tapar y transportar a vertedero:

Diametro (mm)	Longitud (m)	Volumen excavación zanja (m3)	Volumen tapado zanja (m3)	Volumen transporte (m3)
50	409,74	165,945	165,140	0,805
63	454,96	192,320	190,902	1,418
75	670,01	294,386	291,426	2,960
90	918	422,831	416,991	5,840
110	891,96	436,704	428,227	8,477
125	97,22	49,764	48,571	1,193
140	83,05	44,399	43,120	1,278
180	306,14	182,888	175,098	7,790
		<b>1789,236</b>	<b>1759,475</b>	<b>29,761</b>

#### 8.4.3 Excavación de la zanja de las tuberías de los laterales de riego de PE

Los laterales o ramales de riego que se componen en su totalidad por PEBD Ø32, han sido inyectados por medio de una oruga subsolador, a una profundidad de 0,9 metros.

Modulos	Metros de PE 32 inyectados
M1	819,8034
M2	891,196
M3	858
M4	876,0794
M5	757,8735
M6	926,932
M7	817,7774
M8	852,5027
M9	799,1662
<b>7599,3306</b>	

#### 8.4.4 Resumen del movimiento de tierras

Los metros inyectados de PE 32 serán **7599,3306 m**. Y el volumen de tierra excavado será de **1789,236 m<sup>3</sup>**.

## **9. Elementos singulares de la red de riego**

Los elementos singulares que se disponen a lo largo de la red de riego tienen la misión de control y regulación de los caudales circulantes así como el control y mantenimiento de la presión en la red de riego, el filtrado del agua y la evacuación de aire.

En este anexo se van a calcular y describir los elementos singulares de que consta la instalación de la red de riego. Los cuales son los que se citan a continuación:

- Válvulas
- Filtros
- Codos
- Reducciones
- Anclajes

Además se van a tratar otros elementos como desagües, elementos de fertirrigación y otros automatismos necesarios para el funcionamiento de la red de riego.

### **9.1 Válvulas**

#### **9.1.1 Válvulas hidráulicas**

Una de las principales funciones va a ser poder abrir y cerrar el paso del agua a un módulo de riego determinado, para lo cual se ha de instalar una válvula en cada conexión de cada módulo con la tubería secundaria.

Se ha elegido la válvula hidráulica con diafragma de caucho natural, con cuerpo de hierro fundido con recubrimiento de poliéster, que abre y cierra la válvula mediante la presión del agua existente en la red. Su simplicidad de construcción elimina prácticamente el mantenimiento.

#### **9.1.2. Válvulas de Esfera**

Hay un tipo de válvula de esfera que se instala, la cual es:

**Válvulas de esfera de PVC**, para la instalación de fertirrigación, serán necesarias una por cada depósito y además las necesarias para dirigir el fertilizante por las tuberías correspondientes. Están fabricadas en PVC y son de accionamiento manual. Se podrán instalar válvulas hidráulicas de 2” en caso de necesidad de automatismo total en el cabezal de riego.

#### **9.1.3. Válvulas de ventosa**

Son piezas destinadas a realizar el control de la presencia de aire en las conducciones hidráulicas. El tipo de válvula ventosa elegido es la válvula de doble efecto o trifuncional.

La válvula de ventosa la colocaremos en la parte alta de la tubería que sale de la bomba. Y tiene un diámetro de 4”.

#### **9.1.4. Válvulas de retención**

La función de estas válvulas es permitir el flujo de agua en una única dirección, impidiendo la inversión del mismo.

Se instalarán válvulas de 6”, e irán colocadas justo después de cada grupo moto-bomba (para evitar el golpe de ariete). La pérdida de carga está entorno a los 0,2 m.c.a. para cada una.

#### **9.1.5. Válvulas de mariposa**

Se han colocado válvulas de mariposa, una delante y otra detrás del filtro en la tubería primaria, en la caseta de bombeo. Son colocadas para en caso de limpiar el filtro o tener que desarmarlo, se cierran las dos válvulas y así no se va todo el agua de las tuberías por el suelo y se queda dentro de las tuberías.

### **9.2 Filtros**

Los filtros son necesarios para evitar la obturación de los aspersores lo cual es muy frecuente este problema en los riegos por aspersión. Para su prevención se colocan los correspondientes elementos de filtrado en los cuales se quedan las partículas retenidas.

Se ha elegido filtros de mallas autolimpiables que realizan un tamizado superficial del agua, reteniendo las partículas mayores que los orificios de la malla y evitándose así la obturación de las boquillas, y será instalado en la caseta de bombeo.

### **9.3 Anclajes**

En determinados puntos de la red como son los cambios de sección, cambios de dirección, derivaciones en té y tapones terminales se producen empujes en la tubería debido a la presión hidrostática. Para evitar el desplazamiento de la tubería en estos puntos, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción.

### **Codo y reducción**

### **Llaves de paso**

### **Piezas especiales en T**

### **9.4 Codos**

Los codos son piezas especiales destinadas a conseguir las alineaciones de la tubería deseadas. Dependiendo de la curva que describa la tubería se colocarán codos de 45 o 90º. Hemos colocado codos de fundición rosca hembra 3/4“, en los últimos aspersores de cada lateral de riego.

### **9.5 Reducciones**

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre las tuberías de distinto diámetro.

### **9.6 Desagües**

#### **9.6.1. Desagües de la red de riego**

Para el vaciado de la red o de tramos aislados se han colocado desagües a lo largo de la red de distribución. En su colocación se ha tenido en cuenta que estuvieran situados en los puntos terminales de los perfiles de las tuberías descendentes y en los “mínimos” de

dicho perfil. También se tiene en cuenta que exista una zona para su desagüe por gravedad. Con la colocación de desagües se permite el vaciado y limpiado de la tubería mediante el escape violento de agua a través de estas válvulas.

#### **9.6.2. Desagües fin de tramo**

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

### **9.7 Fertirrigación**

Una de las principales ventajas que presentan los riegos por aspersión, es la posibilidad de aportar los nutrientes que precisan las plantas, disueltos en agua de riego. A estas técnicas se las conoce con el nombre de fertirrigación. Pero no solo consiste en el aporte de abonos junto con el agua de riego, sino también en el fraccionamiento y aplicación de los mismos en los momentos más idóneos para el desarrollo de las plantas.

#### **9.7.1. Equipo de inyección**

Ante las distintas posibilidades existentes en el mercado (inyectores Venturi, bombas dosificadoras eléctricas, bombas dosificadoras hidráulicas), se opta por la bomba hidráulica. En nuestro caso, como el depósito de fertilizante es móvil (cubeta remolque) se utilizará una bomba que sea de fácil montaje.

#### **9.7.2. Características técnicas**

- Caudal de inyección: según la presión en la tubería de alimentación del motor hidráulico.
- Presión de inyección: Doble de la presión del agua que hace funcionar el motor hidráulico.
- Presión máxima de trabajo: 8 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Presión mínima de trabajo: 1kg/cm<sup>2</sup>.
- Consumo de agua: 3 veces el producto inyectado.
- Peso bruto: 5 Kg.

### **9.7.3. Elementos y accesorios**

-Válvula de purga de aire. Asegura que el aire que se acumula en la cámara de la bomba entre los ciclos de fertilización no evitara la operación normal de bombeo.

-Contador de productos químicos.

-Electroválvula instalada en la tubería de alimentación del motor hidráulico del inyector.

### **9.7.4. Automatización**

Como el sistema de riego está automatizado la solución más idónea para controlar la cantidad del producto a inyectar es la de instalar un contador de productos químicos.

## **9.8 Contadores**

Como indicamos en el apartado de fertirrigación, para la automatización de esta, es necesario un contador de productos químicos a la salida del inyector.

## **9.9 Programadores de riego**

El programador de riego elegido permite realizar el control total de la red de riego, activando de forma automática cada uno de los sectores de riego, ya sea en base volumétrica o temporal. Asimismo, controla la fertilización y la apertura o cierre de la instalación.

### **9.10. Grupo electrógeno**

Tanto la bomba sumergida, la bomba inyectora como el programador de riego vienen alimentados por un grupo electrógeno, que necesitará la siguiente potencia:

- Grupo electrobomba: 95,4 Kw

- Bomba inyectora: 0,59Kw

- Programador de riego: 0,12 Kw

Total potencia necesaria: **96,11 Kw.**

## 9.11 Automatismo de la red de riego

Por lo que por cada válvula se necesitan los siguientes elementos:

- **Llave de tres vías**, conecta el diafragma de la válvula hidráulica con la atmósfera (comando manual) o con el solenoide de control de la misma, (comando automático).
- **Solenoide**, llave de respuesta si o no, en función del impulso que le llega del ordenador, es un electroimán que actúa sobre un eje longitudinal, a la vez que este envía el paso de agua o vaciado a la llave de tres vías, la cual actúa sobre la válvula.
- **Microtubos de comando**, tubos de polietileno de 8 mm que conectan las válvulas, llaves y solenoides entre sí para las distintas funciones antes descritas, (llenado y vaciado del diafragma de las válvulas hidráulicas) por ellos circula agua de la misma red de riego. Se instalan a la vez que las tuberías, en las mismas zanjas y se cubren a la vez que estas.

## 10. Estudio de viabilidad económica

En este anexo vamos analizar la viabilidad económica del proyecto. Analizaremos varias ratios económicas las cuales nos dirán si es rentable o no la inversión.

Vamos a calcular los siguientes ratios como son:

- VAN (Valor Actual Neto), nos indica la rentabilidad absoluta.
- TIR (Tasa Interna de Rentabilidad), nos indica la rentabilidad relativa.

El **VAN** nos dice si una inversión es rentable, cuando el valor es mayor de cero.

El **TIR** es el tipo de interés que hace que el VAN de la inversión sea igual a cero, nos representa las unidades monetarias que se ganan por cada unidad monetaria invertida y año.

Para calcular los ratios citados anteriormente, se considera una vida útil de la inversión de 25 años, sobre el cual se define la corriente de pagos y cobros analizando toda su superficie en conjunto.

La rotación de cultivos se repite cada 10 años, como bien se indica en el anexo 5 con lo cual será 2,5 ciclos.

Los precios de los productos pertenecen a datos de las campañas de los años anteriores; se tendrán en cuenta los ingresos provenientes de la PAC previstos por la AGENDA 2010, ya que los precios de los productos varían y este año puede ir más cara o más barata la producción que lo años próximos.

## 10.1 Conclusiones

El valor de la inversión es de 66.907,82€ más un 13% por gastos generales y más un 6% debido al beneficio empresarial, más el 21% de IVA, así el valor total de la inversión es de 96.340,57€. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable. El TIR es superior al tipo de interés utilizado, por lo tanto la inversión también es rentable.

Pediremos un préstamo de 50000€, con una devolución en 10 años al 5% de interés.

Y nos sale un **VAN = 134.994,25 €, unTIR = 32,08%** y un **Pay Back= 4 años.**



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJOS A LA MEMORIA**



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-1: OBJETIVO Y ANTECEDENTE**

## **ANEJO – 1**

### **OBJETIVO Y ANTECEDENTE**

#### **Índice:**

<b>1. Objetivos del proyecto.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Condiciones del promotor.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Situación de la parcela.....</b>	<b>2</b>

## **1. Objetivos del proyecto:**

El objetivo del proyecto es la transformación de una parcela de 19 hectáreas de la zona de Pallaruelo de Monegros (Huesca).

La parcela actualmente se encuentra en secano y el proyecto trata de transformarla a regadío por aspersión con cobertura total enterrada con agua procedente del canal de Monegros.

Con dicha transformación se pretende obtener mayores rendimientos en los cultivos que el agricultor desee trabajar y una disminución de la mano de obra, aumentando los beneficios y disminuyendo los gastos.

Diseñaremos las conducciones, la instalación de tuberías y los sistemas de riego, además diseñaremos el edificio de control de mandos para que el usuario pueda gestionar dichos riegos de la forma más conveniente.

Para desarrollar el proyecto será necesario:

- Un estudio de la climatología de la zona.
- Un estudio general de suelos.
- Un estudio del análisis del agua de riego.
- Un cálculo de las dosis de agua de riego necesarias para varios cultivos a implantar en la parcela.
- Por último, el diseño de la distribución de la red de riego.

\* Todo ello será estudiado en los anejos siguientes a este.

## **2. Condiciones del promotor:**

Toda la finca se transforma a riego por aspersión con cobertura total enterrada, donde se procederá a la siembra de cultivos herbáceos extensivos propios de la zona.

El agua se tomará del canal de Monegros.

El promotor ya posee la maquinaria necesaria y los lugares de almacenaje correspondientes para estos cultivos, con lo que el coste de dichas herramientas no se tendrá en cuenta.

### **3. Situación de la parcela:**

La finca se sitúa en su totalidad en el término municipal de Pallaruelo de Monegros, Comarca de Los Monegros, provincia de Huesca. La entrada a la parcela se encuentra a unos 300 metros del pueblo en dirección Éste. La parcela se ubica en el plano adjunto.

Para llegar hasta ella saldremos del pueblo en dirección éste y avanzaremos unos 300 metros hasta llegar a la entrada de ésta. La parcela estará situada en el lado derecho de dicha carretera.

La finca se compone de dos parcelas, que uniremos para facilitar la puesta en riego. Tendrá 19 hectáreas en total.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-2: ESTUDIO CLIMÁTICO**

# **ANEJO – 2**

## **ESTUDIO CLIMÁTICO**

### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Estudio de temperaturas.....</b>	<b>1-7</b>
<b>2.1 Estudio del régimen de heladas.....</b>	<b>7-9</b>
<b>2.2 Estudio de las horas frío.....</b>	<b>9-10</b>
<b>3. Elementos hídricos</b>	
<b>3.1 Precipitaciones.....</b>	<b>11-13</b>
<b>3.2 Estudio de la humedad relativa.....</b>	<b>13-15</b>
<b>3.3 Niebla y rocío.....</b>	<b>15-16</b>
<b>4. Viento.....</b>	<b>16-17</b>
<b>5. Radiación solar.....</b>	<b>18</b>

## **6. Índices termopluviométricos**

<b>6.1 Índice de Lang.....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 Índice de Martonne.....</b>	<b>20</b>
<b>6.3 Índice de Dantin Cereceda y Revenga.....</b>	<b>21</b>
<b>6.4 Índice de Emberger.....</b>	<b>21-22</b>
<b>6.5 Diagrama ombrotérmico.....</b>	<b>22-23</b>

## **7. Cálculo de la evapotranspiración**

<b>7.1 Evapotranspiración potencial (<math>ET_p</math>).....</b>	<b>23-24</b>
<b>7.2 Cálculo de la ETo.....</b>	<b>25-26</b>
<b>7.3 Cálculo de la ETc.....</b>	<b>26-33</b>

## **1. Introducción:**

La climatología afecta a la instalación de la puesta en riego por aspersión de cualquier parcela. El crecimiento de los cultivos depende del clima, con lo que haremos un estudio de la zona.

Los datos climáticos han sido obtenidos de la estación meteorológica de Sariñena, debido a que está muy cerca de la zona en estudio.

La situación de dicha estación es 0° 09 minutos de Longitud Oeste y 41° 47 minutos de Latitud Norte, a una altura de 281 metros sobre el nivel del mar.

La situación de la parcela (Pallaruelo de Monegros) es 0°12minutos de Longitud Oeste y 41°42minutos de Latitud Norte, a una altura de 356 metros sobre el nivel del mar.

Los datos tomados pertenecen a un intervalo de tiempo de 21 años (1989-2009).

Los elementos a estudiar son los siguientes:

- Temperatura.
- Elementos hídricos (Precipitaciones, humedad relativa y nieblas y rocíos).
- Viento.
- Radiación solar.
- Evapotranspiración.

## **2. Estudio de temperaturas**

La zona de Pallaruelo de Monegros tiene un clima mediterráneo continental.

Tiene temperaturas medias anuales de 15°C, las temperaturas medias del mes mas frío son superiores a los 4°C y las medias de los meses mas calurosos son de unos 24°C.

A continuación mostraremos las tablas con datos de temperaturas medias, temperaturas medias máximas, temperaturas medias mínimas, temperaturas medias absolutas (máximas y mínimas) y un resumen en forma de tabla al final del todo. Todo ello en °C.

## TEMPERATURAS MEDIAS (ºC)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1989	5,5	7,8	12,4	11,7	18,1	21,7	25,2	24,9	19,5	13,8	7,1	9,4	14,8
1990	3,4	11	11,1	13,1	16,3	22,3	24,6	24,3	20,1	14,2	7,8	5,1	14,4
1991	3,9	6,4	8,6	11,9	14,9	20,5	24,3	25,2	18,2	12,4	9,2	6,2	13,5
1992	5,9	5,2	10	13,4	18,5	17,2	23,9	23,7	19,4	13,2	8,1	6,3	13,7
1993	4,5	5,7	11,5	11,9	18,1	21,4	22,4	24,6	18,1	12,4	7,8	6,6	13,8
1994	6,4	8,6	12,2	11,7	17,4	21,3	25,8	24,9	17,6	14,7	10,3	5,9	14,7
1995	6,4	8,7	9,9	13,3	17,3	20,7	24,7	23,1	17,9	16,9	10,7	6,6	14,7
1996	7,8	6,4	9,8	13	16,6	21,5	23,5	22,1	18,2	14,3	9,6	6,7	14,1
1997	6,7	8,8	12	14	17,3	20	22,9	23,4	20,2	16,7	9,3	6,6	14,8
1998	6,7	7,2	11,4	11,2	16,3	21,9	24	23,6	20,5	14,1	8,3	4,2	14,1
1999	5,7	6,7	10,7	12,4	18,7	21,5	25,2	25,2	17,9	15,5	5,8	4,7	14,2
2000	2,9	9,9	11,3	12,6	22,5	22,5	23,7	24,4	20,6	15,2	9,1	7,9	15,2
2001	4,2	7,6	12,1	13,4	18,6	22,2	23,8	23,9	18,8	13,7	7,7	8	14,5
2002	2,5	8,8	11,6	14,2	17,8	23,1	24,1	25,1	19,2	15,1	9,1	7,9	14,9
2003	5,5	5,7	11,1	13,6	16,9	25	25,1	26,1	18,7	12,7	8,4	4,2	14,4
2004	5,6	3,2	6,6	9,9	15,8	22,6	22,8	23,1	20,5	15	6,3	4,3	13,0
2005	1	2,3	9,7	12,2	17,9	23,6	24,2	22,7	19,2	15,5	8,3	1,8	13,2
2006	4	4,7	10,8	14,4	18,3	22	25,9	21,4	20,1	16,2	10,9	3	14,3
2007	4,7	5,6	10,2	13,4	16,9	21,8	26,1	23,4	20	15,8	10,5	3,2	14,3
2008	5,1	6,1	10,5	12,9	17,8	22,1	26	24,1	20,2	16,3	10,8	4,1	14,6
2009	4,2	7,2	9,2	11,8	19,1	23,2	24,8	25,5	20,3	16,6	10,3	4,3	14,7
MEDIA	4,9	6,9	10,7	12,7	17,7	21,7	24,4	24	19,3	14,6	8,6	5,8	14,3

## TEMPERATURAS MEDIAS MAXIMAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1989	10,5	14,5	16,8	16,8	25,1	28,3	30,9	29,4	22,6	22,1	13,5	12,5	20,3
1990	9,9	16,4	17,9	20,1	24,6	27,7	31,7	32,5	23,5	18,9	14,6	10,1	20,7
1991	8,5	11,5	18,2	16,4	21,2	24,6	31,3	32,4	22,9	20,1	12,6	8,9	19,1
1992	10,3	10,7	15,7	20,1	24,7	22,6	33,5	29,8	24,7	16,9	13,6	9,5	19,3
1993	9,1	11,5	16,1	19,4	23,7	27,7	29,2	30,1	23,2	16,4	11,6	10,3	19,0
1994	11,5	13,6	19,2	17,3	23,3	28,4	32,7	31,2	22,4	18,6	13,7	9	20,1
1995	11,6	14,6	16,5	20,2	23,3	26,8	31,5	29,5	23,6	22,9	15,5	10	20,5
1996	11	11,1	15,6	19	22,8	28,1	30,5	28,2	24,4	20,5	14,1	9,9	19,6
1997	11,5	15	20,1	20,7	23,4	25,5	32,5	29,8	26,5	23,1	14,3	11	21,1
1998	11,1	12,6	18,2	16,8	22,2	28,7	31,3	31,3	26	19,9	13,7	8,3	20,0
1999	10,4	12,5	16,4	24,7	23,6	30,8	33,1	29,7	25,7	19,5	10,4	9,5	20,5
2000	8,3	16,4	18,1	17,8	24,9	29,6	29,9	31,5	27,3	20,3	13,6	11,9	20,8
2001	7,5	13,5	17,5	19,8	25,3	29,7	30,6	31,6	25,2	18,9	13,1	5,1	19,8
2002	9,3	14,6	17,2	21	25,1	31,1	32,5	32,9	24,9	20,8	15,5	11,5	21,4
2003	10,1	10,5	17,7	19,9	22,6	33	32,9	34,2	24,7	17,7	13	8,2	20,4
2004	10,6	7,8	13	15,9	22,9	30,7	30,2	30,2	27,2	21	11,9	8,4	19,2
2005	5,1	8,9	16,8	17,9	24,5	31	31,7	29,5	25,5	20,3	12,7	6,2	19,2
2006	7,7	10,1	16,2	21	25,3	29,6	33,3	28,5	25,5	21,4	15,2	6,4	20,0
2007	8	10,5	16,8	20,8	25,4	29,1	32,8	29,1	24,9	20,1	15,1	7,2	19,9
2008	8,1	10,9	16,7	20,9	25,1	29,5	33	29,5	25,1	20,6	14,9	7,6	20,1
2009	7,8	12,8	17,2	18	26	30,6	33,2	28,9	27,2	22,3	15,8	8	20,7
MEDIA	9,6	12,5	17,1	19,1	23,9	28,7	31,7	30,8	24,9	20,1	13,6	9,2	20,1

## TEMPERATURAS MEDIAS MINIMAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1989	0,6	2,1	3,4	6,5	11	15	17,1	16,7	13,7	8,9	1,5	6,2	8,6
1990	1	5,7	4,2	7,8	10,9	16,7	16,9	18,5	12,7	9,3	4,8	0,5	9,1
1991	2,1	1,2	2,5	7,4	8,5	14,1	17,2	18,1	13,2	10,1	3,1	-0,7	8,1
1992	1,9	-3	4,2	6,8	12,3	11,9	18,1	17,8	14,1	9,4	2,3	3,1	8,2
1993	-0,8	0	3,9	7,1	12,6	15	15,5	16,9	13	8,3	3,9	2,8	8,2
1994	1,1	3,6	5,1	6	11,5	14,2	18,8	18,5	12,6	10,7	6,9	2,7	9,3
1995	1,1	2,8	3,3	6,2	11,1	14,4	17,9	16,7	12,1	10,9	5,9	3,2	8,8
1996	4,6	1,6	4	7	10,4	14,7	16,4	15,8	12	8,1	5,1	3,5	8,6
1997	1,8	2,6	4,6	7,5	11,5	14,5	16,5	17,5	14,3	11,4	5,2	2,7	9,2
1998	2,3	1,8	4,5	5,4	10,4	15	16,7	15,9	14,9	8,2	3	0	8,2
1999	1	0,8	4,9	6,9	12,7	14,9	16,9	15,8	13,1	9,4	1,2	-0,2	8,1
2000	-2,7	3,2	4,6	7,4	9,9	15,4	17,4	17,3	13,9	10,1	4,6	3,8	8,7
2001	0,1	1,6	3,1	7	11,7	14,6	17	18	12,2	7,9	2,2	-3,5	7,7
2002	-0,1	2,9	5,9	7,4	12,1	16,7	18,1	16,1	12,9	9,3	5,8	4,3	9,3
2003	0,8	0,9	4,4	7,2	10,2	17	17,3	17,9	12,5	7,7	3,9	0,2	8,3
2004	0,5	-1,4	0,3	3,8	8,6	14,5	15,3	16	13,5	8,8	0,7	0,1	6,7
2005	-3,2	-4,3	2,6	6,5	11,3	16,1	16,7	15,9	12,8	10,6	3,9	-2,6	7,2
2006	0,4	-0,8	5,3	7,7	11,3	14,4	18,4	14,3	14,6	11	6,6	-0,4	8,6
2007	0,7	0,9	4,1	6,8	11,4	15,2	17,9	14,9	13,6	11,2	5,3	0,5	8,5
2008	0,8	0,7	4,3	6,9	11,9	14,9	17,6	15,3	13,9	10,9	5,8	0,8	8,6
2009	-0,2	1,6	3,1	6,3	12	15,7	17,3	17,9	13,3	9,8	5,1	1,4	8,6
MEDIA	0,7	1,2	5,2	6,8	11,0	15,0	17,1	16,9	13,2	9,5	4	1,4	8,5

## TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1989	13,2	15,9	22,9	20,9	30,6	33,4	35	37	30,1	24,8	16,9	18	24,9
1990	14,5	21,5	26,4	23,1	32,1	39,7	37,5	36,4	29	22,2	21,1	15,9	26,6
1991	16,7	17,2	24,6	22,4	30,2	38,4	36	36,5	27,9	24	18,5	16,4	25,7
1992	11,5	16,3	22,6	28,3	31,8	29,3	38,5	37,2	31,2	23,6	19,3	15,1	25,4
1993	15,8	15,5	21,7	27,2	29,7	33,7	35,9	36,1	29,5	23,1	17,2	16,2	25,1
1994	16,3	18,1	24,1	27,7	29,6	35,3	35,5	35,9	30	22,3	19,6	16	25,9
1995	17,7	20,1	22,3	25,6	31,1	32,5	36	34,9	29,2	27,8	23,3	17,4	26,5
1996	14,4	15,4	21,4	24,2	30,3	33,6	36,2	32,9	29,4	26	20,4	17,5	25,1
1997	17,2	19,4	25,4	25,6	31,1	30,6	36,1	33,6	32,6	29,9	19,5	16	26,4
1998	16,7	19,2	22,8	23,5	26,6	34,1	35,8	36,2	32,5	24	21,2	15,7	25,7
1999	15,8	19,3	21,4	28,5	30,7	35,9	34,9	38,1	31,9	26,6	17,5	19,3	26,7
2000	17,4	19,6	23,7	26	30,3	35,2	38,5	35,4	32,7	25,7	18,4	15,5	26,5
2001	14,8	18,5	24,6	24,8	35,3	37,8	36,5	37,5	29,7	24,5	19,2	13,5	26,4
2002	13,7	18,3	27,7	30,1	31,6	37,5	38,1	38,4	29,9	25,3	22,6	16,8	27,5
2003	21,1	14,5	21,8	26,3	28,9	38,2	37,3	38,3	28,6	25,6	18	15,2	26,2
2004	17,3	13,3	21,6	23,1	29,2	36,5	36,4	35,7	32,1	29,2	17,3	13,1	25,4
2005	16,7	15,5	23,6	29	30	35,5	38,1	34,5	32,7	27,4	19,3	13,6	26,3
2006	15,3	16,9	24,2	24,7	33,5	34	36,4	32	33,6	25,9	19,9	18,1	26,2
2007	15,5	17,1	24,1	24,9	32,9	34,5	36,5	33,1	32,9	25,8	20,1	18,2	26,3
2008	15,8	17,4	24,2	25,3	33,1	34,8	36,3	33,5	33,1	25,7	19,9	18,3	26,4
2009	17	18	25	26	33	37	37	37	33	29	19	14	27,1
MEDIA	15,9	17,5	23,6	25,6	30,8	35,2	36,6	35,9	30,8	25,6	19,4	16	26,0

## TEMPERATURAS MINIMAS ABSOLUTAS (ºC)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1989	-0,7	-1,1	0,2	3	4,7	7,3	14,4	15,2	7,1	3,8	-2,1	-0,3	4,3
1990	-6	1,5	-3,2	2	3,4	6,2	10,8	12,9	12,3	4,6	-0,6	-3,9	3,3
1991	0	-5	-2,1	5	1,8	7,5	12,1	14,9	10,3	4,1	1,2	-4,3	3,8
1992	-1,1	-5,2	-1,6	2,7	4,7	8,8	13,5	11,8	11,7	2,9	-3,3	-3,9	3,4
1993	-5,4	-6,1	-3,1	3,1	2,1	10	11,1	12,1	6	0,9	-1,8	-0,2	2,4
1994	-6,7	-1,8	1,1	0,7	5,5	7,9	15,5	14,9	6,9	5	3,5	-5,8	3,9
1995	-5,3	-4	-1,6	1,1	3,6	8,9	12,1	10,5	5,3	7	-0,1	-34	0,3
1996	-0,8	-1,9	-1,4	-1,2	4,7	7,8	10	10,8	8,2	1,3	-2,5	-4,3	2,6
1997	-3,1	-2,4	1,1	3,6	4,2	10,2	12,7	11,6	11,1	2,8	-0,5	-4,1	3,9
1998	-4,4	-2,9	-2,2	-0,1	4,7	9,9	11,8	9,5	10,1	3,8	-6	-5	2,4
1999	-4,2	-7,7	1,3	2,7	9,5	8,8	11,3	14,1	9,5	3,2	-5,5	-6,7	3,0
2000	-6,8	-2	-0,7	1,3	3,8	9,6	14,2	12,9	7,8	4,3	-0,9	0	3,6
2001	-6,9	-2,3	-0,6	2	3	9,7	12,7	13,8	5,9	5,2	-3,2	-12,8	2,2
2002	-2,8	-2,2	-0,8	2,7	5,1	11,4	14,3	14,2	6,1	4,4	1	-0,8	4,4
2003	-6,5	-7,4	-0,8	-0,2	4,2	13,2	12,7	14,3	9,2	1,9	-0,6	-4	3,0
2004	-5,6	-5,8	-7,2	-0,7	2,5	9	9	10,3	6,8	2	-6,1	-6,7	0,6
2005	-13,1	-13,7	-10,7	2,6	7,4	12,1	11,9	10,5	4,9	4,4	-1,3	-8,3	0,6
2006	-5,6	-4,9	-4,1	3,8	5,9	6,6	13,9	10,6	8,7	7,3	1,7	-5,6	3,2
2007	-5,2	-4,5	-3,9	2,8	5,5	7,1	13,5	10,9	8,8	6,9	1,5	-4,2	3,3
2008	-4,9	-4,4	-3,1	2,9	5,8	7,9	14,2	11,4	9,1	6,5	1,2	-4,8	3,5
2009	-7	-2	-1	3	6	11	13	13	11	0	0	-3	3,3
MEDIA	-4,8	-4,1	-2,0	1,9	4,6	9,3	12,4	12,5	8,3	3,6	-1,4	-6,1	2,8

## RESUMEN DE LAS TEMPERATURAS (°C)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
<b>tmm</b>	4,9	6,9	10,7	12,7	17,7	21,7	24,4	24	19,3	14,6	8,6	5,8	14,3
<b>Tm</b>	9,6	12,5	17,1	19,1	23,9	28,7	31,7	30,8	24,9	20,1	13,6	9,2	20,1
<b>tm</b>	0,7	1,2	5,2	6,8	11,0	15,0	17,1	16,9	13,2	9,5	4	1,4	8,5
<b>TMa</b>	15,9	17,5	23,6	25,6	30,8	35,2	36,6	35,9	30,8	25,6	19,4	16	26,0
<b>tma</b>	-4,8	-4,1	-2,0	1,9	4,6	9,3	12,4	12,5	8,3	3,6	-1,4	-6,1	2,8

### LEYENDA:

- Tmm: Temperatura media mensual.
- Tm: Temperatura media máxima.
- tm: Temperatura media mínima
- TMa: Temperatura máxima absoluta.
- tma: Temperatura mínima absoluta.

### 2.1 Estudio del régimen de heladas

A lo largo de 21 años los períodos de heladas desde la primera hasta la última son los siguientes:

INTERVALO	PRIMERA HELADA	ULTIMA HELADA
89-90	22/11/10	12/03/10
90-91	30/11/10	21/03/10
91-92	22/11/10	25/03/10
92-93	23/11/10	25/04/10
93-94	16/11/10	22/02/10

94-95	16/12/10	09/03/10
95-96	04/11/10	04/04/10
96-97	15/11/10	17/02/10
97-98	24/11/10	14/04/10
98-99	17/11/10	15/03/10
99-00	09/11/10	04/04/10
00-01	10/11/10	15/03/10
01-02	09/11/10	03/03/10
02-03	07/12/10	04/04/10
03-04	05/11/10	13/04/10
04-05	08/11/10	13/03/10
05-06	28/11/10	03/03/10
06-07	02/12/10	18/03/10
07-08	29/11/10	12/03/10
08-0,9	11/12/10	10/03/10
MEDIA	18/11/10	20/03/10

Con los datos de la tabla vemos que los periodos de riesgo de heladas varían desde un periodo de 63 días como mínimo hasta otro máximo de 172 días.

Según la propuesta de Emberger se hace un estudio del régimen de heladas con el fin de comprobar si en las épocas más frias podría haber algún impedimento para establecer un cultivo.

Este método divide el año en períodos que se distinguen en función de la probabilidad de producirse heladas. Lo hace con las temperaturas medias mínimas (tmm) utilizando el siguiente criterio:

- A) Periodo seguro de heladas: Cuando la tmm es inferior a 0°C.
- B) Periodo frecuente de heladas: Cuando la tmm está entre 0°C y 3°C.
- C) Periodo poco frecuente de heladas: Cuando la tmm está entre 3°C y 7°C.
- D) Periodo con heladas muy poco frecuentes: Cuando la tmm está por encima de los 7°C.

Estudiando las tablas anteriores podemos deducir el siguiente cuadro:

RIESGO	T. (°C)	INICIO	FIN	Nº DIAS
<u>Seguro</u>	T < 0°C	Ninguno	Ninguno	0
<u>Frecuente</u>	0°C < T < 3°C	Diciembre	Febrero	90
<u>Poco frecuente</u>	3°C < T < 7°C	Noviembre	Marzo	151
<u>Muy poco freq.</u>	T > 7°C	Octubre	Mayo	184

## 2.2 Estudio de las horas frío

Las horas frío (horas con temperaturas por debajo de 7°C) las podemos calcular en función de tres autores: Weinberg, Mota y Tabuenca.

Según Weinberger podemos determinar estas horas con el cuadro siguiente, donde T es la media de las temperaturas de Diciembre y Enero.

T	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3
Hora < 7°C	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350

$$T = (4,9 + 5,8) / 2 = 5,35 \text{ °C}$$

Debido al valor de T vemos en el cuadro que el valor de las horas frío es superior a 1350 horas.

Según Mota el número de horas se calcula con la siguiente fórmula:

$$Y = 485,1 - 28,5 \cdot X$$

Siendo X la temperatura media mensual.

	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
X	14,6	8,6	5,8	4,9	6,9	10,7	12,7
Y	69	240	319,8	345,45	288,45	180,15	123,15

Las horas frío serán el sumatorio de todas las Y entre Octubre y Abril.

$$\sum y = 1566 \text{ horas de frió} < 7^\circ\text{C}$$

Según Tabuenca (Adaptación de Mota al Valle del Ebro), se calculan las horas entre el 1 de Noviembre y el 1 de abril:

$$Y = 700,1 - 48,6 \cdot X$$

	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>
X	8,6	5,8	4,9	6,9	10,7
Y	282,14	418,22	461,96	364,76	180,08

$$\sum y = 1707,16 \text{ horas de frió} < 7^\circ\text{C}$$

### 3. Elementos hídricos

#### 3.1 Precipitaciones

En la zona de los Monegros las mayores precipitaciones se localizan en dos épocas (otoño y primavera), siendo en primavera mas intensas. A continuación mostramos en las siguientes tablas precipitaciones medias mensuales y días de lluvia de cada mes del año durante 21 años.

**PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	38,2	27	28,6	14,7	78,4	11,1	60,6	0	2,2	33,8	22,5	49,5	366,6
1990	22,9	41,1	4,1	73	37,9	2,3	21,2	9,4	115	79,1	55,5	21,6	483,1
1991	57,7	26,8	1,2	34,6	52,4	3,1	41	2	27	46,8	31,2	32,8	356,6
1992	59,8	15	0,8	136,9	24,7	41,7	6	0	0	10	30,6	2,3	327,8
1993	8,5	38,5	1,6	48,9	40	88,5	60,1	69,4	41,3	17,3	22,3	67,2	503,6
1994	8,7	3,7	0	17,3	67,8	87	0,6	36	113	71,8	30	13	448,9
1995	12	18	44,9	18,1	5,6	6,3	8,1	1	54	55,5	37,6	11,5	272,6
1996	17	14,8	6,5	8,1	64,7	78,3	15	44,8	30	59,7	2	23,3	364,2
1997	0	12,1	10,3	59,4	55,1	14,9	0	81,3	42,7	70,1	10,9	0,9	357,7
1998	2	18	3	19,2	74	0	20	13,9	119,8	65,4	37,6	8,3	381,2
1999	5	31,9	3,2	28,1	10,8	6,8	17,7	6,9	11,6	13,5	38,1	70	243,6
2000	107,3	21,6	14,4	44,5	31,4	27,4	1,8	34,4	7	4,5	77,8	107	479,1
2001	95	26	0	64,1	17,6	61,6	21	37,7	10,7	9,8	42,5	62,6	448,6
2002	8,8	6,2	5,5	36,7	27	1,5	16,5	20,4	40,2	6	9	16,6	194,4
2003	6,3	12,6	73,2	38,7	38,1	6	37,1	29,1	40	33,8	20,9	0	335,8
2004	30,0	16,9	13,2	42,8	41,7	29,1	21,8	26,0	43,6	38,5	31,2	32,4	367,19
2005	38,2	27,0	28,6	14,7	78,4	11,1	60,6	3,5	2,2	33,8	22,5	49,5	370,1
2006	6,3	12,6	73,2	38,7	38,1	6,0	37,1	29,1	40,0	33,8	20,9	0,0	335,8
2007	9,1	15,2	13,4	58,1	47,2	38,3	4	21,3	22	15,3	8,8	15,7	268,4

2008	31,4	21	14,9	61,8	72,5	50,8	12,7	11,4	24,8	42,3	37,5	41,8	422,7
2009	22,1	13	20,1	84,3	13,8	6,9	3,5	28,1	37,3	51,5	17,1	51,5	349,2
MEDIA	28,7	20,1	17,4	43	42	25,9	23,7	24,8	40,9	38,6	29,5	32,5	367,1

### NÚMERO DE DIAS DE LLUVIA MENSUALES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	9	2	5	7	9	6	2	0	2	5	9	8	64
1990	3	1	7	6	8	0	4	4	6	8	6	3	56
1991	6	5	0	8	6	3	7	4	6	7	5	6	63
1992	3	1	1	5	8	6	1	0	0	6	5	1	37
1993	5	1	1	3	5	7	2	3	2	5	2	6	42
1994	8	1	0	6	7	4	1	6	4	9	3	7	56
1995	3	6	9	5	5	5	1	1	7	7	6	4	59
1996	5	3	3	5	11	2	3	3	4	8	1	6	54
1997	0	1	2	8	6	6	0	1	8	8	5	1	46
1998	2	5	2	5	9	0	1	1	6	12	6	5	54
1999	3	3	2	2	8	1	2	1	3	2	6	7	40
2000	13	4	4	5	4	2	1	1	2	2	8	3	49
2001	12	1	0	4	5	7	1	7	4	5	12	4	62
2002	6	2	2	3	6	0	2	0	6	3	3	4	37
2003	3	2	7	8	2	3	5	5	7	5	3	0	50
2004	6	3	3	5	7	5	2	3	4	6	5	4	53
2005	4	2	1	2	4	1	3	2	1	3	6	3	32
2006	3	2	3	4	1	2	3	2	2	4	7	3	36
2007	2	8	3	10	7	7	4	7	4	2	2	4	60
2008	9	5	8	9	13	5	7	6	6	7	9	6	90
2009	7	5	5	6	8	3	3	5	3	5	4	8	62
MEDIA	5,3	2,6	3	5,1	6,3	3,6	2,3	2,5	4,1	5,8	5,3	4,4	50,3

En función de estos datos destacamos:

- El mes mas lluvioso es Abril con una media de 43mm y el mens lluvioso es Marzo con una media de 17,4mm.
- A nivel anual el año que mas precipitó (1993) se dieron 503,6mm. El año que menos llovió (2002) fueron 194,4mm.
- El mes con mas días de lluvia es Mayo, con 6,3 días. El mes que menos es Julio, con 2,3.
- La precipitación media anual es de 367,1 mm. El reparto en porcentaje por estaciones se hace de la siguiente manera:
  - Invierno = 24,64%
  - Primavera = 28,63%
  - Verano = 16,7%
  - Otoño = 30,21%

### **3.2 Estudio de la humedad relativa**

La humedad relativa la necesitamos para calcular la Eto. En las tablas siguientes se muestran los datos de la zona:

#### **HUMEDAD RELATIVA (%)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1989	84	65	55	62	51	44	45	53	59	59	80	80	61,4
1990	88	70	51	58	48	54	40	46	59	69	74	75	61,0
1991	70	67	71	56	45	43	38	41	58	65	74	79	58,9
1992	83	68	62	50	55	59	48	51	60	74	80	84	64,5
1993	87	66	62	54	59	47	43	48	55	71	82	81	62,9
1994	70	69	61	56	59	48	52	47	58	80	87	86	64,4
1995	65	68	55	51	53	52	45	51	55	62	71	85	59,4
1996	82	68	63	61	58	49	49	55	58	60	77	84	63,7
1997	82	68	57	60	62	58	62	57	60	67	82	80	66,3
1998	77	78	62	63	61	53	53	55	65	69	71	78	65,4

1999	75	69	60	61	56	51	45	53	57	68	74	78	62,3
2000	85	76	67	69	65	58	57	58	64	76	83	88	70,5
2001	81	73	74	59	58	44	52	51	60	69	70	84	64,6
2002	82	67	66	60	59	48	50	55	57	73	76	85	64,8
2003	75	74	62	61	59	45	47	48	65	76	84	81	64,8
2004	74	83	69	67	60	46	50	53	57	65	75	81	65,0
2005	78	61	57	57	47	42	43	50	52	69	77	81	59,5
2006	83	68	63	55	47	44	41	44	54	60	74	85	59,8
2007	81	72	58	56	49	46	48	51	56	62	76	86	61,7
2008	79	75	61	57	52	48	46	49	58	63	73	81	61,8
2009	80	74	59	58	50	47	47	52	61	62	78	82	62,5
MEDIA	78,9	70,1	62,1	58,9	55,8	49,1	48	50,9	58,6	68,1	77,3	82	63,3

La humedad relativa media anual está por encima del 55%.

Los meses con mayor humedad relativa son Enero (78,9%) y Diciembre (82%). El menor valor nos lo da Julio (48%).

En la siguiente tabla aparecen los valores de humedad relativa mínima, media y máxima de cada uno de los meses.

### **HUMEDAD RELATIVA (%)**

<b><u>MES</u></b>	<b><u>MÍNIMA</u></b>	<b><u>MEDIA</u></b>	<b><u>MÁXIMA</u></b>
<b>ENERO</b>	68,4	78,9	83,4
<b>FEBRERO</b>	61	70,1	81,7
<b>MARZO</b>	48,5	62,1	76,5
<b>ABRIL</b>	50,3	58,9	77,1

<b>MAYO</b>	47,2	55,8	75,9
<b>JUNIO</b>	40,7	49,1	70,3
<b>JULIO</b>	37,4	48	66,3
<b>AGOSTO</b>	38,3	50,9	67,9
<b>SEPTIEMBRE</b>	44,1	58,6	75,3
<b>OCTUBRE</b>	57,1	68,1	80,3
<b>NOVIEMBRE</b>	68,1	77,3	84,7
<b>DICIEMBRE</b>	71,8	82	86,5

### 3.3 Niebla y rocío

En la tabla siguiente se muestran los días de niebla y rocío de cada mes a lo largo de la serie.

#### **NÚMERO DE DIAS DE NIEBLA Y ROCÍO DE CADA MES**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	7	9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	17	35
1990	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	13	29
1991	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	6	18
1992	8	13	6	1	0	0	0	2	0	2	10	23	65
1993	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	9	30
1994	19	8	13	2	0	0	0	0	0	5	9	26	82
1995	20	0	12	2	0	0	0	0	0	4	11	14	63
1996	24	22	0	0	0	0	0	0	2	0	4	13	65
1997	25	13	3	0	0	0	0	0	0	1	3	12	57
1998	12	5	13	2	8	0	0	0	2	1	15	15	73

1999	7	2	9	7	0	0	0	0	0	14	9	11	59
2000	6	2	0	3	0	0	0	0	6	9	8	9	43
2001	7	10	9	4	2	1	0	0	0	11	6	5	55
2002	9	18	7	0	0	0	0	0	0	4	3	10	51
2003	10	1	1	0	0	0	0	0	7	14	11	7	51
2004	17	8	5	2	0	0	0	0	3	4	9	3	51
2005	21	10	4	0	1	0	0	0	0	5	8	18	67
2006	16	11	3	1	0	0	0	0	2	8	13	9	63
2007	17	8	4	2	1	0	0	0	0	6	4	11	53
2008	16	10	3	0	0	0	0	0	1	6	8	10	54
2009	18	9	3	1	0	0	0	0	1	4	5	9	50
MEDIA	13	7,9	4,6	1,3	0,6	0,1	0,0	0,1	1,1	4,7	7,8	11,9	53

#### 4. Viento

En la zona en la que se encuentra ubicada la finca predomina mucho el viento tanto el cierzo (viento normalmente frío y del noroeste), y el bochorno (viento del este o sureste normalmente cálido).

#### DIAS DE VIENTO MENSUALES (%)

MES	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	CALMA
ENE	1	5,6	5,3	1,8	5	7,6	8,4	25	40,3
FEB	2,3	12,5	14	4,6	3,3	5,2	11	32,4	14,7
MAR	3,5	10,8	12,5	5	2,9	6,1	8,4	31,4	19,4
ABR	2,6	13,4	15	3,6	0,8	5	9,6	38,4	11,6
MAY	2,8	16,4	17,3	3,8	4,2	7	9,6	30,2	8,7
JUN	3	9,3	16,8	11	3,1	4,3	13,7	28	10,8
JUL	2,3	1,5	22,4	24,8	1,5	5,8	17,3	17,2	7,2

AGO	0,5	2.8	29	11	3,5	2,1	5,6	31,2	14,3
SEP	3	8,5	30	7,9	2,5	3,5	7,5	21,1	16
OCT	2,3	10,8	18,6	5,4	3,9	7,4	8,7	23,7	19,2
NOV	0,8	7,1	9,7	4,2	7,2	5,7	9,2	25,7	30,4
DIC	1,7	7,8	5,8	2,3	3,2	3,9	11,8	24,5	39
<b>AÑO</b>	<b>2,2</b>	<b>8,6</b>	<b>16,4</b>	<b>7,1</b>	<b>3,4</b>	<b>5,3</b>	<b>10,1</b>	<b>27,5</b>	<b>19,4</b>

El total de días con viento es del 80,6% por lo que el periodo de calma es sólo de 19,4%.

### **VELOCIDADES MEDIAS DEL VIENTO ( Km/día y m/s)**

VEL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Km/d	251	259	280	271	246	241	240	245	226	240	232	216
m/s	2,9	3	3,2	3,1	2,8	2,8	2,8	2,9	2,6	2,8	2,6	2,5

El viento supone una pérdida de uniformidad del riego por aspersión, con lo cual habrá que tenerlo en cuenta a la hora de diseñar el sistema de tuberías. La idea es prever periodos en los que no será posible regar debido al viento.

## 5. Radiación solar

Éste es otro parámetro necesario en muchas fórmulas de cálculo de evapotranspiración de referencia. Interesa conocer tanto la radiación extraterrestre recibida sobre la zona (que es función exclusivamente de la latitud) que se expresa como Ra, como la media mensual del coeficiente de insolación n/N, donde n son las horas diarias de sol reales (parámetro que depende de la nubosidad), y N las horas diarias de sol teóricas (parámetro que depende de la latitud). También es necesario conocer el porcentaje diario de horas diurnas anuales p, que va a depender de la latitud.

Nos encontramos a una latitud norte de 42°, por lo tanto los datos de radiación mensuales en nuestro caso son los siguientes:

### **RADIACION SOLAR Y NUBOSIDAD**

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Ra (MJ/m<sup>2</sup>día)</b>	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,9	11,1	9,8	9,1
<b>p</b>	0,21	0,24	0,27	0,3	0,33	0,34	0,33	0,31	0,28	0,25	0,22	0,21
<b>n/N</b>	0,44	0,53	0,58	0,57	0,57	0,65	0,74	0,73	0,64	0,58	0,50	0,41

## 6. Índices Termopluviométricos

Índices que caracterizan el clima en cuestión.

### 6.1 Índice de Lang:

Este índice se calcula con la fórmula:

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

Siendo:

$I_L$  el índice de Lang, P la precipitación anual media en mm, y T la temperatura media anual en °C.

Lang propone la siguiente clasificación:

- Si  $I_L$  está entre 0 y 20, se clasifica como desierto.
- Si  $I_L$  está entre 20 y 40, se clasifica la zona como árida.
- Si  $I_L$  está entre 40 y 60, la zona es húmeda de estepa o sabana.
- Si  $I_L$  está entre 60 u 100, es una zona húmeda de bosques.
- Si  $I_L$  está entre 100 y 160, es una zona de bosques densos.
- Si  $I_L$  supera el valor de 160, estamos en una zona muy húmeda de prados.

Calculado el índice de Lang en nuestra zona de estudio, resulta:

$$IL = (367,1 / 14,3) = 25,67$$

Por lo tanto, nuestra zona es una **zona árida**.

## 6.2 Índice de Martonne:

Se expresa con la fórmula:

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

Siendo:

$I_M$  es el índice de Martonne, P la precipitación anual media en mm, y T la temperatura media anual en ° C.

Martonne propone la siguiente clasificación:

- Si  $I_M$  está entre 0 y 5, se clasifica como desierto.
- Si  $I_M$  está entre 5 y 10, se clasifica la zona como semidesértica.
- Si  $I_M$  está entre 10 y 20, la zona es estepas y países secos mediterráneos
- Si  $I_M$  está entre 20 y 30, es una zona de regiones del olivo y de los cereales
- Si  $I_M$  está entre 30 y 40, es una zona subhúmedas de prados y bosques
- Si  $I_M$  supera el valor de 40, estamos en una zona de húmeda a muy húmeda.

Calculado el índice de Martonne en nuestra zona de estudio, resulta:

$$I_M = 367,1 / (14,3 + 10) = 15,11$$

Por tanto se tratará de una zona de **estepas y países secos mediterráneos**.

### **6.3 Índice de Dantin Cereceda y Revenga:**

Con objeto de destacar la importancia de la aridez de una zona climática, se propone utilizar otro índice termopluviométrico, que se define con la siguiente formula:

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

Siendo:

$I_{DR}$  es el índice de Dantin Cereceda y Revenga, P la precipitación anual media en mm, y T la temperatura media anual en °C.

El criterio que sigue es el siguiente:

-Si IDR es menor que 2, entonces implica zonas húmedas y subhúmedas

-Si IDR está entre 2 y 4, la zona se clasifica como semiárida.

-Si IDR es mayor que 4, entonces la zona se clasifica como árida

Calculado el índice de Dantin Cereceda y Revenga en nuestra zona de estudio, resulta:

$$I_{DR} = 100 * (14,3 / 367,1) = 3,89$$

Por lo tanto es una **zona semiárida**

### **6.4 Índice de Emberger**

Se calcula según la siguiente formula:

$$Q = \frac{100 * P}{(M^2 + m^2)}$$

Donde:

**P** = Precipitación media anual en mm.

**M** = Temperatura media máxima del mes más cálido

**m** = Temperatura media mínima del mes más frío.

En nuestro caso resulta:

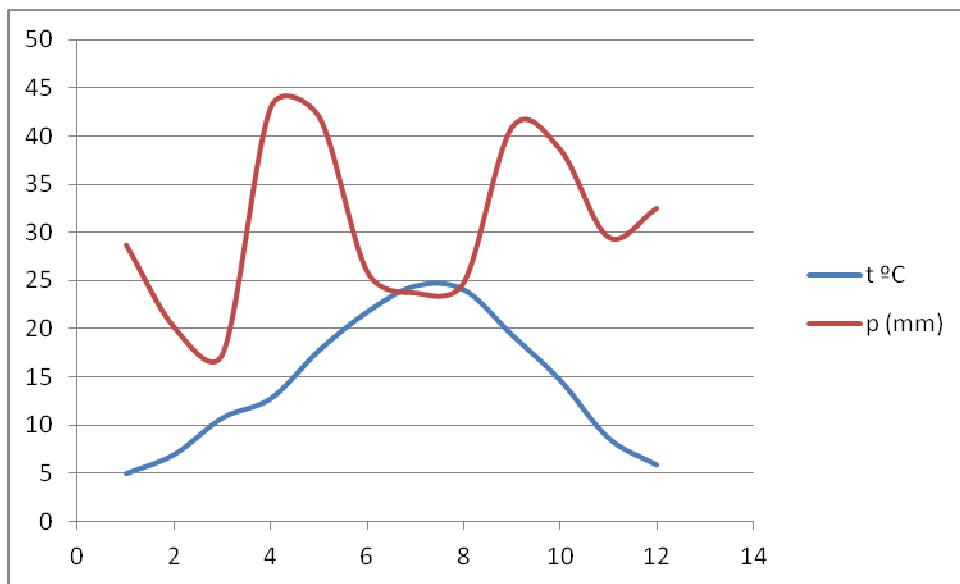
$$Q = (100 * 367,1) / ((31,7)^2 + (0,70)^2) = 36,52$$

Resultado que corresponde a un clima **mediterráneo semiárido**

## 6.5 Diagrama ombrotérmico

Es un índice que da una idea del periodo en que hay sequía. Los meses se clasifican como secos si  $P < 2T$ , y como subsecos si  $2T < P < 3T$ . Representando las precipitaciones y las temperaturas (éstas a doble escala) obtenemos el diagrama ombrotérmico de la zona.

### DIAGRAMA OMBROTÉRMICO



Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P (mm)	28,7	20,1	17,4	43	42	25,9	23,7	24,8	40,9	38,6	29,5	32,5
t (°C)	4,9	6,9	10,7	12,7	17,7	21,7	24,4	24	19,3	14,6	8,6	5,8

La aridez puede clasificarse mediante estos diagramas según el siguiente criterio:

-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.

En función del diagrama podemos decir que por lo tanto el clima en la zona de estudio se define como **monoxérico**.

## 7. Cálculo de la evapotranspiración

### 7.1 Evapotranspiración potencial (ETp)

La evapotranspiración potencial (ETP) se calcula mediante la fórmula de Thornthwaite, expuesta a continuación:

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

Donde:

**t<sup>a</sup>** : Temperatura media mensual.

**I**: Índice de calor anual. Se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$I = \sum_1^{12} i$$

$$i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

$$a = (6,75 * 10^{-7} * I^3) - (7,71 * 10^{-5} * I^2) + (1,79 * 10^{-2} * I) + 0,49$$

$$ET_p = ET_p \text{ajustada} * K$$

$$K = \left( \frac{d}{30} \right) * \left( \frac{N}{12} \right)$$

**K:** Coeficiente de corrector

**D:** nº días del mes

**N:** nº máximo horas de sol (depende de la latitud).

Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

Meses	t <sup>a</sup> media	d (días)	i	I	a	ETPajustada	K	ETP
<b>Enero</b>	4,9	31	0,97	63,96	1,554	10,58	0,81	8,56
<b>Febrero</b>	6,9	28	1,63	63,96	1,554	18,00	0,82	14,75
<b>Marzo</b>	10,7	31	3,17	63,96	1,554	35,59	1,02	36,29
<b>Abril</b>	12,7	30	4,10	63,96	1,554	46,45	1,12	52,03
<b>Mayo</b>	17,7	31	6,78	63,96	1,554	77,82	1,26	98,03
<b>Junio</b>	21,7	30	9,23	63,96	1,554	106,81	1,27	135,64
<b>Julio</b>	24,4	31	11,02	63,96	1,554	128,16	1,28	163,99
<b>Agosto</b>	24	31	10,75	63,96	1,554	124,91	1,20	149,83
<b>Septiembre</b>	19,3	30	7,73	63,96	1,554	89,02	1,08	96,14
<b>Octubre</b>	14,6	31	5,06	63,96	1,554	57,69	0,96	55,39
<b>Noviembre</b>	8,6	30	2,27	63,96	1,554	25,34	0,82	20.78
<b>Diciembre</b>	5,8	31	1,25	63,96	1,554	13,74	0,78	10.72

La ETp total anual es de: 842,15 mm/año.

## 7.2 Cálculo de la ETo

Existen varios métodos para el cálculo de la evaporación de referencia, y aunque muchos son válidos aquí se va a usar el método de Blaney Cirddle, que es de los más usados.

$$ET_o = a + b * p * (0,46 * Tm + 8,13)$$

Donde:

- **ETo** = Media mensual de evapotranspiración de referencia en mm/día. Es la tasa de evapotranspiración de una superficie extensiva, de 8 a 15 cm de alta, cubierta de gramíneas verdes en crecimiento activo, de altura uniforme, que cubre completamente el terreno y no padece falta de agua.

- **Tm** = Temperatura media.

- **p** = Porcentaje diario de horas diurnas.

- **a** = 0,0043 HRmin- (n/N) - 1,41.

- **HRmin** = Humedad relativa mínima en %.

- **n/N** = media mensual del coeficiente de insolación.

- **b** =  $0,81917 - 0,0040922 \cdot HRmín + 1,0705 \cdot (n/N) + 0,065649 \cdot Ud - 0,0059684 \cdot HRmín \cdot (n/N) - 0,0005967 \times HRmín \cdot Ud$ .

- **Ud** = Media mensual de la velocidad diurna del viento en m/s a 2 metros sobre el suelo.

Con estos parámetros se calcula la ETo para cada mes del año. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

## EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET<sub>0</sub>)

<u>MES</u>	<u>Tm</u>	<u>HR<sub>min</sub></u>	<u>n/N</u>	<u>p</u>	<u>A</u>	<u>b</u>	<u>Ud</u>	<u>Et<sub>0</sub> (mm/día)</u>	<u>Et<sub>0</sub> (mm/mes)</u>
Ene	4,9	68,4	0,44	0,21	-1,6	0,9	3,9	0,47	<u>14,47</u>
Feb	6,9	61	0,53	0,24	-1,7	1,1	4,0	1,20	<u>33,62</u>
Mar	10,7	48,5	0,58	0,27	-1,8	1,2	4,3	2,56	<u>79,32</u>
Abr	12,7	50,3	0,57	0,3	-1,8	1,2	4,2	3,27	<u>98,25</u>
May	17,7	47,2	0,57	0,33	-1,8	1,2	3,8	4,64	<u>143,9</u>
Jun	21,7	40,7	0,65	0,34	-1,9	1,3	3,7	6,39	<u>191,67</u>
Jul	24,4	37,4	0,74	0,33	-2,0	1,5	3,7	7,58	<u>234,98</u>
Ago	24,0	38,3	0,73	0,31	-2,0	1,4	3,8	6,58	<u>203,98</u>
Sep	19,3	44,1	0,64	0,28	-1,9	1,3	3,5	4,29	<u>128,72</u>
Oct	14,6	57,1	0,58	0,25	-1,7	1,1	3,7	2,38	<u>73,78</u>
Nov	8,6	68,1	0,5	0,22	-1,6	1,0	3,6	0,93	<u>27,97</u>
Dic	5,8	71,8	0,41	0,21	-1,5	0,9	3,3	0,46	<u>14,13</u>

Se obtiene una ETo anual de 1244,8 mm.

### 7.3 Cálculo de la ETc

Una vez se han obtenido los datos de la ETo para los distintos meses del año, se procede a calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc) para los diferentes cultivos que se pondrán en la finca (como se describen en el anexo 5 de rotación de cultivos), para la cual se utiliza la siguiente ecuación:

$$ET_c = ET_0 * Kc$$

Donde:

- **K<sub>c</sub>** = 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). A lo largo del tiempo, suele variar según el siguiente gráfico:



Los valores iniciales, máximos y finales de  $K_c$  para cada cultivo, y la duración de cada etapa, se encuentran tabulados por Faci en Evaporación y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón, donde se ha realizado un estudio por comarcas de las necesidades de riego. Se ha empleado para su cálculo las fechas de siembra y recolección de cada cultivo.

A continuación se expone la evaporación mensual de cada cultivo en mm:

## **CEBADA (*Hordeum vulgare*)**

Para la cebada se establece la siembra el día 5 de noviembre y la recolección el día 5 de junio. Los periodos de nascencia, crecimiento, madurez, y agostamiento se valoran en 45-70-72-25 días, obteniendo una duración total del ciclo de 212 días.

<b><u>MES</u></b>	<b><u>ET<sub>0</sub> (mm/mes)</u></b>	<b><u>K<sub>c</sub></u></b>	<b><u>ET<sub>c</sub> (mm/mes)</u></b>
<b>Noviembre</b>	23,45	0,72	<b>16,88</b>
<b>Diciembre</b>	14,13	0,73	<b>10,31</b>
<b>Enero</b>	14,47	0,86	<b>12,44</b>
<b>Febrero</b>	33,62	1,02	<b>34,29</b>
<b>Marzo</b>	79,32	1,10	<b>87,25</b>
<b>Abril</b>	98,25	1,10	<b>108,07</b>
<b>Mayo</b>	143,9	0,86	<b>123,75</b>
<b>Junio</b>	25,56	0,29	<b>7,41</b>

Total = 400,4 mm

## **TRIGO (Triticum aestivum)**

El trigo es muy similar a la cebada, siendo la siembra el día el 1 de diciembre y la recolección el 15 de junio. Los periodos del ciclo vegetativo se distribuyen en 40-55-76-25 días, dando una duración total al ciclo de 196 días.

<b><u>MES</u></b>	<b><u>ET<sub>0</sub></u></b>	<b><u>K<sub>c</sub></u></b>	<b><u>ET<sub>c</sub></u></b>
<b>Diciembre</b>	14,13	0,74	<b>10,45</b>
<b>Enero</b>	14,47	0,79	<b>11,43</b>
<b>Febrero</b>	33,62	0,97	<b>32,61</b>
<b>Marzo</b>	79,32	1,09	<b>86,45</b>
<b>Abril</b>	98,25	1,10	<b>108,07</b>
<b>Mayo</b>	143,9	1,03	<b>148,22</b>
<b>Junio</b>	89,46	0,47	<b>42,04</b>

Total = 439,27 mm

## MAIZ (Zea mays)

El maíz se siembra el 1 de mayo y el ciclo acabará el 5 de octubre, siendo los períodos de 30-40-62-25 días y acumulando una duración total de 157 días.

<u>MES</u>	<u>ET<sub>0</sub></u>	<u>K<sub>c</sub></u>	<u>ET<sub>c</sub></u>
<b>Mayo</b>	143,9	0,53	<b>76,26</b>
<b>Junio</b>	191,67	0,75	<b>143,75</b>
<b>Julio</b>	234,98	1,08	<b>253,77</b>
<b>Agosto</b>	203,98	1,11	<b>226,41</b>
<b>Septiembre</b>	128,42	0,96	<b>123,28</b>
<b>Octubre</b>	9,52	0,62	<b>5,9</b>

Total = 829,37 mm

## GIRASOL (Helianthus annus)

Se considera su siembra el 10 de mayo y el fin del ciclo el 20 de septiembre. Los períodos característicos del cultivo se valoran en 25-35-48-25 días, sumando una duración total del ciclo de 133 días.

<u>MES</u>	<u>ET<sub>0</sub></u>	<u>K<sub>c</sub></u>	<u>ET<sub>c</sub></u>
<b>Mayo</b>	95	0,51	<b>48,45</b>
<b>Junio</b>	191,67	0,71	<b>136,08</b>
<b>Julio</b>	224,74	1,00	<b>224,74</b>
<b>Agosto</b>	203,98	1,10	<b>224,37</b>
<b>Septiembre</b>	81,32	0,65	<b>52,85</b>

Total = 686,49 mm

## **GUISANTE (Pisum sativum)**

Se considera su siembra el 15 de diciembre y su recolección el 10 de mayo. Los periodos característicos del cultivo se valoran en 30-35-71-10 días, sumando una duración total del ciclo de 146 días.

<b><u>MES</u></b>	<b><u>ET0</u></b>	<b><u>Kc</u></b>	<b><u>ETc</u></b>
<b>Diciembre</b>	6,9	0,73	<b>5,03</b>
<b>Enero</b>	14,47	0,78	<b>11,28</b>
<b>Febrero</b>	33,62	1,03	<b>34,62</b>
<b>Marzo</b>	79,32	1,09	<b>86,45</b>
<b>Abril</b>	98,25	1,09	<b>107,09</b>
<b>Mayo</b>	42,75	1,04	<b>44,46</b>

Total = 288,57 mm

## **VEZA FORRAJERA (*Vicia sativa*)**

Se considera su siembra el 1 de octubre y su recolección el 15 de mayo. Los períodos característicos del cultivo se valoran en 30-45-141-10 días, sumando una duración total del ciclo de 226 días.

<b>MES</b>	<b>ET<sub>0</sub></b>	<b>K<sub>c</sub></b>	<b>ET<sub>c</sub></b>
<b>Octubre</b>	73,78	0,63	<b>46,48</b>
<b>Noviembre</b>	27,97	0,76	<b>21,25</b>
<b>Diciembre</b>	14,13	0,99	<b>13,98</b>
<b>Enero</b>	14,47	1,02	<b>14,75</b>
<b>Febrero</b>	33,62	1,02	<b>34,29</b>
<b>Marzo</b>	79,32	1,02	<b>80,90</b>
<b>Abril</b>	98,25	1,02	<b>100,21</b>
<b>Mayo</b>	65	0,98	<b>63,7</b>

Total = 375,56 mm

## **ALFALFA (Medicago sativa)**

Para el cultivo de alfalfa se considera un Kc constante durante todo el año ya que se trata de un cultivo herbáceo extensivo que una vez sembrado permanece en la parcela varios años.

<b><u>MES</u></b>	<b><u>ET0</u></b>	<b><u>Kc</u></b>	<b><u>ETc</u></b>
<b>Enero</b>	14,47	0,89	12,87
<b>Febrero</b>	33,62	0,89	29,92
<b>Marzo</b>	79,32	0,89	70,56
<b>Abril</b>	98,25	0,89	87,44
<b>Mayo</b>	143,9	0,89	128,07
<b>Junio</b>	191,67	0,89	170,58
<b>Julio</b>	234,98	0,89	209,13
<b>Agosto</b>	203,98	0,89	181,54
<b>Septiembre</b>	128,72	0,89	114,29
<b>Octubre</b>	73,78	0,89	66,76
<b>Noviembre</b>	27,97	0,89	24,89
<b>Diciembre</b>	14,13	0,89	12,57

Total = 1108,62 mm



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-3: ESTUDIO EDAFOLÓGICO**

# **ANEJO – 3**

## **ESTUDIO EDAFOLÓGICO**

### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Muestreo.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Caracterización general del suelo</b>	
<b>3.1 Caracteres físicos.....</b>	<b>1-3</b>
<b>3.2 Caracteres hídricos.....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.3 Estudio de la velocidad de infiltración.....</b>	<b>4-5</b>
<b>3.4 Caracteres químicos.....</b>	<b>6</b>
<b>4. Conclusiones del estudio realizado</b>	
<b>4.1 Conclusiones de carácter físico.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Conclusiones de carácter hídrico.....</b>	<b>7</b>
<b>4.3 Conclusiones de carácter hídrico.....</b>	<b>8</b>

**5. Cálculo de la enmienda húmica.....9-10**

**6. Mantenimiento de las enmiendas orgánicas y nutrientes.....11**

## **1. Introducción**

Es necesario conocer las características del suelo en estudio porque, como es evidente, es el medio en el que la planta vive, y por lo tanto, es muy importante conocer dichas características para poder usarlas de la forma mas eficiente posible.

Estudiamos estas características con el fin de conocer la viabilidad del proyecto a nivel edáfico.

Estudiaremos distintas características del suelo, que en su conjunto, nos ayudarán a conocer las respuestas de éste ante los cambios que vamos a realizar en la parcela.

## **2. Muestreo**

Para la toma de muestras dividiremos la parcela en subparcelas de 5 hectáreas, tomando una muestra en el centro de cada una de estas.

Cada muestra la mezclaremos con las demás de forma homogénea, de esa mezcla cogeremos unos tres Kg que se analizaran en el laboratorio

Se realizará un ensayo de infiltración en el centro de la parcela, obteniendo los correspondientes datos para el cálculo del proyecto.

## **3. Caracterización general del suelo**

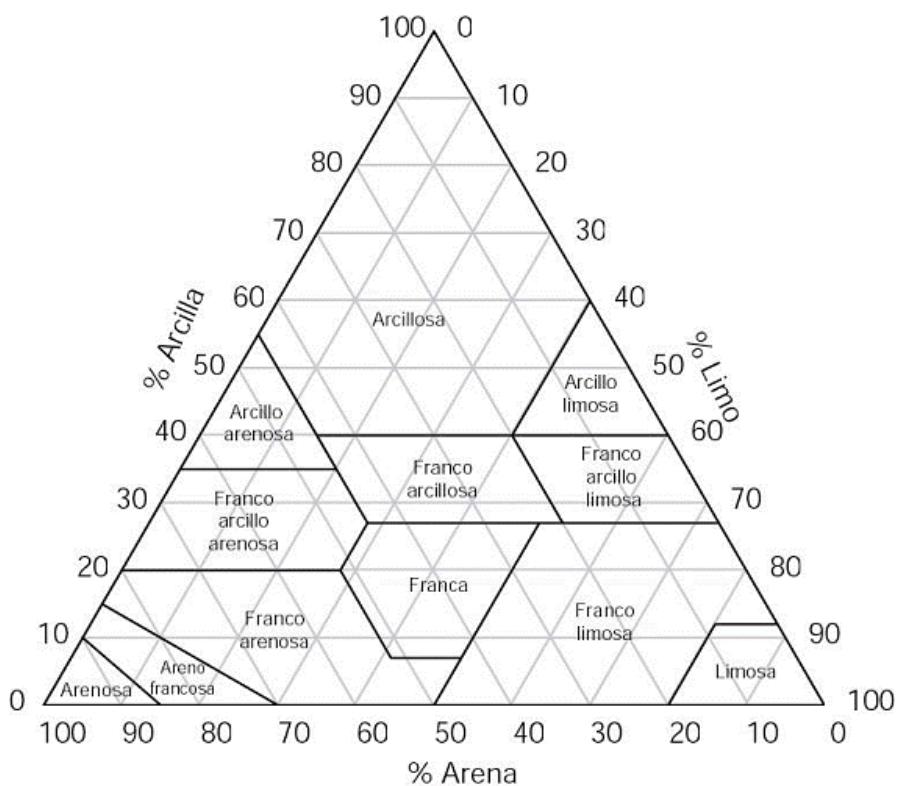
### **3.1. Caracteres físicos**

La descripción de la textura del suelo, se realiza especificando los porcentajes de partículas totales, cuyo tamaño está comprendido entre unos límites determinados, según diversas escalas. Nos basaremos en la clasificación de la ISSS (Sociedad Internacional de la Ciencia).

Resultados según la USDA:

<b><u>GRANULOMETRIA</u></b>	
<b>Elementos gruesos (&gt; 2mm)</b>	4,30%
<b>Arena gruesa (0,5 – 2 mm)</b>	11,70%
<b>Arena fina (0,05 - 5 mm)</b>	33,50%
<b>Limo (0,002 – 0,05 mm)</b>	30,90%
<b>Arcilla (&lt; 0,002 mm)</b>	28,80%

### **CLASES TEXTURALES**



Con los datos obtenidos se determina la clase textural del suelo. Para ello se entra en el triángulo superior de las clases texturales con los valores correspondientes y nos da un tipo de suelo **franco-arcillo-arenoso**.

En cuanto a la estructura del suelo se han obtenido los siguientes datos:

<b><u>ESTRUCTURA</u></b>	
<b>Profundidad (m)</b>	0,73
<b>Densidad aparente (Tm/m<sup>3</sup>)</b>	1,29
<b>Densidad real (Tm/m<sup>3</sup>)</b>	2,63
<b>Porosidad (% volumen)</b>	50,00%

### 3.2 Caracteres hídricos

<b>Capacidad de campo (CC)</b>	22,84%
<b>Punto de marchitez (PM)</b>	12,41%
<b>Agua útil</b>	10,85%
<b>Velocidad de infiltración (mm/h)</b>	42

La capacidad de campo (CC) es la cantidad de agua máxima que un suelo retiene una vez a finalizado el drenaje interno. Este contenido de humedad se expresa en porcentaje de peso de suelo seco. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$CC = (0,5 * arcilla) + (0,16 * limo) + (0,02 * arena) + 2,6$$

$$CC = 0,5 \cdot 28,8 + 0,16 \cdot 30,9 + 0,02 \cdot 45,2 + 2,6 = 22,84\%$$

El punto de marchitez (PM): Si el contenido en humedad del suelo desciende de un modo progresivo, las plantas encontrarán cada vez mayores dificultades para extraer el agua del suelo, llegando al punto en el que se iniciarán fenómenos de marchitez, es entonces cuando el nivel del agua del suelo ha llegado a su punto de marchitez. Se expresa en porcentaje de peso de suelo seco.

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$PM = (0,3 * arcilla) + (0,1 * lim o) + (0,015 * arena)$$

$$PM = 0,3 \cdot 28,8 + 0,1 \cdot 30,9 + 0,015 \cdot 45,2 = 12,41\%$$

El agua útil es la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez, es decir, es el agua que puede ser asimilada por la planta.

$$\text{Agua útil} = CC - PM$$

$$\text{Agua útil} = CC - PM = 22,84 - 12,41 = 10,43\%$$

### **3.3 Estudio de la velocidad de infiltración**

La velocidad de infiltración se mide en campo mediante el método de los anillos o de Muntz. Dicho método consta de dos anillos cilíndricos de metal de distinto diámetro que se colocan uno dentro del otro de forma concéntrica. En el anillo interior se medirá la infiltración del agua mediante un flotador y una regla, mientras que en el anillo exterior se mantendrá un nivel de agua constante para controlar la infiltración lateral.

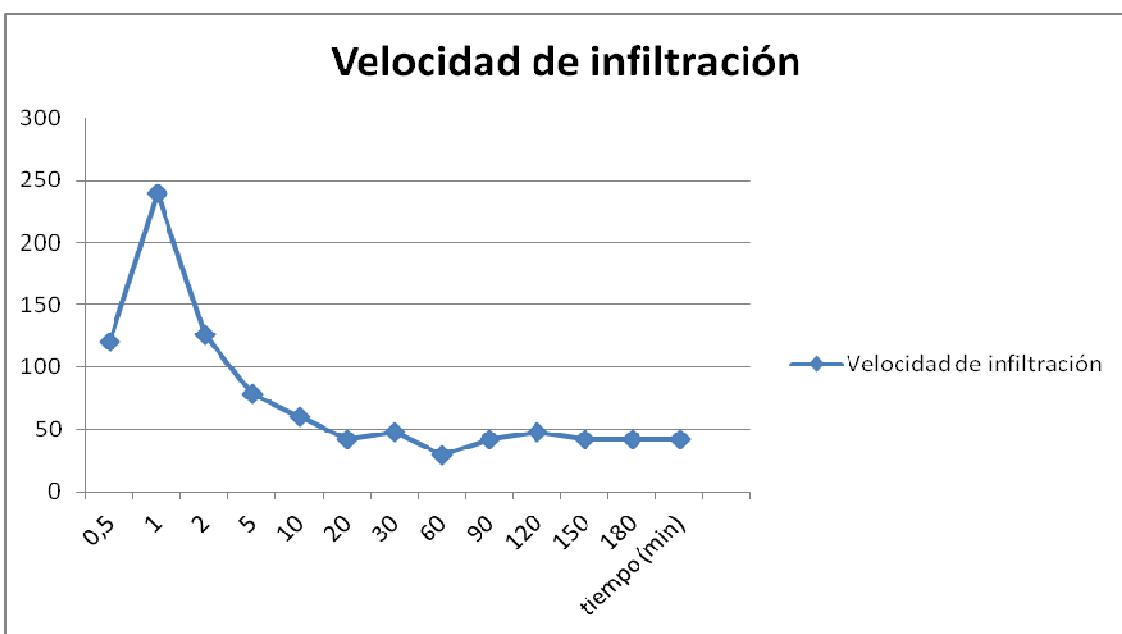
El estudio se realizará dividiendo la parcela total en subparcelas de 10 hectáreas, procediendo a realizar el ensayo en el centro de cada una de ellas, obteniendo los correspondientes datos, y realizando la media de todos ellos para obtener los datos que se utilizarán para el cálculo del proyecto definitivo.

Estos datos serán necesarios para calcular las dosis de riego.

Los datos del ensayo se recogen en la siguiente tabla:

### **VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN**

<b>Tiempo (min)</b>	<b>H absoluta (cm)</b>	<b>ΔT (min)</b>	<b>ΔH (cm)</b>	<b>H acumulad a (mm)</b>	<b>Infiltración (mm/h)</b>
0	71,5	0	0	0	0
0,5	71,6	0,5	0,1	1	120
1	71,8	0,5	0,2	3	240
2	72,01	1	0,21	5,1	126
5	72,4	3	0,39	9	78
10	72,9	5	0,5	14	60
20	73,6	10	0,7	21	42
30	74,4	10	0,8	29	48
60	75,9	30	1,5	44	30
90	78	30	2,1	65	42
120	75,6	30	2,4	89	48
150	73,5	30	2,1	110	42
180	71,4	30	2,1	131	42



### 3.4 Caracteres químicos

<b><u>FERTILIDAD</u></b>	
pH	8
Materia Orgánica (%)	1,9
Nitrógeno total (%)	0,14
Salinidad (CE en dS/m)	0,63
Carbonatos totales (%)	22,2
Relación C/N	12
Fósforo Olsen (ppm)	9

<b><u>CATIONES SOLUBLES MÁS INTERCAMBIABLES</u></b>	
Magnesio (Meq/100g)	1,6
Sodio (Meq/100g)	7,5
Potasio (Meq/100g)	125,5

## **4. Conclusiones del estudio realizado**

### **4.1. Conclusiones de carácter físico**

Con los datos obtenidos respecto a la granulometría y a la estructura del suelo sacamos la conclusión de que es un suelo aceptable para los cultivos que deseamos poner. Es un suelo con una estructura **franco arcillo-arenosa**.

La profundidad del suelo no va a presentar problemas para el cultivo ya que permite cualquier desarrollo de raíz de los posibles cultivos a implantar, descritos en el anexo de rotación de cultivos.

La densidad aparente y la densidad real, junto con la porosidad están comprendidas dentro del rango de valores normales, por lo que no se encuentra ningún factor limitante en este apartado para el cultivo y no tendremos ningún problema para el desarrollo de los cultivos que vamos a cultivar.

### **4.2. Conclusiones de carácter hídrico**

Según los valores obtenidos de la velocidad de infiltración, nos encontramos dentro de unos valores moderados. Por lo tanto el suelo de la parcela es adecuado para el riego y no vamos a tener ninguna limitación al respecto.

La capacidad de campo y el punto de marchitez obtenidos analíticamente, nos dan unos valores que permiten que la capacidad de retención de agua útil en el suelo sea aceptable. No se encuentran factores limitantes para ninguno de los cultivos que deseamos implantar en la parcela.

#### **4.3 Conclusiones de carácter químico**

- Fertilidad:

- PH: El valor de pH obtenido es de 8 (pH básicos), esto es debido a la cantidad de carbonatos que hay en el suelo, dado que le dan al suelo un cierto carácter alcalino. El valor obtenido es un valor aceptado para nuestros cultivos.
- Materia orgánica: El valor obtenido es de 1,9%, el cual se considera un nivel ligeramente pobre. Resultaría necesario una enmienda húmica a partir del estiércol animal que se calculará más adelante y así incrementar los niveles a largo plazo hasta un 2-2,5% que es un nivel normal.
- Nitrógeno total: Es del orden de un 0,14%, por lo que se encuentra en un nivel adecuado y no será necesario realizar aportes extras.
- La relación C/N: Se encuentra en torno a 12. Es un nivel normal para un suelo de estas características, hay una buena liberación de nitrógeno por parte de la materia orgánica.
- La salinidad: La medida en el extracto de pasta saturada se calcula midiendo la conductividad eléctrica (en dS/m). El valor obtenido ha sido de 0,63 dS/m, el cual es bajo, y como se consideran suelos no salinos aquellos con niveles de  $CE < 4\text{dS/m}$ , la influencia sobre los cultivos va a ser inapreciable (todos los cultivos pueden soportarla), y el desarrollo de estos será normal. Por lo tanto no se deberá tomar ninguna medida al respecto, incluso ésta cantidad se verá reducida con la frecuencia de riego.
- El fósforo: Obtenido por el método Olsen en ppm tiene un valor de 9 ppm. Por lo que no será necesaria la realización de ningún aporte al encontrarse en cantidad suficiente.

- Cationes solubles más intercambiables:

Los niveles de Sodio, Magnesio y Potasio obtenidos están medidos con las unidades de meq / 100g. Y los valores obtenidos son aceptados para el desarrollo de las plantas que vamos a cultivar. Con lo cual no necesitaremos realizar ninguna corrección.

## 5. Cálculo de la enmienda húmica

Los aportes necesarios de materia orgánica que debemos realizar a la parcela para tener los niveles óptimos para el desarrollo de las plantas cultivadas, los vamos a calcular en este apartado.

En suelos de regadío, los niveles óptimos de materia orgánica deben estar entre un 2% y un 3%. El nivel de materia orgánica de nuestro suelo es de un 1,9%, por lo que es necesario hacer una enmienda húmica de corrección para elevar el contenido inicial que tenemos, hasta aproximadamente un 2,5%, con lo cual el contenido existente de materia orgánica deberá aumentarse en un 0,6% como mínimo.

El cálculo de la cantidad de materia orgánica a aplicar se realiza mediante la siguiente formula:

$$\Delta MO = 10^4 \cdot p \cdot Da \cdot \frac{(MO_f - MO_i)}{100}$$

Donde:

**p** = Profundidad del suelo considerada para elevar el contenido de MO, expresada en metros.

**Da** = Densidad aparente expresada en Tm/m<sup>3</sup>.

**MO<sub>i</sub>** = Porcentaje de materia orgánica inicial.

**MO<sub>f</sub>** = Porcentaje de materia orgánica final.

**ΔMO** = Cantidad de humus, en Tm/ha.

Calculamos la cantidad de humus que debemos aplicar en la parcela:

$$\Delta MO = 10^4 \cdot 0,2 \cdot 1,29 \cdot \frac{2,5-1,9}{100} = 15,48 \text{ Tm/ha}$$

Para realizar dicha corrección húmica se utiliza estiércol de vacuno, cuya composición es:

-Materia seca = 23%

-Contenido en nitrógeno = 0,34%

-Contenido en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,16%

-Contenido en K<sub>2</sub>O = 0.4%

El estiércol utilizado está descompuesto y tiene un valor de K = 0,5.

La cantidad de estiércol que es necesario aplicar por hectárea para conseguir el equilibrio húmico se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{\Delta MO}{K \cdot \% Ms}$$

Donde:

**C** = Cantidad de estiércol que hay que suministrar expresado en Tm/Ha.

**MO** = Cantidad de materia orgánica

**Ms** = Porcentaje de materia seca del estiércol (en %).

**K** = 0,5.

La cantidad de estiércol que debemos aplicar a la parcela es:

$$C = \frac{15,48}{0,5 \cdot 0,23} = 134,61 \text{ Tm/Ha de estiércol.}$$

## **6. Mantenimiento de las enmiendas orgánicas y nutrientes**

Como ya se ha podido observar en el anterior punto, la cantidad de materia orgánica en el suelo es un poco baja a partir de cierta profundidad, a los cuales no se les ha realizado ninguna enmienda húmica en muchos años.

Se recomienda, antes de sembrar algún cultivo, aportar las cantidades de materia orgánica calculadas en el apartado anterior, y a su vez, realizar una rotación de cultivos que combine especies de altas exigencias nutricionales con otras de exigencias menores, que aporten al suelo elementos nutritivos y cantidades importantes de materia seca, como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

Se recomienda también, después de cada campaña, hacer un aporte de materia orgánica por medio de compost realizado de excrementos de animales explotados en extensivo y restos vegetales de cosechas como paja de cereales. Este aporte debe ser realizado en relación con los análisis que se hagan del suelo para aportar las cantidades necesarias.

Sería interesante incluir en la rotación de cultivos ciertas leguminosas (veza, alfalfa), que aportarán una importante cantidad de nitrógeno al suelo, e incluso se puede dejar sin cosechar, y con una labor incorporarlos al suelo como enmienda húmica en verde.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-4: CALIDAD DE AGUA**

# **ANEJO – 4**

## **CALIDAD DE AGUA**

### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resultado de los análisis.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Índices de primer grado</b>	
<b>3.1 pH.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Contenido total de sales.....</b>	<b>3</b>
<b>3.3 Presión osmótica del agua.....</b>	<b>3-4</b>
<b>3.4 Iones.....</b>	<b>4</b>
<b>3.5 Sales existentes en el agua de riego.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Índices de segundo grado</b>	
<b>4.1 S.A.R.....</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Relación de sodio.....</b>	<b>6</b>
<b>4.3 Relación de calcio.....</b>	<b>7</b>

<b>4.4 Dureza del agua.....</b>	<b>7-8</b>
<b>4.5 Índice de Eaton o carbonato sódico residual (CSR).....</b>	<b>8</b>
<b>5. Evaluación de la calidad de agua</b>	
<b>5.1 Criterios de salinidad.....</b>	<b>9-10</b>
<b>5.2 Criterios de sodicidad.....</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Criterios de toxicidad.....</b>	<b>11</b>
<b>5.4 Efectos por alcalinidad.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Clasificación</b>	
<b>6.1 Normas de Riverside.....</b>	<b>12</b>
<b>6.2 Normas H. Greene- FAO.....</b>	<b>13</b>
<b>6.3 Normas de L.V. Wilcox.....</b>	<b>14</b>
<b>7. Conclusión.....</b>	<b>14</b>

## **1. Introducción**

El agua es elemento principal para la nutrición de las plantas. Como en ella se pueden encontrar diversas concentraciones de sustancias disueltas, y de estas concentraciones depende la calidad de la misma para su uso, es imprescindible un análisis de calidad del agua.

Cuanto mayor es el contenido de sales en la disolución del suelo, tanto mayor es el esfuerzo que la planta tiene que hacer para absorber el agua, con lo cual la capacidad de la planta para obtener el agua disminuye a medida que aumenta la concentración de sales. Además, algunas sales deterioran las buenas cualidades físicas del suelo, son tóxicas para los cultivos u ocasionan desequilibrios en la absorción de nutrientes.

El suministro del agua de riego en este proyecto vendrá del canal de Monegros.

Las analíticas son facilitadas por la red de control de aguas superficiales de la Confederación Hidrográfica del Ebro, ya que es la más cercana al lugar de toma del agua.

## 2. Resultado de los análisis

Se dispone de muchas analíticas, de las cuales se han escogido como representativas unas del mes de julio (por ser uno de los meses con menos caudal en los ríos, y por tanto, mayor concentración de sales lleva el agua) de años próximos.

Los resultados varían muy poco de un año a otro (siempre que se estudie el mismo mes), así que no se comete un gran error por no estudiar una serie completa de análisis.

<u>PARAMETROS</u>	<u>UNIDADES</u>	<u>CANTIDAD</u>
pH	-	8
Conductividad a 25°C	µS/cm	358
Temperatura del agua	°C	22,1
Sólidos en suspensión	mg/L	16
<u>Cationes</u>		
Amonio Total	mg/L NH <sub>4</sub>	0,1
Calcio	mg/L Ca <sup>2+</sup>	35,2
Magnesio	mg/L Mg <sup>2+</sup>	16,6
Sodio	mg/L Na <sup>+</sup>	8,3
Potasio	mg/L K <sup>+</sup>	2,9
<u>Otros iones</u>		
Cobre	mg/L Cu	< 0,01
Hierro	mg/L Fe	0,03
Cromo	mg/L Cr	< 0,01
<u>Aniones</u>		
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	14,7
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	31,4
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2,2
Fosfatos	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,07
Carbonatos	mg/L HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	144,7

### **3. Índices de primer grado**

#### **3.1 pH**

El valor óptimo de pH para el agua de riego se encuentra entre 7,5 y 8,5 por lo que en nuestro caso, con un pH de 8 y consideramos que el agua empleada es apta para el riego.

#### **3.2 Contenido total de sales**

La cantidad de sales disueltas es proporcional a la conductividad eléctrica según la siguiente expresión:

$$ST = CE * K$$

Donde:

ST = Concentración de sales totales en ppm o mg/l.

CE = Conductividad eléctrica a 25 °C en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

K = Constante de proporcionalidad (0,0717 si la conductividad se expresa en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Nuestro resultado es:

$$ST = 358 * 0,64 = 229,12 \text{ ppm} = 0,2291 \text{ gr. /litro.}$$

Como estamos por debajo del valor de 0,5gr/l, consideramos que el agua que empleamos para regar es de **buenas calidad**.

#### **3.3 Presión osmótica del agua**

La presión osmótica depende de la concentración de sales que contiene el agua, a mayor concentración de sales que hay en el agua, mayor es la presión osmótica que ejerce el agua. Y se puede calcular con la siguiente expresión:

$$Po = K * CE$$

Donde:

Po = Presión osmótica en atmósferas.

CE = Conductividad eléctrica a 25°C en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

K = Constante de proporcionalidad (0,00036 si la conductividad se expresa en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Se obtiene:

$$P_O = 0,00036 \cdot 358 = 0,128 \text{ atm}$$

### 3.4 Iones

A continuación se enumeran los iones más importantes que presenta el agua en disolución, expresados en meq/l.

<u>Cationes</u>	<u>meq/l</u>	<u>Aniones</u>	<u>meq/l</u>
Calcio	1,75	Cloruros	0,42
Magnesio	1,37	Sulfatos	0,65
Sodio	0,75	Bicarbonatos	2,36
Potasio	0,15	Nitratos	0,04
<b>Total</b>	<b>4,02</b>	<b>Total</b>	<b>3,91</b>

Para que el agua sea de una buena calidad la suma de aniones debe coincidir, aproximadamente, con la de cationes, ambas expresadas en meq/l. Se permite un error del 7%, tanto por defecto como por exceso.

$$\text{Error cometido} = ((4,02 - 3,91)/4,02) * 100 = 2,73\%$$

Con lo cual el agua es de **buena calidad**, porque el error que sale es menor al 7%.

### **3.5 Sales existentes en el agua de riego**

Para determinar estas sales se aplicarán las siguientes reglas:

1) Sumar por separado los mili equivalentes de calcio y magnesio, y los de sulfatos y bicarbonatos. La menor de estas sumas se toma como representativa del contenido en bicarbonatos más sulfatos de calcio y magnesio:

$$\Sigma (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 1,75 + 1,37 = \mathbf{3,12 \text{ meq/l}} = A_1$$

$$\Sigma (\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-) = 0,65 + 2,36 = \mathbf{3,01 \text{ meq/l}} = A_2$$

$$A_2 = \text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = \mathbf{3,01 \text{ meq/l}}$$

2) Si en las sumas anteriores, los cationes superan a los aniones, el exceso se atribuye a cloruro magnésico ( $\text{MgCl}_2$ ) y se interpreta que no hay sulfato sódico ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

$$\text{MgCl}_2 = A_1 - A_2 = 3,12 - 3,01 = \mathbf{0,11 \text{ meq/l}}$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = \mathbf{0.0 \text{ meq/l.}}$$

3) Si hubiese carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), todos ellos se atribuyen a carbonato sódico.

4) La diferencia entre los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ) dados por el análisis y los posibles  $\text{MgCl}_2$  calculados en la regla 2<sup>a</sup>, se atribuyen a cloruro sódico ( $\text{NaCl}$ ).

$$\text{NaCl} = \text{Cl}^- - \text{MgCl}_2 = 0,42 - 0,11 = \mathbf{0,31 \text{ meq/l.}}$$

En definitiva las sales que estarían probablemente presentes en el agua analizada serían:

**Cloruro sódico y magnésico ( $\text{NaCl}$  y  $\text{MgCl}_2$ ).**

**Sulfatos cálcico y magnésico ( $\text{CaSO}_4$  y  $\text{MgSO}_4$ ).**

**Bicarbonatos cálcico y magnésico ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  y  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ).**

## 4. Índices de segundo grado

### 4.1 S.A.R.

Se define como la relación de adsorción de sodio. Hace referencia a la proporción relativa en que se encuentra el ion sodio, los iones calcio y magnesio.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Las concentraciones de los cationes se expresan en meq/l.

Cuando al analizar un agua se encuentran valores de SAR mayores a 10, se puede decir que esa agua es muy alcalina (tiene un pH elevado), siendo mayor el riesgo de alcalinización cuanto mayor es este valor.

En este caso se obtiene un valor de SAR de 0,60 con lo que consideramos esta agua óptima para el riego.

### 4.2 Relación de sodio

Esta relación 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:

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

Sustituimos los valores en la expresión anterior y obtenemos un valor:

$$RS = 0,75 / ((1,75)^2 + 0,75 + (1,37)^2) = 0,131 \text{ meq/l}$$

#### **4.3 Relación de calcio**

Esta relación muestra la proporción del contenido de calcio respecto a los restantes cationes. Se expresa en meq/L, y se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Sustituimos los valores en la expresión anterior y obtenemos un valor:

$$RS = (1,75)^2 / ((1,75)^2 + 0,75 + (1,37)^2) = 0,538 \text{ meq/l}$$

#### **4.4 Dureza del agua**

Índice que está referido al contenido de calcio y de magnesio que contiene el agua y se mide en grados Franceses, mediante la siguiente expresión:

$$F = \frac{([Ca^{2+}] * 2,5) + ([Mg^{2+}] * 4,12)}{10}$$

Donde  $[Ca^{2+}]$  y  $[Mg^{2+}]$  son la concentración de los cationes calcio y magnesio respectivamente, expresada en mg/l.

En la siguiente tabla se representan los tipos de agua en función de los grados Franceses:

<u>Tipo de Agua</u>	<u>Grados Franceses</u>
Muy dulce	Menos de 7
Dulce	7 - 14
Medianamente dulce	14 - 22
Medianamente dura	22 - 32
Dura	32 - 54
Muy Dura	Más de 54

Sustituyendo en la expresión anterior las concentraciones de Calcio y de Magnesio en (mg/l) obtenemos el valor de la dureza del agua de riego:

$$F = 15,64^\circ \text{ Franceses}$$

Según el valor que nos ha salido, consideramos que es un agua **medianamente dulce**, óptima para el riego.

#### 4.5 Índice de Eaton o carbonato sódico residual (CSR)

Este índice nos indica la acción degradante del agua, y es calculado mediante la siguiente expresión:

$$C.S.R. = (\left[CO_3^{2-}\right] + \left[HCO_3^{-}\right]) - (\left[Ca^{2+}\right] + \left[Mg^{2+}\right])$$

Según el C.S.R. las aguas son:

Recomendables si **C.S.R. < 1,25 meq/l**.

Poco recomendables si **1,25 < C.S.R. < 2,5 meq/l**.

No recomendables si **C.S.R. > 2,5 meq/l**.

Para nuestro caso tenemos:

$$C.S.R. = (0 + 2,36) - (1,75 + 1,37) = -0,76 \text{ meq/l}$$

Como el valor obtenido es menor a 1,25 meq / l consideramos que el agua es **bueno y utilizable para el riego**.

## 5. Evaluación de la calidad del agua

### 5.1 Criterios de salinidad

- Clasificación de Richards

En la tabla siguiente tenemos los riesgos de salinidad en función de la conductividad eléctrica segúin Richards:

<u>C.E. (<math>\mu\text{S/cm}</math>)</u>	<u>Riesgo de salinidad</u>
100 - 250	Bajo
250 - 750	Medio
750 - 2.250	Alto
>2.250	Muy alto

Como la conductividad eléctrica de nuestra agua de riego es de 358  $\mu\text{S/cm}$ , según esta clasificación, el riesgo de **salinidad es medio**.

-Clasificación de la FAO

Según esta clasificación los riesgos de salinidad son los siguientes:

<u>C.E. (milimhos/cm)</u>	<u>Riesgo de salinidad</u>
< 0,75	Sin problemas
0,75 - 3,0	Problemas crecientes
> 3,0	Problemas serios

Como la conductividad de nuestra agua de riego analizada es de 0,358 milimhos/cm, según esta clasificación, **no tendremos problemas de riesgo de salinidad.**

## 5.2. Criterios de sodicidad

La clasificación de la calidad de las aguas para el uso de riego, con respecto al peligro del sodio, es más complicado que en el caso del peligro por salinidad.

Se puede considerar el problema desde el punto de vista del grado probable, de que un suelo absorba el sodio del agua de riego, así como la velocidad a que tiene lugar dicha absorción al aplicar el agua.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI), que tendrá el suelo cuando este y el agua de riego estén en equilibrio, se puede pronosticar aproximadamente conociendo el valor del S.A.R. del agua.

-Clasificación de Richard:

Según esta clasificación tenemos los siguientes tipos de sodicidad:

<u>Clasificación</u>	<u>S.A.R.</u> <u>CE 100 micromhos/cm</u>	<u>S.A.R.</u> <u>CE 750 micromhos/cm</u>
S.1 Baja sodicidad	0 - 10	0 - 6
S.2 Media sodicidad	10 - 18	6 - 12
S.3 Alta sodicidad	18 - 26	12 - 18
S.4 Muy alto sodicidad	>26	>18

Como hemos obtenido un S.A.R. de 0,60, y una conductividad eléctrica de 35,8 micromhos/cm, vemos que según esta clasificación el riesgo de sodicidad es **Bajo.**

### 5.3 Criterios de toxicidad

-Clasificación de la FAO

Según esta clasificación tenemos las siguientes conclusiones:

<u>Ion (meq/l)</u>	<u>Sin problemas</u>	<u>Problemas crecientes</u>	<u>Problemas graves</u>
Na	< 3	3-9	> 9
Cl	< 4	4-10	> 10
B	< 0,7	0,7-2	> 2

Los resultados obtenidos en los análisis son los siguientes:

Na = 0.75 meq/l

Cl = 0.42 meq/l

B = Inapreciable

Por lo tanto según esta clasificación, **no tenemos ningún problema de toxicidad** usando esta agua para riego.

### 5.4 Efectos por alcalinidad

Este apartado se basa concretamente en la influencia que puede tener los bicarbonatos del agua de riego, a la hora de implantar un sistema de riego por aspersión:

Sin problemas	<1,5 meq /l
Problemas crecientes	1,5 – 8,5 meq / l
Problemas graves	8,5 meq / l

El agua de riego que nosotros empleamos para el riego tiene una concentración de Bicarbonato de **2,36 meq / l** con lo cual según esta clasificación nos encontramos dentro del nivel de problemas crecientes aunque en niveles bajos casi próximos al nivel sin problemas.

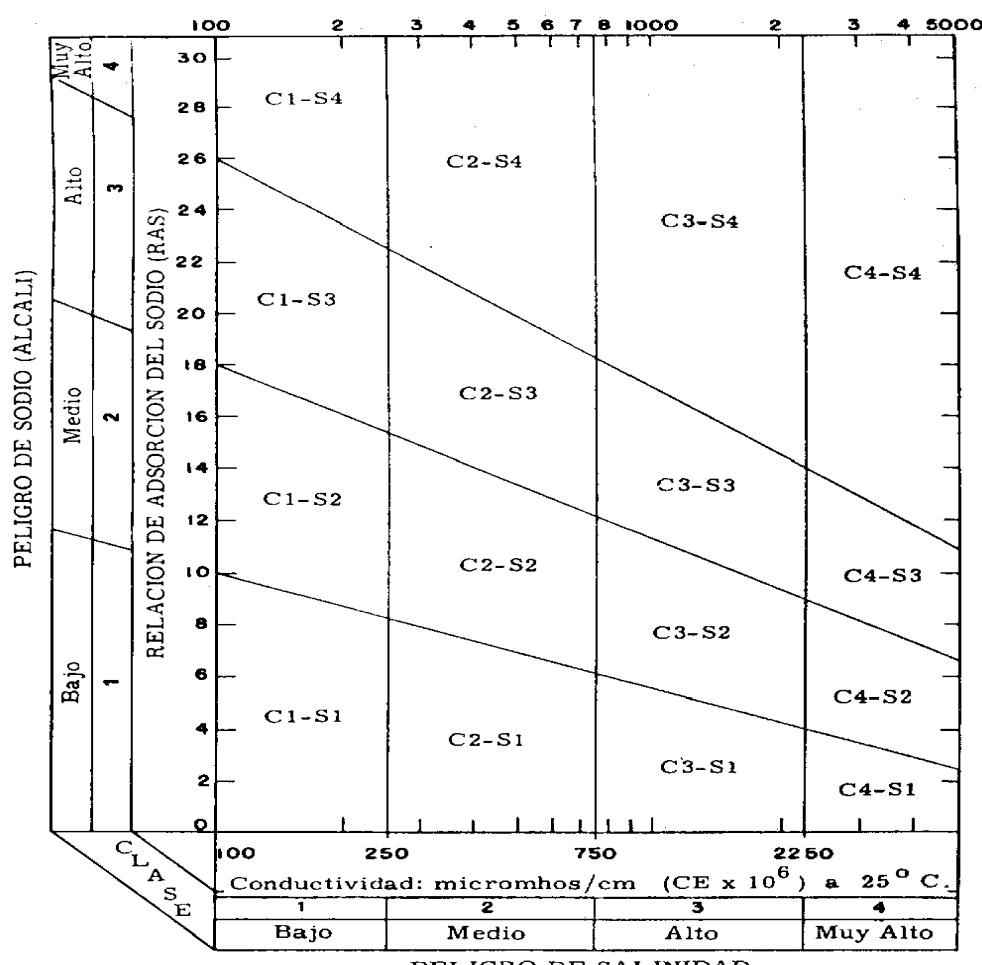
## 6. Clasificación

### 6.1 Normas de Riverside

Relacionan la conductividad eléctrica y el SAR. Según estos dos índices se establecen dieciséis clases de aguas en función del riesgo de alcalinización y salinización.

Utilizando los dos parámetros anteriores, el agua se caracteriza mediante una fórmula tipo C, S en la que los valores de C, son los correspondientes a la CE y los valores de S son los del SAR. Los subíndices varían entre 1 y 4.

Entrando en el siguiente diagrama con los valores de  $SAR = 0,60$  y  $CE = 358$  micromhos/cm, se obtiene una clase de agua C2-S1, que indica un **riesgo medio de salinización del suelo y peligro de sodicidad bajo**.



## 6.2 Normas H. Greene - FAO

Esta norma toma como base la concentración total de las aguas expresada en meq/l, con relación al tanto por ciento de sodio.

Calculamos el porcentaje de sodio con respecto a todos los demás cationes con la siguiente expresión:

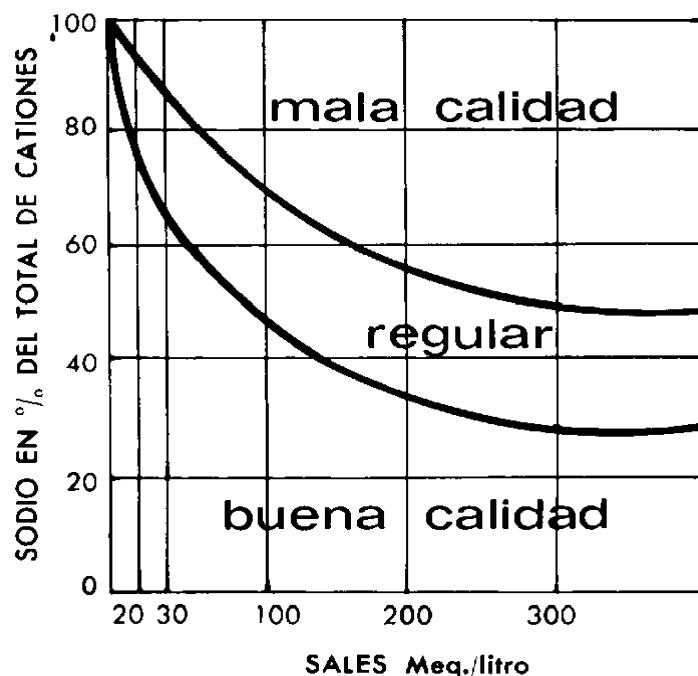
$$\%[Na] = \frac{[Na]}{[\Sigma \text{Cationes}]} * 100$$

$$\% [Na] = 18,66 \%$$

Calculamos la concentración total de cationes y de aniones:

$$\Sigma [\text{Cationes}] + \Sigma [\text{Aniones}] = 4,02 + 3,91 = 7,93 \text{ meq/l}$$

Con estos dos resultados entramos en la siguiente gráfica y sacamos la conclusión de que el agua que empleamos para riego es de **buenas calidad**.

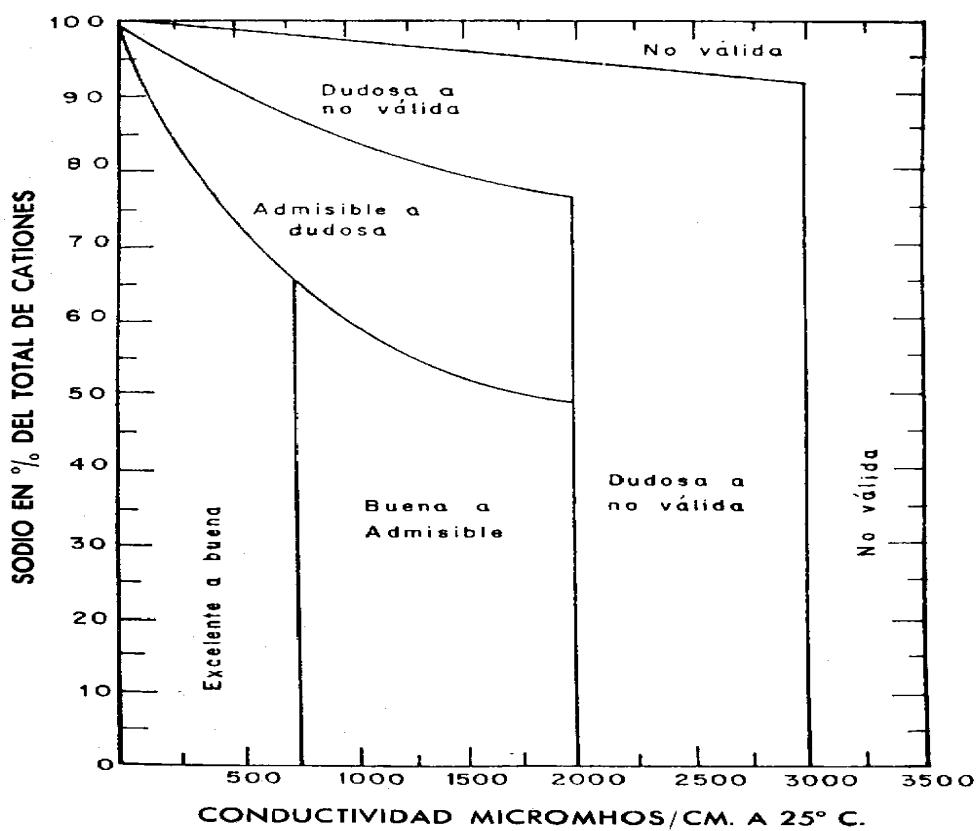


### 6.3 Normas de L.V. Wilcox

Este autor considera como índice para la clasificación de las aguas de riego, el tanto por cien de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica.

El porcentaje de sodio que hemos calculado en el apartado anterior es de 18,66% y la conductividad eléctrica a 25°C es de 358 micromhos/cm.

Con estos dos datos, entramos en la gráfica siguiente y obtenemos que tenemos un agua de riego de **excelente a buena calidad**.



### 7. Conclusión

El agua de riego no causara ningún problema sobre el desarrollo de los cultivos, ni sobre el suelo de la parcela, ya que reúne todos los requisitos mínimos de calidad. Diremos, por lo tanto, que el agua con la cual regamos es óptima para el riego sin ninguna limitación y se aconseja que se desarrolle el presente proyecto.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-5: ROTACIÓN DE CULTIVOS**

# **ANEJO – 5**

## **ROTACIÓN DE CULTIVOS**

### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Cultivos propuestos para la rotación.....</b>	<b>1-2</b>
<b>3. Parámetros de rotación y de la alternancia.....</b>	<b>2</b>
<b>4. Cuadro de rotación de cultivos.....</b>	<b>2-3</b>

## **1. Introducción**

En este anexo vamos a tratar los cultivos que mejor se van a desarrollar en nuestra parcela para la obtención de los mejores rendimientos posibles y maximizar la rentabilidad de nuestra parcela y de nuestro riego implantado. Para ello deberemos hacer una distribución adecuada de los cultivos a implantar.

Cada cultivo que implantemos tendrá unas necesidades de agua, las cuales, debemos conocer para el dimensionamiento del riego que vamos a instalar. Para que los cultivos obtengan el aporte necesario de agua.

## **2. Cultivos propuestos para la rotación**

Los cultivos que se proponen son cultivos característicos de la zona, bien por su importancia económica o por su buen comportamiento respecto al clima de la zona.

Los cultivos son los que se muestran en la tabla siguiente:

CULTIVO	FECHA DE SIEMBRE	FECHA DE RECOLECCIÓN
ALFALFA	15- Septiembre	De Marzo a Noviembre
MAIZ	1 de Mayo	5 de Octubre
TRIGO	1de Diciembre	15 de Junio
CEBADA	5 de Noviembre	5 de Junio
GIRASOL	10 de Mayo	20 de Septiembre
GUISANTE	15 de Diciembre	10 de Mayo
VEZA FORRAJERA	1 de Octubre	15 de Mayo

Para la elección de los cultivos se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- La capacidad del propietario de comercializar los productos.
- Cierta flexibilidad en la rotación para que el agricultor pueda introducir cultivos no previstos que interesen en un determinado momento.
- Adaptación de los cultivos al clima y suelo.
- La condición mejoradora de los cultivos sobre el suelo.
- La combinación de distintas especies para evitar la proliferación de malas hierbas y parásitos específicos.
- La capacidad del parque de maquinaria que tenga el agricultor para el manejo de su explotación.

### **3. Parámetros de rotación y de la alternancia**

Con los datos de permanencia de cada cultivo en campo, y teniendo en cuenta los requerimientos de cada cultivo y las condiciones nutricionales del suelo, se puede realizar una distribución de los cultivos a través de los años.

### **4. Cuadro de rotación de cultivos**

La rotación de cultivos que planteamos a continuación, es de manera orientativa para el agricultor que podrá ser modificada por él si lo cree conveniente.

La tabla de rotación contendrá un plan de 10 años.

LEYENDA	
COLOR	CULTIVO
Yellow	MAÍZ
Purple	GUISANTE
Blue	GIRASOL
Orange	CEBADA
Cyan	VEZA
Pink	TRIGO
Light Green	ALFALFA
Red	LIBRE

ANO	MES	Cult.							
1	Enero		4	Mayo		8	Enero		
	Febrero			Junio			Febrero		
	Marzo			Julio			Marzo		
	Abril			Agosto			Abril		
	Mayo			Septiembre			Mayo		
	Junio			Octubre			Junio		
	Julio			Noviembre			Julio		
	Agosto			Diciembre			Agosto		
	Septiembre			Enero			Septiembre		
	Octubre			Febrero			Octubre		
2	Noviembre			Marzo			Noviembre		
	Diciembre			Abril			Diciembre		
	Enero		5	Mayo		9	Enero		
	Febrero			Junio			Febrero		
	Marzo			Julio			Marzo		
	Abril			Agosto			Abril		
	Mayo			Septiembre			Mayo		
	Junio			Octubre			Junio		
	Julio			Noviembre			Julio		
	Agosto			Diciembre			Agosto		
3	Septiembre		6	Enero		10	Septiembre		
	Octubre			Febrero			Octubre		
	Noviembre			Marzo			Noviembre		
	Diciembre			Abril			Diciembre		
	Enero			Mayo			Enero		
	Febrero			Junio			Febrero		
	Marzo			Julio			Marzo		
	Abril			Agosto			Abril		
	Septiembre			Septiembre			Mayo		
	Octubre			Octubre			Junio		
4	Noviembre			Noviembre			Julio		
	Diciembre			Diciembre			Agosto		



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-6: CÁLCULO DE NECESIDADES HÍDRICAS**

## **ANEJO – 6**

### **CÁLCULO DE NECESIDADES HÍDRICAS**

#### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Necesidades de riego.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Necesidades netas.....</b>	<b>1-2</b>
<b>2.2 Necesidades reales.....</b>	<b>2-6</b>
<b>2.2.1 Pérdidas por percolación.....</b>	<b>6-7</b>
<b>3. Dimensionado del riego por aspersión.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Dosis máximas de riego.....</b>	<b>8-9</b>
<b>3.2 Dosis útil.....</b>	<b>9-10</b>
<b>3.3 Dosis real de riego.....</b>	<b>10-11</b>
<b>3.4 Cálculo del riego.....</b>	<b>11-12</b>
<b>3.4.1 Intervalo entre riegos.....</b>	<b>12-13</b>
<b>3.4.2 Número de riegos por mes.....</b>	<b>13-14</b>

**3.4.3 Densidad de aspersión.....14-15**

**3.4.4 Duración del riego.....15-16**

**3.4.5 Caudal continuo y característico de la parcela...16-17**

## **1. Introducción**

En este anexo se va a calcular las necesidades de agua para el sistema de riego por aspersión y para todo el período vegetativo de los cultivos elegidos en el anexo anterior de rotación de cultivos.

Las precipitaciones son parte del agua necesaria para cubrir las necesidades de los cultivos, pero no son suficientes, así que necesitaremos calcular el agua necesaria para cada cultivo a la hora de regar.

Para conocer las cantidades de agua que hay que aportar, es necesario conocer las necesidades de la planta para que su desarrollo tenga lugar, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento.

$$\text{Necesidades de riego} = \text{Necesidades del cultivo} - \text{Precipitación}$$

Una vez tengamos estos valores, se podrá proceder al dimensionado de las instalaciones de riego.

## **2. Necesidades de riego**

El agua que vamos a emplear para regar viene del canal de Monegros, cuya agua tiene una calidad determinada que es óptima para nuestro propósito.

### **2.1 Necesidades netas**

La fórmula más sencilla que se emplea para calcular las necesidades netas de agua de riego es la siguiente:

$$Nn = ETc - PE$$

Donde:

Nn = Necesidades netas mensuales

ET<sub>c</sub> = Evapotranspiración mensual del cultivo

PE = Precipitación efectiva

La precipitación efectiva, es la proporción de lluvia que sirve para satisfacer las necesidades de consumo de agua del cultivo. Se obtiene mediante la fórmula:

$$PE = 0,7 * Pt * f.c.$$

Donde:

PE = Precipitación efectiva

Pt = Precipitación total

f.c. = Factor de corrección en función de la evapotranspiración.

<u>Eto (mm / día)</u>	<u>f.c</u>
< 3	0,60 - 0,70
3 - 5	0,70 - 0,84
5 - 7	0,84 - 0,96
> 7	0,96 - 1,00

## 2.2 Necesidades reales

Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas (Nn), la eficiencia de aplicación del sistema (Ea), y las necesidades de lavado de sales (FL).

En la Ea se incluyen las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escorrentía, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La Ea en riegos por aspersión ronda el 80%, valor que nosotros utilizaremos en nuestros cálculos.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como  $(1 - FL)$ , y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego

Las necesidades reales se pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$Nr = \frac{Nn}{Ea * (1 - FL)}$$

Donde:

$N_r$ = Necesidades reales (mm/mes).

$N_n$ = Necesidades netas (mm/mes).

$E_a$  = Eficiencia de aplicación.

$F_L$  = Fracción de lavado de sales.

La fracción de lavado se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F_L = \frac{CE_w}{5 * CE_e - CE_w}$$

Donde:

$F_L$  = Necesidad de lavado en tanto por uno.

$CE_w$  = Conductividad eléctrica del agua de riego (mmhos/cm).

$CE_e$  = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (máximo que tolera un cultivo determinado sin que se produzca reducción del rendimiento de cosecha, en mmhos/cm).

Así pues, aplicando para cada cultivo considerado la fórmula anterior, se obtienen los siguientes valores de necesidades de lavado:

<u>Cultivo</u>	<u><math>CE_w</math> (mmhos/cm)</u>	<u><math>CE_e</math> (mmhos/cm)</u>	<u><math>F_L</math></u>
<b>Alfalfa</b>	0,358	2	<b>0,037</b>
<b>Maíz</b>	0,358	1,7	<b>0,043</b>
<b>Trigo</b>	0,358	6	<b>0,012</b>
<b>Cebada</b>	0,358	8	<b>0,009</b>
<b>Girasol</b>	0,358	1,5	<b>0,050</b>
<b>Guisante</b>	0,358	1	<b>0,077</b>
<b>Veza forrajera</b>	0,358	1	<b>0,077</b>

Después de haber calculado las necesidades de lavado de cada cultivo vamos a calcular las necesidades reales de cada cultivo durante su periodo vegetativo.

<b><u>MAIZ</u></b>					
<b><u>Meses</u></b>	<b><u>P<sub>T</sub> (mm)</u></b>	<b><u>PE (mm)</u></b>	<b><u>Et<sub>c</sub> (mm / día)</u></b>	<b><u>Nn(mm / mes)</u></b>	<b><u>N<sub>r</sub> (mm / mes )</u></b>
<b>Mayo</b>	42	22,63	76,26	53,63	70,05
<b>Junio</b>	25,9	16,32	143,75	127,43	166,44
<b>Julio</b>	23,7	16,25	253,77	237,52	310,24
<b>Agosto</b>	24,8	15,64	226,41	210,77	275,30
<b>Septiembre</b>	40,9	22,04	123,28	101,24	132,24
<b>Octubre</b>	38,6	17,51	5,9	-11,61	-15,16

<b><u>GUISANTE</u></b>					
<b><u>Meses</u></b>	<b><u>P<sub>T</sub> (mm)</u></b>	<b><u>PE (mm)</u></b>	<b><u>Et<sub>c</sub> (mm / día)</u></b>	<b><u>Nn(mm / mes)</u></b>	<b><u>N<sub>r</sub> (mm / mes )</u></b>
Diciembre	32,5	14,79	5,03	-9,76	-13,22
Enero	28,7	13,06	11,28	-1,78	-2,41
Febrero	20,1	9,14	34,62	25,48	34,50
Marzo	17,4	7,92	86,45	78,53	106,35
Abril	43	23,18	107,09	83,91	113,63
Mayo	42	22,64	44,46	21,82	29,55

<b><u>GIRASOL</u></b>					
<b><u>Meses</u></b>	<b><u>P<sub>T</sub> (mm)</u></b>	<b><u>PE (mm)</u></b>	<b><u>Et<sub>c</sub> (mm / día)</u></b>	<b><u>Nn(mm / mes)</u></b>	<b><u>N<sub>r</sub> (mm / mes )</u></b>
Mayo	42	22,64	48,45	25,81	33,96
Junio	25,6	16,13	136,08	119,95	157,83
Julio	23,7	16,26	224,74	208,48	274,32
Agosto	24,8	15,62	224,37	208,75	274,67
Septiembre	40,9	22,04	52,85	30,81	40,54

<b><u>CEBADA</u></b>					
<b><u>Meses</u></b>	<b><u>P<sub>T</sub>(mm)</u></b>	<b><u>PE (mm)</u></b>	<b><u>Et<sub>c</sub> (mm / día)</u></b>	<b><u>Nn(mm / mes)</u></b>	<b><u>N<sub>r</sub>(mm / mes )</u></b>
Noviembre	29,5	13,42	16,88	3,46	4,36
Diciembre	32,5	14,78	10,31	-4,48	-5,65
Enero	28,7	13,06	12,44	-0,62	-0,78
Febrero	20,1	9,14	34,29	25,15	31,72
Marzo	17,4	7,92	87,25	79,33	100,06
Abril	43	23,17	108,07	84,9	107,09
Mayo	42	22,64	123,75	101,11	127,53
Junio	25,9	16,32	7,41	5,24	6,61

<b><u>VEZA FORRAJERA</u></b>					
<b><u>Meses</u></b>	<b><u>P<sub>T</sub>(mm)</u></b>	<b><u>PE (mm)</u></b>	<b><u>Et<sub>c</sub> (mm / día)</u></b>	<b><u>Nn(mm / mes)</u></b>	<b><u>N<sub>r</sub>(mm / mes )</u></b>
Octubre	38,6	17,56	46,48	28,92	39,16
Noviembre	29,5	13,42	21,25	7,83	10,60
Diciembre	32,5	14,79	13,98	-0,81	-1,09
Enero	28,7	13,06	14,75	1,69	2,29
Febrero	20,1	9,14	34,29	25,15	34,06
Marzo	17,4	7,92	80,9	72,98	98,83
Abril	43	33,11	100,21	67,11	90,88
Mayo	42	22,64	63,7	41,06	55,60

<b><u>TRIGO</u></b>					
<b><u>Meses</u></b>	<b><u>P<sub>T</sub>(mm)</u></b>	<b><u>PE (mm)</u></b>	<b><u>Et<sub>c</sub> (mm / día)</u></b>	<b><u>Nn(mm / mes)</u></b>	<b><u>N<sub>r</sub>(mm / mes )</u></b>
Diciembre	32,5	14,78	10,45	-4,33	-5,48
Enero	28,7	13,06	11,43	-1,63	-2,06
Febrero	20,1	9,14	32,61	23,47	29,69
Marzo	17,4	7,92	86,45	78,53	99,35
Abril	43	23,18	108,07	84,89	107,40
Mayo	42	22,64	148,22	125,58	158,88
Junio	25,9	16,32	42,04	25,72	32,54

<b><u>ALFALFA</u></b>					
<b>Meses</b>	<b>P<sub>T</sub> (mm)</b>	<b>PE (mm)</b>	<b>Et<sub>c</sub> (mm / día)</b>	<b>Nn(mm / mes)</b>	<b>N<sub>r</sub> (mm / mes )</b>
Enero	28,7	13,06	12,87	-0,19	-0,24
Febrero	20,1	9,15	29,92	20,77	26,99
Marzo	17,4	7,92	70,56	62,64	81,31
Abril	43	23,18	87,44	64,26	83,42
Mayo	42	22,64	128,07	105,43	136,85
Junio	25,9	16,32	170,58	154,26	200,23
Julio	23,7	16,26	209,13	192,87	250,35
Agosto	24,8	15,63	181,54	165,91	215,36
Septiembre	40,9	22,05	114,29	92,24	119,73
Octubre	38,6	17,56	66,76	49,2	63,86
Noviembre	29,5	13,42	24,89	11,47	14,89
Diciembre	32,5	14,79	12,57	-2,22	-2,88

## 2.2.1 Pérdidas por percolación

Dichas pérdidas se calculan con la siguiente fórmula:

$$P_{percolación} = N_r - N_n$$

A continuación mostramos los resultados de estas pérdidas para cada uno de estos cultivos, en el mes de mayores necesidades:

Cultivo	Nr-Nn	P.percolación (mm/mes)
Maíz	310,24 - 237,52	72,72
Guisante	113,63 – 83,91	29,72
Girasol	274,67 – 208,75	65,92
Cebada	127,53 – 101,11	26,42
Veza forrajera	98,83 – 72,98	25,85
Trigo	158,88 – 125,58	33,30
Alfalfa	250,35 - 192,87	57,48

Las necesidades totales de riego para el caso más desfavorable, para cubrir las demandas de evapotranspiración y lixiviación son:

$$Nt = \frac{Nn}{(1 - FL)}$$

Cultivo	Nn/(1-FL)	Nt (mm/mes)
Maíz	237,52/(1-0,043)	248,19
Guisante	83,91/(1-0,077)	90,91
Girasol	208,75/(1-0,050)	219,74
Cebada	101,11/(1-0,009)	102,03
Veza forrajera	72,98/(1-0,077)	79,07
Trigo	125,58/(1-0,012)	127,10
Alfalfa	192,87/(1-0,037)	200,28

Las necesidades de lixiviación son:

$$N.lixiviación = Nt - Nn$$

Cultivo	Nt-Nn	N.lixiviación (mm/mes)
Maíz	248,19 – 237,52	10,67
Guisante	90,91 – 83,81	7,1
Girasol	219,74 – 208,75	10,99
Cebada	102,03 – 101,11	0,92
Veza forrajera	79,07 – 72,98	6,09
Trigo	127,10 – 125,58	1,52
Alfalfa	200,28 – 192,87	7,41

A partir de estos datos, queda ampliamente justificado el no tener en cuenta las necesidades de lixiviación, ya que son ampliamente compensadas por las pérdidas por percolación.

### **3. Dimensionado del riego por aspersión**

En este apartado vamos a dimensionar el riego por aspersión con cobertura total enterrado que deseamos poner en la parcela.

Como se explica en el apartado 2.2 de este anexo, las tablas anteriores no se tendrán en cuenta para los meses críticos, por lo que de ahora en adelante se realizaran los cálculos para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades para poder dimensionar el proyecto de tal forma que se pueda regar sin problemas en el mes más desfavorable de todos, o lo que es lo mismo, en el de máximas necesidades hídricas.

Siendo el maíz el cultivo más exigente en el mes de julio, con una profundidad media radicular de 60cm.

#### **3.1 Dosis máximas de riego**

La dosis máxima es el volumen de agua de riego por unidad de superficie y riego que es necesaria para elevar el contenido de humedad del suelo desde el punto de marchitez (PM) hasta capacidad de campo (CC). La expresión para calcular la dosis máxima es:

$$Dm = 10.000 * p * \frac{CC - PM}{100} * Da$$

Donde:

Dm = Dosis máxima en (m<sup>3</sup> / ha y riego).

p = Profundidad radicular del cultivo en m.

CC = Capacidad de campo en % de peso.

PM = Punto de marchitez en % de peso.

Da = Densidad aparente del suelo en (Tm / m<sup>3</sup>).

<u>CULTIVO</u>	<u>p (m)</u>	<u>CC (%)</u>	<u>PM (%)</u>	<u>Da (Tm/m<sup>3</sup>)</u>	<u>Dm(m<sup>3</sup>/ha riego)</u>	<u>Dm(mm/riego)</u>
<b>ALFALFA</b>	1,2	22,84	12,41	1,29	1614,56	161,456
<b>MAÍZ</b>	0,6	22,84	12,41	1,29	807,28	80,70
<b>TRIGO</b>	0,8	22,84	12,41	1,29	1076,37	107,637
<b>CEBADA</b>	0,9	22,84	12,41	1,29	1210,92	121,092
<b>GIRASOL</b>	0,9	22,84	12,41	1,29	1210,92	121,092
<b>GUISANTE</b>	0,4	22,84	12,41	1,29	538,18	53,818
<b>VEZA FORRAJERA</b>	0,5	22,84	12,41	1,29	672.73	67,273

### 3.2 Dosis útil

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido de humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua.

La dosis útil se calcula con la siguiente expresión:

$$Du = a * Dm$$

Siendo:

Du = Dosis útil de riego en m<sup>3</sup> / ha y riego.

a = Factor reductor que toma el valor de 0,2 para sistemas fijos.

Dm = Dosis máxima en m<sup>3</sup> / ha y riego.

<b>CULTIVO</b>	<b>Dm(m<sup>3</sup>/ha riego)</b>	<b>a</b>	<b>Du(m<sup>3</sup>/ha riego)</b>	<b>Du(mm/riego)</b>
<b>ALFALFA</b>	1614,56	0,2	322,91	32,29
<b>MAÍZ</b>	807,28	0,2	161,45	16,14
<b>TRIGO</b>	1076,37	0,2	215,27	21,52
<b>CEBADA</b>	1210,92	0,2	242,18	24,22
<b>GIRASOL</b>	1210,92	0,2	242,18	24,22
<b>GUISANTE</b>	538,18	0,2	107,63	10,76
<b>VEZA FORRAJERA</b>	672.73	0,2	134,54	13,45

### 3.3 Dosis real de riego

El agua aplicada por el riego aspersión a la planta no es aprovechada en su totalidad ya que hay unas pérdidas, en nuestro caso de evaporación y de percolación mínimas.

La relación entre la dosis útil y la real es la eficiencia de aplicación de riego, que ya hemos visto antes que tiene un valor para nuestro caso del 80%, por lo tanto la dosis real queda expresada por:

$$Dr = \frac{Du}{Ea}$$

Siendo:

Dr= Dosis real de riego en m<sup>3</sup> / ha y riego.

Du= Dosis útil de riego en m<sup>3</sup> / ha y riego.

Ea= Eficiencia de aplicación para riego por aspersión (80% en nuestro caso).

Los resultados se expresan en la siguiente tabla:

<u>CULTIVO</u>	<u>Du(m<sup>3</sup>/ha riego)</u>	<u>Ea</u>	<u>Dr(m<sup>3</sup>/ha riego)</u>	<u>Dr(mm/riego)</u>
<b>ALFALFA</b>	322,91	0.80	403,64	40,36
<b>MAÍZ</b>	161,45	0.80	201,81	20,18
<b>TRIGO</b>	215,27	0.80	269,08	26,90
<b>CEBADA</b>	242,18	0.80	302,72	30,27
<b>GIRASOL</b>	242,18	0.80	302,72	30,27
<b>GUISANTE</b>	107,63	0.80	134,54	13,45
<b>VEZA FORRAJERA</b>	134,54	0.80	168,17	16,81

### 3.4 Cálculo del riego

Para el cálculo de las necesidades netas mensuales se desprecia la precipitación, ya que hay que ponerse siempre en el caso más desfavorable, y así el dimensionamiento de la instalación queda del lado de la seguridad.

$$\text{Necesidades} \left( \frac{\text{mm}}{\text{dia}} \right) = \frac{\text{Necesidades} \left( \frac{\text{mm}}{\text{mes}} \right)}{\text{Nº días mes}}$$

Las necesidades de cada cultivo para el mes más crítico se expresan en la tabla siguiente:

<u>CULTIVO</u>	<u>Mes crítico</u>	<u>Necesidades (mm/mes)</u>	<u>Días del mes crítico</u>	<u>Necesidades (mm/día)</u>
<b>ALFALFA</b>	Julio	192,87	31	6,22
<b>MAÍZ</b>	Julio	237,52	31	7,66
<b>TRIGO</b>	Mayo	125,58	31	4,05
<b>CEBADA</b>	Mayo	101,11	31	3,26
<b>GIRASOL</b>	Agosto	208,75	31	6,73
<b>GUISANTE</b>	Abril	83,91	30	2,80
<b>VEZA FORRAJERA</b>	Marzo	72,98	31	2,35

### 3.4.1 Intervalo entre riegos

Se define como el tiempo transcurrido entre dos riegos consecutivos, se define con la letra “T” y se mide en días. Se expresa con la formula siguiente:

$$T = \frac{Du}{Nn}$$

Donde:

T= Intervalo entre riegos en días

Du= Dosis útil almacenada en cada riego en mm/riego.

Nn= Necesidades netas diarias consumidas en el proceso de ETc para el cultivo más exigente (Maíz) en el mes de máximas necesidades en mm/día.

Los resultados obtenidos se expresan en la tabla siguiente:

<u>CULTIVO</u>	<u>D<sub>u</sub> (mm/riego)</u>	<u>Necesidades (mm/día)</u>	<u>T ( días)</u>
<b>ALFALFA</b>	32,29	6,22	5
<b>MAÍZ</b>	16,14	7,66	2
<b>TRIGO</b>	21,52	4,05	5
<b>CEBADA</b>	24,22	3,26	7
<b>GIRASOL</b>	24,22	6,73	3
<b>GUISANTE</b>	10,76	2,80	3
<b>VEZA FORRAJERA</b>	13,45	2,35	5

### 3.4.2 Número de riegos por mes

Es el cociente entre los días del mes de máximas necesidades y los días entre riegos. Y se calcula con la siguiente expresión:

$$n = \frac{N}{T}$$

Donde:

**n** = Número de riegos por mes

**N** = Los días del mes de máximas necesidades

**T** = El intervalo entre riegos.

Los resultados se expresan en la tabla siguiente:

<b>CULTIVO</b>	<b>N</b>	<b>T ( días)</b>	<b>n (riegos / mes)</b>
<b>ALFALFA</b>	31	5	6
<b>MAÍZ</b>	31	2	15
<b>TRIGO</b>	31	5	6
<b>CEBADA</b>	31	7	4
<b>GIRASOL</b>	31	3	10
<b>GUISANTE</b>	30	3	10
<b>VEZA FORRAJERA</b>	31	5	6

### 3.4.3 Densidad de aspersión

Se define como la cantidad de agua aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora. También llamada intensidad de lluvia. La intensidad de aspersión va referido a una superficie regada ( $S_a$ ) por un aspersor. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$i = \frac{q}{S_a}$$

Donde:

$i$  = Densidad de aspersión.

$q$  = Caudal nominal del aspersor en l/h.

$S_a$  = Superficie asignada a cada aspersor en m<sup>2</sup>.

La superficie regada (Sa) es:

$$Sa = Sm * Sl$$

Se opta por un marco de plantación de los aspersores de 18x18 m, y se obtiene una superficie regada del aspersor:

$$S_a = 324 \text{ m}^2$$

El caudal del aspersor es de **1690 L/h**. Por lo tanto, la densidad de aspersión en nuestro caso es:

$$i = 5,216 \text{ mm/h}$$

### 3.4.4 Duración del riego

Se puede definir como el tiempo que debe estar en funcionamiento un aspersor para aplicarle al suelo la dosis real de riego. Y lo calculamos mediante la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{Dr}{i}$$

Donde:

**Tr**= Duración de riego en horas.

**Dr** = Dosis real de riego en mm/riego.

**i** = Densidad de aspersión en mm/h.

En la tabla siguiente expresamos la duración del riego para los distintos cultivos que vamos a cultivar.

<u>CULTIVO</u>	<u>Dr(mm/riego)</u>	<u>i (mm / h)</u>	<u>Tr ( h )</u>	
<b>ALFALFA</b>	40,36	5,216	7,87	<b><u>7h y 52 min</u></b>
<b>MAÍZ</b>	20,18	5,216	3,87	<b><u>3h y 52 min</u></b>
<b>TRIGO</b>	26,90	5,216	5,16	<b><u>5h y 10min</u></b>
<b>CEBADA</b>	30,27	5,216	5,80	<b><u>5h y 48 min</u></b>
<b>GIRASOL</b>	30,27	5,216	5,80	<b><u>5h y 48 min</u></b>
<b>GUISANTE</b>	13,45	5,216	5,58	<b><u>5h y 35 min</u></b>
<b>VEZA FORRAJERA</b>	16,81	5,216	3,22	<b><u>3h y 13 min</u></b>

Estos valores de duración de riego obtenidos se podrán ajustar en función de las necesidades del operador de riego, de forma que le sea más sencillo el usar los programadores de riego.

Son tiempos teóricos, ya que la densidad de aspersión calculada es también teórica, y no será la misma que la del propio aspersor que elijamos para la puesta en riego, que vendrá dada por el fabricante.

### 3.4.5 Caudal característico y continuo de la parcela

El caudal característico representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos), es decir, coincide con las necesidades reales de nuestro cultivo más exigente en el mes crítico, expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros/ segundo y hectárea.

Simplemente haciendo un cambio de unidades para  $Nr$  sacamos  $qc$  aplicando la siguiente expresión:

$$qc = Nr * \frac{10.000m^2}{1ha} * \frac{1dia}{24h} * \frac{1h}{3600seg}$$

Aplicando la expresión anterior para el cultivo más exigente, que es el maíz en el mes de julio, se obtiene el siguiente valor:

$$qc = 0,88 \text{ (l / seg. ha)}$$

El caudal continuo en la parcela se obtiene multiplicando el caudal característico por la superficie de la parcela, y está directamente relacionado con el caudal en toma:

$$Qc = S * qc$$

$$Qc = 19 \text{ (ha)} * 0,88 \text{ (l/seg. ha)} = 16,72 \text{ (l/seg)}$$

Estos dos caudales continuos son ficticios y no se aplican realmente a través del sistema de riego. Si se hiciera así, la instalación tendría que estar regando de formas continua durante todo el mes crítico.

Para evitarlo, en el proyecto de la red colectiva se elegirán las tomas de riego con un caudal tal que:

$$Qt = 2 * Qc = 2 * 84,48 = 33,44 \text{ l/s}$$

Por lo tanto las necesidades quedan cubiertas en menos de la mitad del tiempo del mes crítico.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-7: JUSTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL  
SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO**

## **ANEJO – 7**

# **JUSTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO**

### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Justificación de la conversión a riego por aspersión.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Mano de obra.....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 Rendimiento de la cosecha.....</b>	<b>1</b>
<b>2.3 Edafología.....</b>	<b>1</b>
<b>2.4 Agua de riego.....</b>	<b>1</b>
<b>2.5 Topografía y el contorno de la parcela.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Características generales del riego por aspersión.....</b>	<b>2-3</b>
<b>3.1 Características de la cobertura total enterrada.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1.1 Ventajas e inconvenientes.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1.2 Elección del marco de colocación de los aspersores...4</b>	

<b>3.1.3 Elección del aspersor.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.4 Características de los aspersores.....</b>	<b>5-6</b>
<b>4. Organización del riego.....</b>	<b>7-8</b>
<b>5. Número máximo de aspersores por módulo de riego.....</b>	<b>8-9</b>

## **1. Introducción**

En este anexo se va a justificar el sistema de riego elegido y también se van a explicar las ventajas e inconvenientes que presenta dicho sistema de riego, además se indican las características de los elementos que constituyen el tipo de sistema.

## **2. Justificación de la conversión a riego por aspersión**

La transformación de la parcela de riego a pie a riego por aspersión está justificada siempre que se obtenga una rentabilidad acorde con la inversión que hay que efectuar. Y que estará condicionada por los siguientes factores:

### **2.1 Mano de obra**

Cambiar una explotación a regadío por aspersión implica menos tiempo de preocupación por el agua ya que todo está automatizado (lo que da lugar a menor mano de obra), también implica mejores cosechas, lo que rentabiliza el poner este tipo de riego.

### **2.2 Rendimiento de la cosecha**

La homogeneidad en el riego y el hecho de que el agua se reparta bien entre todas las plantas del cultivo harán que haya mejores rendimientos en nuestros cultivos y, por lo tanto, tendremos mayor y mejor producción el día de cosechar.

### **2.3 Edafología**

Tenemos un suelo fértil, con buen drenaje, sin problemas de salinidad, con profundidad suficiente para los cultivos y el suelo infiltra de forma moderada. Por estas cualidades del suelo podemos decir que éste suelo es adecuado para el sistema de riego que vamos a poner en funcionamiento.

### **2.4 Agua de riego**

El agua que vamos a utilizar, la del canal de Monegros, es de buena calidad y no presenta ningún tipo de problema para el riego por aspersión.

## **2.5 Topografía y el contorno de la parcela**

Tenemos una parcela de unas 19 hectáreas con un contorno regular. La pendiente en el terreno no es muy elevada (1%).

No parece haber limitaciones en el terreno a la hora de realizar la obra en cuestión.

## **3. Características generales del riego por aspersión**

El aporte de agua a las plantas mediante este sistema de riego por aspersión es en forma de lluvia artificial empleando emisores rotativos. Los aspersores son los elementos encargados de la distribución del agua en la parcela, necesitando de una cierta presión para que salga a través de los orificios o boquillas de los mismos.

Sus principales características son:

- Distribución del agua en forma de lluvia, de manera uniforme sobre el suelo.
- Permite el riego de terrenos con pendiente sin la necesidad de realizar nivelaciones en el terreno.
- Conducción del agua por el interior de tuberías a presión, sin ningún tipo de pérdidas en su distribución.
- Distribución del agua sobre el terreno a medida que se va infiltrando, pudiendo aplicar solo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.
- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios, y aporte de fertilizantes.
- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.
- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más alta que en riegos tradicionales.

### Inconvenientes del riego por aspersión:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo esta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades del viento considerables.
- El coste elevado de implantación.

## **3.1 Características de la cobertura total enterrada**

### **3.1.1 Ventajas e inconvenientes**

Además de las características antes citadas la cobertura total enterrada, evita infraestructuras superficiales que separan y enmarcan la parcela, y evita pérdidas en la superficie cultivada.

Principalmente se caracteriza por constar de:

- Un elemento filtrante que se instalará en el edificio de control de mandos y estará compuesto por filtros de mallas automáticos.
- Una válvula hidráulica en la entrada de cada módulo (conjunto de emisores de riego que funcionan al mismo tiempo) comandada por una llave de tres vías, la cuál puede ser accionada manualmente con tres posiciones, la tercera se corresponde al modo automático.
- Una red de tuberías de distintos diámetros que variarán en función del caudal que transporten. Esta se encuentra totalmente enterrada a mayor profundidad que la de la labor de los aperos, saliendo solo a superficie el porta-emisor, que puede ser de diferentes medidas, y el emisor o aspersor que también puede ser de diversos tipos.
- Un controlador de riego que controlará el conjunto del equipo de riego y estará instalado en el edificio de mandos.

### **3.1.2 Elección del marco de colocación de los aspersores**

El marco de colocación de los aspersores en red viene dado por las distancias existentes, por un lado entre dos ramales contiguos de aspersores, y por otro lado por la distancia entre dos aspersores consecutivos dentro de un mismo ramal. Es muy importante la distribución de los aspersores, que se suelen colocar siguiendo generalmente tres disposiciones: en rectángulo, en cuadrado y en triángulo o tresbolillo.

Elegiremos la distribución del marco en forma triangular, ocupando los aspersores los vértices de una red de triángulos. Este tipo de disposición es el que mejor aprovecha el agua, pues la uniformidad de distribución del agua es mucho mejor cuando hay vientos dominantes.

En esta distribución triangular la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la distancia entre dos laterales de riego sería de 18 metros también, lo que dará una red de triángulos equiláteros.

Este marco triangular de los aspersores es elegido por dos características:

- Principalmente por la uniformidad.
- Por la adaptabilidad a la gran mayoría de herramientas, con lo cual se trabaja con anchuras múltiples a tres metros.

Otro aspecto que tenemos que controlar es que los extremos de las parcelas coinciden normalmente distancias irregulares de los aspersores a las márgenes de las mismas. Por lo que se tomará la medida de retirar el aspersor hacia la parte interna de la parcela hasta una distancia de 12 metros, y se colocará un aspersor más en la margen de la parcela (para no perder uniformidad en el riego) siguiendo la trayectoria del ramal de aspersores, si la distancia se encuentra entre 9 y 12 metros de la margen. Si la distancia a la margen es inferior a 9 metros, este aspersor será retirado hacia la margen siguiendo la trayectoria del ramal de aspersores del cual se alimenta.

De esta manera se consigue que las cabeceras de las parcelas tengan mayor maniobrabilidad, quedando una anchura asegurada de 12 metros.

### **3.1.3 Elección del aspersor**

Los factores que se han tenido en cuenta para la elección del aspersor han sido los siguientes:

- Un tipo de aspersor con cuyo caudal se redujeran costes en el ancho de las calles.
- La densidad de aspersión debe estar por debajo de la infiltración del suelo de la parcela.
- La presión de funcionamiento del aspersor ha de ser la necesaria para que haya una buena uniformidad del riego.
- El recubrimiento del aspersor deberá estar comprendido entre el 55 y 65%.
- El coeficiente de uniformidad debe estar por encima del 80% con vientos de hasta 2,5 m/ s, según la regla de Christiansen.
- El grado de pulverización debe tener un valor comprendido entre 0,1 y 0,3. Para medir el grado de pulverización se usa el índice de Tenda  $K = D/h$ ; “D” es el diámetro de la boquilla y “h” la presión de trabajo en metros de columna de agua).
- La eficiencia del aspersor, es la relación entre el alcance en metros, y la presión en la boquilla también en metros. Debe estar por debajo del valor de 0,7 para las gotas finas (según fórmula de Poggi).

En función de todas las características técnicas del aspersor anteriormente descritas, y teniendo en cuenta el aspecto económico, se definen los aspersores que se van a colocar.

### **3.1.4 Características de los aspersores**

Aspersor circular:

- Caudal emitido por el aspersor: **1690 l/h**
- Presión nominal: **3 kg/cm<sup>2</sup>**.
- Boquilla aspersor: **11/64” (4,36 mm)**
- Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32” (2,38 mm)**
- Alcance: **15.6 m**
- Velocidad rotación: **1.136 rpm**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **84% en R**
- Grado de pulverización (índice de Tenda):  $K = 4,36 \text{ mm} / 30 \text{ mca} = 0,145$

- Índice de Poggi: 15.6 m/ 30 mca = **0,52**

- Densidad de aspersión: **5,216 mm/h**

Aspersor sectorial:

- Caudal emitido por el aspersor: **1294 l/h**

- Presión nominal: **3 kg/cm<sup>2</sup>**

- Boquilla aspersor: **11/64” (4.36 mm)**

- Alcance: **13.7 m**

- Velocidad rotación: **1.298 rpm**

- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **84% en R**

- Grado de pulverización (índice de Tenda): K = 4.36 mm/ 30 mca = **0,145**

- Índice de Poggi: 13.7 m/ 30 mca = **0,456**

- Densidad de aspersión: **3,994 mm/h**

Porta aspersores :

Los porta-aspersores circulares tendrán una altura máxima de 2.5 metros.

Los porta-aspersores sectoriales tendrán una altura máxima de 2,5 metros y estarán dotados de un deflector, que consiste en una chapa atornillada en cabeza del porta-aspersor para evitar que vaya el agua a carreteras o caminos.

Se dotarán de válvulas de bola o grifos a aquellos porta-aspersores que los necesiten para cortar el caudal y realizar las reparaciones u operaciones que sean oportunas.

Los porta-aspersores serán de acero galvanizado de 3/4".

#### 4. Organización del riego

Para la organización del riego nos vamos a centrar en los siguientes factores:

- Cultivo más exigente (con mayores necesidades hídricas), que es el maíz.
- Periodo de tiempo crítico (con mayores necesidades hídricas), que es julio con **237,52 mm/mes**.
- Nº de riegos teóricos a aportar en dicho mes, que son **15**.
- Dosis real de riego, **20,18 mm/riego**.
- Nº de horas por riego, **3,87 h/riego. = 3h y 52 minutos**

La pluviometría del aspersor es de **2,83 mm/h** para los aspersores circulares y de **4,51 mm/h** para los aspersores sectoriales. Con esto pasamos a calcular el número de horas de riego:

$$\text{Nº de horas de riego } (t_r) = \text{Dr} / \text{intensidad de aspersión}$$

$$\text{Aspersor circular} = 20,18 \text{ (mm/riego)} / 2,83 \text{ (mm/h)} = \underline{\underline{7,13 \text{ (h/riego)}}}$$

$$\text{Aspersor sectorial} = 20,18 \text{ (mm/ riego)} / 4,51 \text{ (mm/h)} = \underline{\underline{4,47 \text{ (h/riego)}}}$$

En ambos casos se considera una duración del riego de 3,87 horas que equivale a 3 horas y 52 minutos.

El riego se organiza a la demanda, comenzando a regar primeramente por el módulo de riego más alejado, y una vez finalizado comenzará el siguiente, y así sucesivamente hasta el último.

Por lo tanto según los cálculos teóricos, la postura del riego para el maíz es de 3,87 horas, suponiendo que se riega todo el día, regaremos al día unos 6,20 sectores y teniendo en cuenta que el espaciamiento entre riegos es de 2 días, tendríamos un total de 12 módulos en nuestra finca.

Pero en la práctica esto no es factible, ya que tendría que estar teóricamente el riego en funcionando durante todo el mes crítico.

Así pues, en la práctica debido a la experiencia en otros proyectos de este tipo y a su buen funcionamiento, se opta por regar 8 horas en vez de 3,87 y así descansar durante 3,66 días, es decir 3 días y 15 horas para volver a empezar de nuevo el período de riego. Con esto tenemos que regando 8 horas por módulo, regaremos 3 módulos por día, por 3,66 días de riego (aprox. 4 días), tendremos un total de 11 módulos de riego en nuestra finca (se considera una más para el buen funcionamiento de la instalación, ya que con el número de aspersores totales quedan mejor repartidos de esta manera).

## 5. Número máximo de aspersores por módulo de riego

El sistema de riego a dimensionar debe poder permitir el funcionamiento individual de un módulo, y una vez acabado este módulo comenzará el siguiente módulo y así sucesivamente ya que se trata de un sistema de riego a la demanda.

A la hora de determinar el número máximo de aspersores por unidad de riego, se considerará como unidad de riego el conjunto de todos los aspersores abastecidos por una misma toma de riego. Para establecer dicho número de aspersores por unidad de riego o módulo se calculará de forma que se puedan regar todos los sectores cubriendo todas las necesidades de cada cultivo.

Así pues, para saber el número de aspersores por módulo se establece una división entre el número de aspersores totales y el número de módulos o sectores de riego (calculado en el apartado anterior):

- Número máximo de aspersores:

$$N^{\circ} \text{asp max} = \frac{S_{total}}{Sa}$$

$$N_{max} = 190000/324 = \mathbf{586 \text{ aspersores}}$$

- Aspersores por módulo:

$$\text{Aspersores / módulo} = \frac{Q_t}{Q_{asp}}$$

$$33,44 / (1690/3600) = \mathbf{71 \text{ aspersores/módulo}}$$

- Número de módulos:

$$\text{Módulos} = \frac{N \max}{(\text{aspersores / módulo})}$$

$$586 / 71 = \mathbf{8 \text{ módulos}}$$



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-8: CÁLCULO HIDRAULICO**

# **ANEJO – 8**

## **CÁLCULO HIDRAULICO**

### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Distribución de caudales y números de módulos en la red de riego....</b>	<b>1</b>
<b>3. Elección de los materiales.....</b>	<b>1</b>
<b>    3.1 Diámetros comerciales.....</b>	<b>2-3</b>
<b>    3.2 Timbrado de tuberías.....</b>	<b>3</b>
<b>    3.3 Uniones.....</b>	<b>4</b>
<b>    3.4 Sobrepresiones en la red de riego.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Cálculo hidráulico de la red de riego.....</b>	<b>5</b>
<b>    4.1 Método de cálculo utilizado.....</b>	<b>5</b>
<b>    4.2 Cálculo de las pérdidas de carga en los laterales de riego y en     la tuberías terciarias.....</b>	<b>6</b>
<b>        4.2.1Cálculo en los módulos de riego.....</b>	<b>6-8</b>

<b>4.2.2 Pérdidas de carga en los laterales de riego y portaspersores.....</b>	<b>8-18</b>
<b>4.2.3 Cálculo de las tuberías terciarias.....</b>	<b>19-29</b>
<b>4.2.4 Cálculo de las tuberías secundarias.....</b>	<b>30-31</b>
<b>5. Movimiento de tierras.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 Definición de las zanjas.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2 Excavación de la zanja de las tuberías de PVC en función del diámetro.....</b>	<b>33</b>
<b>5.3 Excavación de la zanja de las tuberías de los laterales de riego de PE.....</b>	<b>33</b>
<b>5.4 Resumen del movimiento de tierras.....</b>	<b>33</b>

## 1. Introducción

En el presente anexo se van a calcular las pérdidas de carga que existen en la red de riego y así como el dimensionamiento de la red. Para realizar estos cálculos utilizamos una hoja Excel que abarca todas las fórmulas a utilizar.

Primero calcularemos las pérdidas de carga en cada módulo de riego, dividiéndolo en sus correspondientes sectores. Posteriormente calcularemos las tuberías secundarias o principales que van desde los módulos hasta el hidrante. Solo calcularemos el tramo con mayores pérdidas de carga (el más largo) y el resto de los tramos tendrán el mismo diámetro obtenido para el tramo crítico.

## 2. Distribución de caudales y números de módulos en la red de riego

Cada módulo regará uno detrás de otro, de forma que la parcela habrá de estar totalmente regada dentro del intervalo entre riegos impuesto por el cultivo más exigente.

Nuestro cultivo más exigente será el maíz, porque su intervalo entre riegos ha de ser de 2 días. Debido a experiencias anteriores se recomienda utilizar un intervalo de 4 días, ya que evita el sobredimensionamiento y además funciona bien.

Las características de nuestros módulos son las siguientes:

<u>Módulos</u>	<u>Nº de aspersores totales</u>	<u>Nº de aspersores sectoriales</u>	<u>Caudal aspersor sectorial (l/h)</u>	<u>Nº de aspersores circulares</u>	<u>Caudal de aspersor circular (l/h)</u>	<u>Caudal total en sector (l/s)</u>
M1	74	23	1294	51	1690	<b>32,21</b>
M2	74	13	1294	61	1690	<b>33,31</b>
M3	72	8	1294	64	1690	<b>32,92</b>
M4	74	13	1294	61	1690	<b>33,31</b>
M5	72	19	1294	53	1690	<b>31,71</b>
M6	73	3	1294	70	1690	<b>33,94</b>
M7	70	3	1294	67	1690	<b>32,53</b>
M8	70	3	1294	67	1690	<b>32,53</b>
M9	76	20	1294	56	1690	<b>33,48</b>

El módulo con más caudal es el M6 con **33,94 l/s**

### 3. Elección de los materiales

Los materiales que vamos a usar son el PE (polietileno) en laterales de riego y el PVC (policloruro de vinilo) en terciarias y secundarias.

Hemos elegido estos materiales plásticos debido a sus principales características, que son:

- El polietileno presenta la ventaja de ser flexible, con lo que puede amoldarse a las curvas sin perder sección útil.
- El funcionamiento hidráulico de estos plásticos presenta coeficientes de fricción bajos, reduciendo los diámetros de las tuberías.
- Presentan una gran facilidad de reparación ya que existe una gran cantidad de piezas especiales en el mercado que facilitan estas operaciones.
- Las tuberías plásticas permiten el montaje fuera de zanja, con lo que el coste del mismo es mínimo.

#### 3.1 Diámetros comerciales

PVC				
D (mm)	e (mm)	DI (mm)	PN (bar)	L (m)
50	1,8	46,4	6	6
63	1,9	59,2	6	6
75	2,2	70,6	6	6
90	2,7	84,6	6	6
110	3,2	103,6	6	6
125	3,7	117,6	6	6
140	4,1	131,8	6	6
160	4,7	150,6	6	6
180	5,3	169,4	6	6
200	5,9	188,2	6	6
250	7,3	235,4	6	6
315	9,2	296,6	6	6
400	11,7	376,6	6	6
500	14,6	470,8	6	6
630	18,4	593,2	6	6

PE				
D (mm)	e (mm)	DI (mm)	PN (bar)	L (m)
32	2	28	10	100
40	2,4	35,2	10	100
50	3	44	10	100
63	3,8	55,4	10	100
75	4,5	66	10	50
90	5,4	79,2	10	25
110	6,6	96,8	10	6 y 12
125	7,4	110,2	10	6 y 12
140	8,3	123,4	10	6 y 12
160	9,5	141	10	6 y 12
180	10,7	158,6	10	6 y 12
200	11,9	176,2	10	6 y 12
225	13,4	198,2	10	6 y 12
250	14,8	220,4	10	6 y 12
280	16,6	246,8	10	6 y 12
315	18,7	277,6	10	6 y 12
355	21,1	312,8	10	6 y 12
400	23,7	352,6	10	6 y 12
450	26,7	396,6	10	6 y 12
500	29,6	440,8	10	6 y 12
560	33,2	493,6	10	6 y 12
630	37,4	555,2	10	6 y 12
710	42	626	10	6 y 12
800	47,4	705,2	10	6 y 12
900	52,9	794,2	10	6 y 12
1000	58,8	882,4	10	6 y 12

### 3.2 Timbrado de tuberías

La presión máxima de la red será de 45 m.c.a y la mínima será de 30 m.c.a por lo que adoptaremos tuberías con PN de 6 atm (6 Kg/cm<sup>2</sup>).

Con este tipo de tubos protegeremos la red de las posibles sobrepresiones, generadas por la circulación del agua y el suelo que cubrirá las tuberías.

### **3.3 Uniones**

Para el PVC existen tres tipos de unión (junta elástica, unión rosicable y unión con adhesivo. En éste caso utilizaremos la unión elástica (fácil montaje y buena estanqueidad).

Para el PE utilizaremos unión por termosoldadura o por accesorios de ajuste mecánico.

### **3.4 Sobrepresiones en la red de riego**

La red de riego ha de aguantar las sobrepresiones generadas en el transcurso del agua, además de las presiones estáticas existentes.

Las causas más importantes por las que se generan estas sobrepresiones son las siguientes:

- Cierre de válvulas
- Cierre del hidrante
- Acumulación de aire
- Llenado de la red

Pondremos en práctica las siguientes medidas de seguridad:

- Colocaremos válvulas de mariposa de cierre lento (evitaremos golpe de ariete).
- Colocaremos ventosas en las zonas altas de la red para evitar acumulaciones de aire.
- Para evitar presiones generadas por el llenado de la red limitaremos el caudal a 1/10 del nominal.

## 4. Cálculo hidráulico de la red de riego

Comenzamos fijando la velocidad del fluido en 2 m/s obteniendo el diámetro del predimensionado. Utilizaremos la ecuación de continuidad:

$$Q = S * V = \pi * \left( \frac{D^2}{4} \right) * V$$

Con éste diámetro escogemos el diámetro comercial que más se aproxime y calculamos las pérdidas reales por rozamiento continuo.

### 4.1 Método de cálculo utilizado

Para el cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento continuo utilizamos la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$hr = J * L = f * \left( \frac{L}{D} \right) * \left( \frac{V^2}{2 * g} \right)$$

Calculamos el factor de fricción (f) con la fórmula de Jain:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \left( \frac{5.73}{Re^{0.9}} \right) + \left( \frac{K}{(3.71 * D)} \right) \right)$$

#### Pérdidas de carga singulares:

Los elementos dispuestos a lo largo de la red en forma de accesorios también generan pérdidas de carga en la conducción.

Éstas pérdidas se denominan pérdidas de carga singulares (hs), que será , más o menos, un 20% de las de rozamiento (valor establecido en función de experiencias con otros proyectos).

## 4.2 Cálculo de las pérdidas de carga en los laterales de riego y en las tuberías terciarias

### 4.2.1 Cálculo en los módulos de riego

Al tener una red de riego fija con cobertura total enterrada seguiremos la regla de Christiansen para realizar su dimensionado, dicha regla dice: “la variación máxima de caudal entre dos aspersores de una unidad de riego ha de ser menor o igual al 10 % del caudal nominal del aspersor”.

Esta regla llevada a la relación entre caudal y presión indica que la variación máxima de presión entre dos aspersores dentro de la misma unidad de riego no puede superar el 20% de la presión nominal del aspersor.

Estos módulos están constituidos por una tubería central que es la **tubería terciaria**, será de **PVC**, con tramos telescópicos en función del caudal a transportar de distancias variables según el caso.

A ambos lados lleva laterales de riego de **PEBD Ø 32** en los cuales se colocan los porta-aspersores (normalmente se colocan de 3 o 4).

Para calcular las pérdidas de carga en el módulo seguimos el siguiente proceso:

1) Basándonos en Christiansen determinamos la variación máxima de presión admisible

$$\left( \frac{\Delta P}{\gamma} \right) = 0.2 * \frac{Pn}{\gamma} = 0.2 * 30(mca) = 6(mca)$$

2) A continuación se determinan las causas de variación de presión, que son la diferencia de cotas y las pérdidas de carga por rozamiento continuo. En este caso no se tendrá en cuenta la diferencia entre cotas puesto que la parcela es casi llana.

De ésta forma calculamos las pérdidas de carga admisibles.

$$\left( \frac{\Delta P}{\gamma} \right)_{UD} = (a * hr)_{UD}$$

En este caso se igualan las dos expresiones anteriores, y entonces la pérdida de carga total admisible en la unidad de riego es de:

$$(a * hr)_{UD} = 6mca$$

Tomando z positiva cuando la pendiente es ascendente y z negativa cuando la pendiente es descendente.

3) Se trasladan las pérdidas de carga admisibles en la unidad a las tuberías que forman los laterales de riego y la tubería terciaria.

$$(a * hr)_{UD} = (a * hr)_{TT} + (a * hr)_{LR} = 6mca$$

A partir de esta fórmula y una vez conocidas las pérdidas de carga en los laterales de riego obtenemos las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria por rozamiento continuo.

Las pérdidas de carga en el lateral de riego vienen determinadas por el diámetro de la tubería de la instalación que es el PE Ø 32 con un diámetro interior de 28 mm. Estas pérdidas se calculan utilizando la ecuación de continuidad de donde se determina la velocidad del agua, calculando el número de Reynolds, y posteriormente se determina el factor de fricción mediante la fórmula logarítmica de **Jain**. Una vez conocido todo lo anterior se calculan las pérdidas de carga mediante la ecuación de **Darcy-Weisbach**.

4) Una vez determinadas las pérdidas de carga en el último lateral de riego y conocida la perdida de carga admisible en la unidad, se obtienen las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria.

5) Determinadas las pérdidas de carga máximas en la tubería terciaria y conociendo la longitud de cada módulo se calcula la pérdida de carga unitaria.

6) A partir de la perdida de carga unitaria, se procede al cálculo hidráulico de la tubería terciaria tramo a tramo.

#### **4.2.2 Perdidas de carga en los laterales de riego y en los porta-aspersores**

Las pérdidas de carga en los porta-aspersores se calculan utilizando la fórmula de Scobey, que es la indicada en el caso de tuberías de acero y aluminio. De esta forma las pérdidas de carga que se presentan en un porta-aspersor son:

$$hr = 0.717 * K * L * \left( \frac{Q^{1.9}}{D^{4.9}} \right)$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior:

$$hr = 0.717 * 0.42 * 2.5 * \left( \frac{1690^{1.9}}{19^{4.9}} \right) = 0.554 \text{ mca}$$

A este valor hay que sumarle la altura del portaaspersores:  $hr = 2.554 \text{ mca}$

Los valores resultantes del cálculo de las pérdidas de carga en los últimos laterales de riego, las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria, así como el valor de la pendiente hidráulica se recogen en las siguientes tablas:

**Diámetro interior 28 mm**

**sección transversal 6,16E-04**

**K P.E.= 0,002**

**v agua (15 °C) = 1,14 E-06**

**a = 1,2**

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M1	S1	1	24,99	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,34	2,81
		2	9,88	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,27	0,33
									<b>TOTAL=</b>	<b>2,62</b>	<b>3,14</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	3,14	2,86	2,38	190,02	0,013

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M1	S2	1	39,94	3	5070	0,001408333	2,29	56244,95	0,02012579	7,68	9,22
		2	14,06	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,39	0,47
									<b>TOTAL=</b>	<b>8,07</b>	<b>9,68</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	9,68	-3,68	-3,07	188,70	-0,016

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)	
M2	S1	1	22,40	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,10	2,52	
		2	13,60	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,38	0,45	
										<b>TOTAL=</b>	<b>2,48</b>	
											<b>2,97</b>	

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	2,97	3,03	2,52	191,90	0,013

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)	
M2	S2	1	21,23	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	1,99	2,39	
		2	14,77	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,41	0,49	
										<b>TOTAL=</b>	<b>2,40</b>	
											<b>2,88</b>	

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	2,88	3,12	2,60	194,84	0,013

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)	
M3	S1	1	30,40	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,85	3,42	
		2	5,60	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,16	0,19	
										<b>TOTAL=</b>	<b>3,00</b>	
										<b>3,60</b>		

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	3,60	2,40	2,00	198,00	0,010

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)	
M3	S2	1	22,36	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,10	2,51	
		2	13,64	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,38	0,45	
										<b>TOTAL=</b>	<b>2,47</b>	
										<b>2,97</b>		

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	2,97	3,03	2,53	198,00	0,013

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspersors	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR (roz+sing)	
M4	S1	1	30,45	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022413495	2,90	3,48	
		2	5,55	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026398033	0,16	0,19	
										<b>TOTAL=</b>	<b>3,05</b>	
											<b>3,66</b>	

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	<b>3,66</b>	<b>2,34</b>	<b>1,95</b>	<b>198,00</b>	<b>0,010</b>

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)	
M4	S2	1	3,65	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,10	0,12	
		2	4,27	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,12	0,14	
										<b>TOTAL=</b>	<b>0,22</b>	
											<b>0,26</b>	

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	<b>0,26</b>	<b>5,74</b>	<b>4,78</b>	<b>174,65</b>	<b>0,027</b>

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspersors	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR (roz+sing)	
M5	S1	1	23,09	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022413495	2,20	2,64	
		2	18,42	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026398033	0,52	0,62	
		3	12,91	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026398033	0,36	0,43	
										TOTAL=	3,08	
											3,69	

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	3,69	2,31	1,92	144,00	0,013

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)	
M5	S2	1	12,10	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,34	0,40	
		2	21,88	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,61	0,73	
		3	21,55	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,02	2,42	
										TOTAL=	2,96	
											3,55	

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	3,55	2,45	2,04	109,67	0,019

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M5	S3	1	7,29	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,20	0,24
		2	3,92	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,11	0,13
									<b>TOTAL=</b>	<b>0,31</b>	<b>0,37</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S3	0,37	5,63	4,69	144,00	0,033

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspersors	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M6	S1	1	4,17	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026398033	0,12	0,14
		2	19,54	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026398033	0,55	0,66
		3	13,83	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026398033	0,39	0,47
									<b>TOTAL=</b>	<b>1,05</b>	<b>1,26</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	1,26	4,74	3,95	200,02	0,020

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M6	S2	1	31,41	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,94	3,53
		2	22,59	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,12	2,54
									<b>TOTAL=</b>	<b>5,06</b>	<b>6,07</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	6,07	-0,07	-0,06	144,00	0,000

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M7	S1	1	12,65	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	1,19	1,42
		2	10,12	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,28	0,34
		3	14,57	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,40	0,48
									<b>TOTAL=</b>	<b>1,87</b>	<b>2,24</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	2,24	3,76	3,13	236,12	0,013

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M7	S2	1	12,45	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,34	0,41
		2	23,55	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,21	2,65
									<b>TOTAL=</b>	<b>2,55</b>	<b>3,06</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	3,06	2,94	2,45	144,00	0,017

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M8	S1	1	24,79	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,69	0,82
		2	13,45	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,37	0,45
		3	22,01	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,06	2,47
									<b>TOTAL=</b>	<b>3,12</b>	<b>3,75</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	3,75	2,25	1,88	234,00	0,008

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M8	S2	1	13,45	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,37	0,45
		2	22,55	2	3380	0,000938889	1,53	37496,63	0,022065588	2,11	2,54
									<b>TOTAL=</b>	<b>2,49</b>	<b>2,98</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	2,98	3,02	2,51	144,00	0,017

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M9	S1	1	9,32	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,26	0,31
		2	8,83	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,24	0,29
									<b>TOTAL=</b>	<b>0,50</b>	<b>0,60</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S1	0,60	5,40	4,50	230,58	0,020

módulo	submódulo	Tramo LR	L (M)	Nº Aspers	QTOTAL	Q(m3/S)	V M/S	Re	f (JAIN)	hr LR (roz)	ahr LR(roz+sing)
M9	S2	1	7,36	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,20	0,24
		2	7,39	1	1690	0,000469444	0,76	18748,32	0,026097702	0,20	0,25
											<b>TOTAL=</b> <b>0,41</b> <b>0,49</b>

	ahr LR (roz+sing)	ahr TT <sup>a</sup>	hr TT <sup>a</sup>	L TT <sup>a</sup>	J (m/m)
S2	0,49	5,51	4,59	148,88	0,031

#### 4.2.3 Cálculo de las tuberías terciarias

Para el cálculo de las tuberías terciarias de cada módulo hemos tenido en cuenta la regla de Christiansen, por ello la pérdida admisible en la UD no debe ser mayor del 20% de la  $P_n$  del aspersor.

$$\left(\frac{\Delta P}{\gamma}\right)_{UD} = 0.2 * \frac{P_n}{\gamma} = 30 \text{ m.c.a} = 6 \text{ m.c.a}$$

Se determinan las causas de la variación de presión en la unidad de riego. Las causas de la  $\Delta P$  son las pérdidas de carga y la diferencia de cotas, pero en este caso al tratarse de una parcela llana, solo afecta a la variación de presión las pérdidas de carga. De esta manera se determinan las pérdidas de carga admisibles en la unidad de riego.

$$(AP / \gamma)_{UD} = (a * hr)_{UD}$$

En este caso se igualan las dos expresiones anteriores, y entonces la pérdida de carga total admisible en la unidad de riego es de:

$$(a \cdot hr)_{UD} = 6 \text{ m.c.a.}$$

Se trasladan las pérdidas de carga admisibles en la unidad a las tuberías que forman los laterales de riego y la tubería terciaria.

$$(a \cdot hr)_{UD} = (a \cdot hr)_{TT} + (a \cdot hr)_{LR} = 6 \text{ m.c.a.}$$

A partir de esta fórmula y una vez conocidas las pérdidas de carga en los laterales de riego obtenemos las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria por rozamiento continuo.

$$(Hrmax)_{TT} = (a \cdot hr) / 1,2 \quad (a = 1,2)$$

Los resultados del cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento continuo en cada uno de los módulos, se adjuntan a continuación:

## Módulo 1

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	19,4	0,0316	0,6126	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3554	0,6126	0,2572
	2	19,4	0,0316	0,6126	4	1690	6760	11830	59,2	0,02	1,14E-06	1,1938	61996,3048	0,0212	0,5052	0,6126	0,1073
	3	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	16900	70,6	0,02	1,14E-06	1,1992	74265,1000	0,0204	0,3805	0,5684	0,1879
	4	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	21970	70,6	0,02	1,14E-06	1,5589	96544,6300	0,0195	0,6162	0,5684	-0,0479
	5	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	27040	84,6	0,02	1,14E-06	1,3362	99160,5874	0,0192	0,3717	0,5684	0,1966
	6	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	32110	84,6	0,02	1,14E-06	1,5867	117753,1975	0,0187	0,5103	0,5684	0,0581
	7	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	37180	84,6	0,02	1,14E-06	1,8373	136345,8077	0,0183	0,6695	0,5684	-0,1011
	8	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	42250	103,6	0,02	1,14E-06	1,3922	126523,0709	0,0182	0,3131	0,5684	0,2552
	9	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	47320	103,6	0,02	1,14E-06	1,5593	141705,8394	0,0179	0,3860	0,5684	0,1823
	10	18	0,0316	0,5684	3	1690	5070	52390	103,6	0,02	1,14E-06	1,7264	156888,6079	0,0177	0,4661	0,5684	0,1022
	11	7,22	0,0316	0,2280	3	1690	5070	57460	117,6	0,02	1,14E-06	1,4695	151586,6888	0,0176	0,1190	0,2280	0,1090
190,02															<b>4,6931</b>		<b>1,3069</b>

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S2	1	18	0,0318	0,5723	4	1690	6760	6760	46,4	0,02	1,14E-06	1,1105	45199,2764	0,0228	0,5554	0,5723	0,0169
	2	18	0,0318	0,5723	4	1690	6760	13520	59,2	0,02	1,14E-06	1,3644	70852,9197	0,0208	0,5987	0,5723	-0,0263
	3	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	18590	70,6	0,02	1,14E-06	1,3191	81691,6100	0,0200	0,4531	0,5723	0,1192
	4	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	23660	84,6	0,02	1,14E-06	1,1692	86765,5140	0,0196	0,2909	0,5723	0,2814
	5	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	28730	84,6	0,02	1,14E-06	1,4197	105358,1241	0,0190	0,4156	0,5723	0,1567
	6	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	33800	84,6	0,02	1,14E-06	1,6703	123950,7343	0,0185	0,5611	0,5723	0,0112
	7	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	38870	84,6	0,02	1,14E-06	1,9208	142543,3444	0,0182	0,7271	0,5723	-0,1548
	8	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	43940	103,6	0,02	1,14E-06	1,4479	131583,9938	0,0181	0,3366	0,5723	0,2357
	9	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	49010	103,6	0,02	1,14E-06	1,6150	146766,7623	0,0178	0,4119	0,5723	0,1604
	10	18	0,0318	0,5723	3	1690	5070	54080	103,6	0,02	1,14E-06	1,7821	161949,5308	0,0176	0,4944	0,5723	0,0779
	11	8,7011	0,0318	0,2767	3	1690	5070	59150	103,6	0,02	1,14E-06	1,9491	177132,2993	0,0174	0,2823	0,2767	-0,0057
188,7011															<b>5,1272</b>		<b>0,8728</b>

## Módulo 2

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3297	0,5628	0,2331
	2	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,5628	0,2089
	3	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	15210	70,6	0,02	1,14E-06	1,0793	66838,5900	0,0207	0,3138	0,5628	0,2490
	4	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	20280	70,6	0,02	1,14E-06	1,4390	89118,1200	0,0198	0,5317	0,5628	0,0311
	5	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	25350	84,6	0,02	1,14E-06	1,2527	92963,0507	0,0194	0,3302	0,5628	0,2326
	6	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,5628	0,1010
	7	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	35490	84,6	0,02	1,14E-06	1,7538	130148,2710	0,0184	0,6142	0,5628	-0,0513
	8	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	40560	84,6	0,02	1,14E-06	2,0043	148740,8811	0,0181	0,7870	0,5628	-0,2242
	9	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	45630	103,6	0,02	1,14E-06	1,5036	136644,9166	0,0180	0,3609	0,5628	0,2019
	10	18	0,0313	0,5628	3	1690	5070	50700	103,6	0,02	1,14E-06	1,6707	151827,6851	0,0177	0,4386	0,5628	0,1242
	11	11,8966	0,0313	0,3720	3	1690	5070	55770	103,6	0,02	1,14E-06	1,8378	167010,4536	0,0175	0,3460	0,3720	0,0260
191,8966										33				4,8677		1,1323	

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S2	1	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3297	0,5543	0,2246
	2	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,5543	0,2004
	3	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	15210	70,6	0,02	1,14E-06	1,0793	66838,5900	0,0207	0,3138	0,5543	0,2405
	4	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	20280	70,6	0,02	1,14E-06	1,4390	89118,1200	0,0198	0,5317	0,5543	0,0226
	5	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	25350	70,6	0,02	1,14E-06	1,7988	111397,6500	0,0191	0,8028	0,5543	-0,2485
	6	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,5543	0,0925
	7	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	35490	84,6	0,02	1,14E-06	1,7538	130148,2710	0,0184	0,6142	0,5543	-0,0598
	8	18	0,0308	0,5543	4	1690	6760	42250	103,6	0,02	1,14E-06	1,3922	126523,0709	0,0182	0,3131	0,5543	0,2412
	9	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	47320	103,6	0,02	1,14E-06	1,5593	141705,8394	0,0179	0,3860	0,5543	0,1683
	10	18	0,0308	0,5543	3	1690	5070	52390	103,6	0,02	1,14E-06	1,7264	156888,6079	0,0177	0,4661	0,5543	0,0882
	11	14,8392	0,0308	0,4570	3	1690	5070	57460	103,6	0,02	1,14E-06	1,8934	172071,3765	0,0174	0,4562	0,4570	0,0008
194,8392														5,0294		0,9706	

## Módulo 3

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1 S2	1	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3297	0,5455	0,2157
	2	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,5455	0,1916
	3	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	15210	70,6	0,02	1,14E-06	1,0793	66838,5900	0,0207	0,3138	0,5455	0,2317
	4	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	20280	70,6	0,02	1,14E-06	1,4390	89118,1200	0,0198	0,5317	0,5455	0,0137
	5	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	25350	84,6	0,02	1,14E-06	1,2527	92963,0507	0,0194	0,3302	0,5455	0,2153
	6	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,5455	0,0836
	7	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	35490	84,6	0,02	1,14E-06	1,7538	130148,2710	0,0184	0,6142	0,5455	-0,0687
	8	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	40560	84,6	0,02	1,14E-06	2,0043	148740,8811	0,0181	0,7870	0,5455	-0,2415
	9	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	45630	103,6	0,02	1,14E-06	1,5036	136644,9166	0,0180	0,3609	0,5455	0,1845
	10	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	50700	103,6	0,02	1,14E-06	1,6707	151827,6851	0,0177	0,4386	0,5455	0,1068
	11	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	55770	103,6	0,02	1,14E-06	1,8378	167010,4536	0,0175	0,5235	0,5455	0,0220

198

33

**5,0452**

**0,9548**

Módulo 4

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3297	0,5455	0,2157
	2	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,5455	0,1916
	3	18	0,0303	0,5455	2	1690	3380	13520	59,2	0,02	1,14E-06	1,3644	70852,9197	0,0208	0,5987	0,5455	-0,0532
	4	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	18590	70,6	0,02	1,14E-06	1,3191	81691,6100	0,0200	0,4531	0,5455	0,0923
	4	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	23660	70,6	0,02	1,14E-06	1,6789	103971,1400	0,0193	0,7066	0,5455	-0,1612
	5	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	28730	84,6	0,02	1,14E-06	1,4197	105358,1241	0,0190	0,4156	0,5455	0,1298
	6	18	0,0303	0,5455	4	1690	6760	35490	84,6	0,02	1,14E-06	1,7538	130148,2710	0,0184	0,6142	0,5455	-0,0687
	7	18	0,0303	0,5455	4	1690	6760	42250	103,6	0,02	1,14E-06	1,3922	126523,0709	0,0182	0,3131	0,5455	0,2323
	8	18	0,0303	0,5455	4	1690	6760	49010	103,6	0,02	1,14E-06	1,6150	146766,7623	0,0178	0,4119	0,5455	0,1335
	9	18	0,0303	0,5455	3	1690	5070	54080	103,6	0,02	1,14E-06	1,7821	161949,5308	0,0176	0,4944	0,5455	0,0510
	10	18	0,0303	0,5455	4	1690	6760	60840	103,6	0,02	1,14E-06	2,0048	182193,2221	0,0173	0,6155	0,5455	-0,0700

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S2	1	21,2017	0,0344	0,7284	2	1690	3380	3380	46,4	0,02	1,14E-06	0,5552	22599,6382	0,0261	0,1876	0,7284	0,5408
	2	20,9482	0,0344	0,7197	2	1690	3380	6760	46,4	0,02	1,14E-06	1,1105	45199,2764	0,0228	0,6464	0,7197	0,0733
	3	21,2967	0,0344	0,7316	3	1690	5070	11830	59,2	0,02	1,14E-06	1,1938	61996,3048	0,0212	0,5546	0,7316	0,1770
	4	21,2017	0,0344	0,7284	3	1690	5070	16900	70,6	0,02	1,14E-06	1,1992	74265,1000	0,0204	0,4481	0,7284	0,2803
	5	18	0,0344	0,6184	4	1690	6760	23660	70,6	0,02	1,14E-06	1,6789	103971,1400	0,0193	0,7066	0,6184	-0,0882
	6	18	0,0344	0,6184	4	1690	6760	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,6184	0,1566
	7	18	0,0344	0,6184	4	1690	6760	37180	84,6	0,02	1,14E-06	1,8373	136345,8077	0,0183	0,6695	0,6184	-0,0511
	8	18	0,0344	0,6184	4	1690	6760	43940	103,6	0,02	1,14E-06	1,4479	131583,9938	0,0181	0,3366	0,6184	0,2817
	9	18	0,0344	0,6184	4	1690	6760	50700	103,6	0,02	1,14E-06	1,6707	151827,6851	0,0177	0,4386	0,6184	0,1797
														4,4499		1,5501	

Módulo 5

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	18	0,0417	0,7500	4	1690	6760	6760	46,4	0,02	1,14E-06	1,1105	45199,2764	0,0228	0,5554	0,7500	0,1946
	2	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	11830	59,2	0,02	1,14E-06	1,1938	61996,3048	0,0212	0,4688	0,7500	0,2812
	3	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	16900	59,2	0,02	1,14E-06	1,7055	88566,1496	0,0200	0,9029	0,7500	-0,1529
	4	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	21970	70,6	0,02	1,14E-06	1,5589	96544,6300	0,0195	0,6162	0,7500	0,1338
	5	18	0,0417	0,7500	2	1690	3380	25350	70,6	0,02	1,14E-06	1,7988	111397,6500	0,0191	0,8028	0,7500	-0,0528
	6	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,7500	0,2882
	7	18	0,0417	0,7500	2	1690	3380	33800	84,6	0,02	1,14E-06	1,6703	123950,7343	0,0185	0,5611	0,7500	0,1889
	8	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	38870	84,6	0,02	1,14E-06	1,9208	142543,3444	0,0182	0,7271	0,7500	0,0229
															<b>5,0961</b>		<b>0,9039</b>
												144	23				

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S2	1	18,337	0,0547	1,0032	4	1690	6760	6760	46,4	0,02	1,14E-06	1,1105	45199,2764	0,0228	0,5658	1,0032	0,4374
	2	18,2587	0,0547	0,9989	2	1690	3380	10140	46,4	0,02	1,14E-06	1,6657	67798,9146	0,0213	1,1839	0,9989	-0,1850
	3	18,263	0,0547	0,9992	3	1690	5070	15210	59,2	0,02	1,14E-06	1,5349	79709,5347	0,0204	0,7543	0,9992	0,2449
	4	18,2939	0,0547	1,0009	3	1690	5070	20280	70,6	0,02	1,14E-06	1,4390	89118,1200	0,0198	0,5404	1,0009	0,4605
	5	18,2191	0,0547	0,9968	2	1690	3380	23660	70,6	0,02	1,14E-06	1,6789	103971,1400	0,0193	0,7152	0,9968	0,2816
	6	18,2974	0,0547	1,0011	2	1690	3380	27040	70,6	0,02	1,14E-06	1,9187	118824,1600	0,0189	0,9199	1,0011	0,0812
109,6691				16												4,6795	1,3205

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S3	1	18	0,0417	0,7500	2	1690	3380	3380	46,4	0,02	1,14E-06	0,5552	22599,6382	0,0261	0,1593	0,7500	0,5907
	2	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	8450	46,4	0,02	1,14E-06	1,3881	56499,0955	0,0219	0,8349	0,7500	-0,0849
	3	18	0,0417	0,7500	2	1690	3380	11830	59,2	0,02	1,14E-06	1,1938	61996,3048	0,0212	0,4688	0,7500	0,2812
	4	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	16900	59,2	0,02	1,14E-06	1,7055	88566,1496	0,0200	0,9029	0,7500	-0,1529
	5	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	21970	70,6	0,02	1,14E-06	1,5589	96544,6300	0,0195	0,6162	0,7500	0,1338
	6	18	0,0417	0,7500	4	1690	6760	28730	84,6	0,02	1,14E-06	1,4197	105358,1241	0,0190	0,4156	0,7500	0,3344
	7	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	33800	84,6	0,02	1,14E-06	1,6703	123950,7343	0,0185	0,5611	0,7500	0,1889
	8	18	0,0417	0,7500	4	1690	6760	40560	84,6	0,02	1,14E-06	2,0043	148740,8811	0,0181	0,7870	0,7500	-0,0370
														4,7457			1,2543

## Módulo 6

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	20,015	0,0300	0,6004	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3666	0,6004	0,2338
	2	18	0,0300	0,5400	3	1690	5070	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,5400	0,1861
	3	18	0,0300	0,5400	4	1690	6760	16900	70,6	0,02	1,14E-06	1,1992	74265,1000	0,0204	0,3805	0,5400	0,1595
	4	18	0,0300	0,5400	3	1690	5070	21970	70,6	0,02	1,14E-06	1,5589	96544,6300	0,0195	0,6162	0,5400	-0,0763
	5	18	0,0300	0,5400	4	1690	6760	28730	84,6	0,02	1,14E-06	1,4197	105358,1241	0,0190	0,4156	0,5400	0,1243
	6	18	0,0300	0,5400	3	1690	5070	33800	84,6	0,02	1,14E-06	1,6703	123950,7343	0,0185	0,5611	0,5400	-0,0211
	7	18	0,0300	0,5400	4	1690	6760	40560	103,6	0,02	1,14E-06	1,3366	121462,1481	0,0184	0,2904	0,5400	0,2495
	8	18	0,0300	0,5400	3	1690	5070	45630	103,6	0,02	1,14E-06	1,5036	136644,9166	0,0180	0,3609	0,5400	0,1790
	9	18	0,0300	0,5400	4	1690	6760	52390	103,6	0,02	1,14E-06	1,7264	156888,6079	0,0177	0,4661	0,5400	0,0738
	10	18	0,0300	0,5400	3	1690	5070	57460	103,6	0,02	1,14E-06	1,8934	172071,3765	0,0174	0,5534	0,5400	-0,0134
	11	18	0,0300	0,5400	4	1690	6760	64220	103,6	0,02	1,14E-06	2,1162	192315,0678	0,0172	0,6807	0,5400	-0,1408
														<b>5,0455</b>		<b>0,9545</b>	

## Módulo 7

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	20,117	0,0254	0,5112	4	1690	6760	6760	46,4	0,02	1,14E-06	1,1105	45199,2764	0,0228	0,6207	0,5112	-0,1095
	2	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	11830	59,2	0,02	1,14E-06	1,1938	61996,3048	0,0212	0,4688	0,4574	-0,0114
	3	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	16900	70,6	0,02	1,14E-06	1,1992	74265,1000	0,0204	0,3805	0,4574	0,0769
	4	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	21970	70,6	0,02	1,14E-06	1,5589	96544,6300	0,0195	0,6162	0,4574	-0,1588
	5	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	27040	84,6	0,02	1,14E-06	1,3362	99160,5874	0,0192	0,3717	0,4574	0,0857
	6	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	32110	84,6	0,02	1,14E-06	1,5867	117753,1975	0,0187	0,5103	0,4574	-0,0529
	7	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	37180	103,6	0,02	1,14E-06	1,2252	111340,3024	0,0186	0,2475	0,4574	0,2099
	8	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	42250	103,6	0,02	1,14E-06	1,3922	126523,0709	0,0182	0,3131	0,4574	0,1443
	9	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	47320	103,6	0,02	1,14E-06	1,5593	141705,8394	0,0179	0,3860	0,4574	0,0714
	10	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	52390	103,6	0,02	1,14E-06	1,7264	156888,6079	0,0177	0,4661	0,4574	-0,0087
	11	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	57460	103,6	0,02	1,14E-06	1,8934	172071,3765	0,0174	0,5534	0,4574	-0,0960
	12	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	62530	103,6	0,02	1,14E-06	2,0605	187254,1450	0,0172	0,6477	0,4574	-0,1903
	13	18	0,0254	0,4574	3	1690	5070	67600	117,6	0,02	1,14E-06	1,7288	178337,2809	0,0172	0,4007	0,4574	0,0567
														5,9828		0,0172	
														236,117	40		

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S2	1	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3297	0,7500	0,4203
	2	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,7500	0,3961
	3	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	15210	59,2	0,02	1,14E-06	1,5349	79709,5347	0,0204	0,7434	0,7500	0,0066
	4	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	20280	70,6	0,02	1,14E-06	1,4390	89118,1200	0,0198	0,5317	0,7500	0,2183
	5	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	25350	70,6	0,02	1,14E-06	1,7988	111397,6500	0,0191	0,8028	0,7500	-0,0528
	6	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,7500	0,2882
	7	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	35490	84,6	0,02	1,14E-06	1,7538	130148,2710	0,0184	0,6142	0,7500	0,1358
	8	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	40560	84,6	0,02	1,14E-06	2,0043	148740,8811	0,0181	0,7870	0,7500	-0,0370
														4,6245		1,3755	
														144	24		

## Módulo 8

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	18	0,0256	0,4615	4	1690	6760	6760	46,4	0,02	1,14E-06	1,1105	45199,2764	0,0228	0,5554	0,4615	-0,0939
	2	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	11830	59,2	0,02	1,14E-06	1,1938	61996,3048	0,0212	0,4688	0,4615	-0,0072
	3	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	16900	70,6	0,02	1,14E-06	1,1992	74265,1000	0,0204	0,3805	0,4615	0,0811
	4	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	21970	70,6	0,02	1,14E-06	1,5589	96544,6300	0,0195	0,6162	0,4615	-0,1547
	5	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	27040	84,6	0,02	1,14E-06	1,3362	99160,5874	0,0192	0,3717	0,4615	0,0898
	6	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	32110	84,6	0,02	1,14E-06	1,5867	117753,1975	0,0187	0,5103	0,4615	-0,0488
	7	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	37180	103,6	0,02	1,14E-06	1,2252	111340,3024	0,0186	0,2475	0,4615	0,2141
	8	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	42250	103,6	0,02	1,14E-06	1,3922	126523,0709	0,0182	0,3131	0,4615	0,1484
	9	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	47320	103,6	0,02	1,14E-06	1,5593	141705,8394	0,0179	0,3860	0,4615	0,0755
	10	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	52390	103,6	0,02	1,14E-06	1,7264	156888,6079	0,0177	0,4661	0,4615	-0,0046
	11	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	57460	103,6	0,02	1,14E-06	1,8934	172071,3765	0,0174	0,5534	0,4615	-0,0918
	12	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	62530	117,6	0,02	1,14E-06	1,5991	164961,9848	0,0174	0,3468	0,4615	0,1148
	13	18	0,0256	0,4615	3	1690	5070	67600	117,6	0,02	1,14E-06	1,7288	178337,2809	0,0172	0,4007	0,4615	0,0608
		234			40									5,6166		0,3834	

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S2	1	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	5070	46,4	0,02	1,14E-06	0,8329	33899,4573	0,0240	0,3297	0,7500	0,4203
	2	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,7500	0,3961
	3	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	15210	59,2	0,02	1,14E-06	1,5349	79709,5347	0,0204	0,7434	0,7500	0,0066
	4	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	20280	70,6	0,02	1,14E-06	1,4390	89118,1200	0,0198	0,5317	0,7500	0,2183
	5	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	25350	70,6	0,02	1,14E-06	1,7988	111397,6500	0,0191	0,8028	0,7500	-0,0528
	6	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,7500	0,2882
	7	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	35490	84,6	0,02	1,14E-06	1,7538	130148,2710	0,0184	0,6142	0,7500	0,1358
	8	18	0,0417	0,7500	3	1690	5070	40560	84,6	0,02	1,14E-06	2,0043	148740,8811	0,0181	0,7870	0,7500	-0,0370
		144			24									4,6245		1,3755	

## Módulo 9

s.módulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
S1	1	14,5849	0,0260	0,3795	2	1690	3380	3380	46,4	0,02	1,14E-06	0,5552	22599,6382	0,0261	0,1291	0,3795	0,2504
	2	18	0,0260	0,4684	4	1690	6760	10140	59,2	0,02	1,14E-06	1,0233	53139,6898	0,0218	0,3539	0,4684	0,1145
	3	18	0,0260	0,4684	4	1690	6760	16900	70,6	0,02	1,14E-06	1,1992	74265,1000	0,0204	0,3805	0,4684	0,0879
	4	18	0,0260	0,4684	4	1690	6760	23660	70,6	0,02	1,14E-06	1,6789	103971,1400	0,0193	0,7066	0,4684	-0,2382
	5	18	0,0260	0,4684	4	1690	6760	30420	84,6	0,02	1,14E-06	1,5032	111555,6608	0,0188	0,4618	0,4684	0,0066
	6	18	0,0260	0,4684	4	1690	6760	37180	84,6	0,02	1,14E-06	1,8373	136345,8077	0,0183	0,6695	0,4684	-0,2011
	7	18	0,0260	0,4684	3	1690	5070	42250	103,6	0,02	1,14E-06	1,3922	126523,0709	0,0182	0,3131	0,4684	0,1552
	8	18	0,0260	0,4684	3	1690	5070	47320	103,6	0,02	1,14E-06	1,5593	141705,8394	0,0179	0,3860	0,4684	0,0823
	9	18	0,0260	0,4684	3	1690	5070	52390	103,6	0,02	1,14E-06	1,7264	156888,6079	0,0177	0,4661	0,4684	0,0022
	10	18	0,0260	0,4684	3	1690	5070	57460	103,6	0,02	1,14E-06	1,8934	172071,3765	0,0174	0,5534	0,4684	-0,0850
	11	18	0,0260	0,4684	3	1690	5070	62530	103,6	0,02	1,14E-06	2,0605	187254,1450	0,0172	0,6477	0,4684	-0,1793
	12	18	0,0260	0,4684	3	1690	5070	67600	117,6	0,02	1,14E-06	1,7288	178337,2809	0,0172	0,4007	0,4684	0,0676
	13	18	0,0260	0,4684	3	1690	5070	72670	117,6	0,02	1,14E-06	1,8584	191712,5770	0,0170	0,4584	0,4684	0,0100
														5,9268		0,0732	

La presión necesaria al comienzo de cada módulo se ha calculado sumando a la presión de funcionamiento de los aspersores (30 m.c.a.) las pérdidas de carga que se producen en el módulo (las del tramo más desfavorable), más las pérdidas de carga singular (piezas especiales), y las del porta-aspersor.

Así pues en la siguiente tabla se muestran las pérdidas de carga que se producen en cada módulo y submódulo, así como la presión necesaria en el origen de cada uno de ellos, que será la del submódulo que tenga mayores pérdidas de carga y esa será la presión necesaria en el origen de la unidad de riego.

**(a·hr)<sub>LR</sub>** → Pérdidas de carga en el último lateral de riego.

**(a·hr)<sub>TT</sub>** → Pérdidas de carga en la tubería terciaria.

**(P<sub>n</sub> / γ )** → Presión nominal de funcionamiento de los aspersores.

**ha** → Pérdida de carga del porta-aspersor.

**(P<sub>o</sub> / γ )** → Presión necesaria al comienzo de cada módulo.

Módulo	Submódulo	(a·hr)LR	(a·hr)TT	(P <sub>n</sub> / γ )	ha	(P <sub>o</sub> / γ )
<b>M1</b>	<b>S1</b>	3,14	2,86	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	9,68	-3,68	30	2,55	38,554
<b>M2</b>	<b>S1</b>	2,97	3,03	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	2,88	3,12	30	2,55	38,554
<b>M3</b>	<b>S1</b>	3,6	2,4	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	2,97	3,03	30	2,55	38,554
<b>M4</b>	<b>S1</b>	3,66	2,34	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	0,26	5,74	30	2,55	38,554
<b>M5</b>	<b>S1</b>	3,69	2,31	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	3,55	2,45	30	2,55	38,554
	<b>S3</b>	0,37	5,63	30	2,55	38,554
<b>M6</b>	<b>S1</b>	1,26	4,74	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	6,07	-0,07	30	2,55	38,554
<b>M7</b>	<b>S1</b>	2,24	3,76	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	3,06	2,94	30	2,55	38,554
<b>M8</b>	<b>S1</b>	3,75	2,25	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	2,98	3,02	30	2,55	38,554
<b>M9</b>	<b>S1</b>	0,6	5,4	30	2,55	38,554
	<b>S2</b>	0,49	5,51	30	2,55	38,554

\*Unidades de la tabla: metros.

#### **4.2.4 Cálculo de las tuberías secundarias:**

Las tuberías secundarias conducen el agua hasta la entrada de cada módulo de riego. En nuestro caso, las tuberías secundarias son 3, denominadas secundaria 1, secundaria 2 y secundaria 3. La correspondiente a la secundaria 1 alimenta a los módulos M1 y M2, el tramo de secundaria 2 alimenta a los módulos M3 y M4 y la secundaria 3 alimenta los módulos M5, M6, M7, M8 y M9.

Partiendo de la presión inicial, restando las pérdidas en válvulas, codos,... y restando las pérdidas en tubería terciaria somos capaces de conocer las pérdidas máximas de presión a lo largo de los tres tramos de tubería secundaria.

Conociendo las pérdidas admisibles procedemos al cálculo del diámetro óptimo tanteando con diámetros comerciales y ajustando las pérdidas. Para ello, usaremos el mismo método que para calcular las pérdidas en tubería terciaria.

En el tramo 1 utilizaremos un DN 140, en el tramo 2 usaremos un DN 110 y en el tramo 3 usaremos un DN 180.

A continuación adjuntamos las tablas utilizadas en el cálculo:

Secundaria	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
T. crítico	1	83,0499	0,0722	6,0000	76	1690	128440	128440	131,8	0,02	1,14E-06	2,6150	302334,4617	0,0159	3,4886	6,0000	2,5114
		83,0499													3,4886		2,5114

Secundaria	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
T. crítico	2	28,5216	0,2104	6,0000	76	1690	128440	128440	103,6	0,02	1,14E-06	4,2324	384630,1356	0,0158	3,9771	6,0000	2,0229
		28,5216													3,9771		2,0229

Secundaria	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	diámetro	K	$\mu$	v	Re	f	HR	hr admisibles	exceso
T. crítico	3	306,1393	0,0196	6,0000	76	1690	128440	128440	169,4	0,02	1,14E-06	1,5830	235228,3474	0,0161	3,7237	6,0000	2,2763
		306,1393													3,7237		2,2763

## 5. Movimiento de tierras

La instalación de una red fija de tuberías en un riego por aspersión conlleva un movimiento de tierras. Los volúmenes de tierra a mover variaran en función de la tubería a colocar y de las longitudes de los tramos.

De este modo, los movimientos de tierra se calculan tramo a tramo para las tuberías colocadas en toda la finca.

### 5.1 Definición de las zanjas

Para insertar la tubería en el suelo es necesaria la excavación de una zanja. Dicha zanja varía en función del diámetro de la tubería. Como todas nuestras tuberías son de un diámetro inferior a 200 mm solo tendremos unas posibles dimensiones:

Forma	Base mayor	Base menor	Altura
Trapezoidal	$0,6 + \phi$	$0,2 + \phi$	$0,85 + \phi$

La sección tipo de la tubería se compone de una cama de arena de espesor  $10 + \phi + 10$  cm. Desde la generatriz inferior hasta 30cm por encima de la generatriz superior, se rellenara con material seleccionado de tamaño menor de 2 cm. La parte superior se rellena con material procedente de la excavación.

El esquema de la zanja está en el plano correspondiente a detalles de la zanja.

Con estos datos somos capaces de calcular el volumen de tierra a excavar, y el volumen de tierra a transportar fuera de la parcela al vertedero.

## 5.2 Excavación de la zanja de las tuberías de PVC en función del diámetro

En esta tabla encontramos los volúmenes de tierra a excavar, tapar y transportar a vertedero:

Diametro (mm)	Longitud (m)	Volumen excavación zanja (m <sup>3</sup> )	Volumen tapado zanja (m <sup>3</sup> )	Volumen transporte (m <sup>3</sup> )
50	409,74	165,945	165,140	0,805
63	454,96	192,320	190,902	1,418
75	670,01	294,386	291,426	2,960
90	918	422,831	416,991	5,840
110	891,96	436,704	428,227	8,477
125	97,22	49,764	48,571	1,193
140	83,05	44,399	43,120	1,278
180	306,14	182,888	175,098	7,790
		<b>1789,236</b>	<b>1759,475</b>	<b>29,761</b>

## 5.3 Excavación de la zanja de las tuberías de los laterales de riego de PE

Los laterales o ramales de riego que se componen en su totalidad por PEBD Ø32, han sido inyectados por medio de una oruga subsolador, a una profundidad de 0,9 metros.

Modulos	Metros de PE 32 inyectados
M1	819,8034
M2	891,196
M3	858
M4	876,0794
M5	757,8735
M6	926,932
M7	817,7774
M8	852,5027
M9	799,1662
<b>7599,3306</b>	

## 5.4 Resumen del movimiento de tierras

Los metros inyectados de PE 32 serán **7599,3306 m**. Y el volumen de tierra excavado será de **1789,236 m<sup>3</sup>**.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-9: ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE  
RIEGO**

## **ANEJO – 9**

# **ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO**

### **Índice:**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Válvulas.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1 Válvulas hidráulicas.....</b>	<b>1-2</b>
<b>2.2 Válvulas de esfera.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Válvulas de ventosa.....</b>	<b>3-4</b>
<b>2.4 Válvulas de retención.....</b>	<b>4-5</b>
<b>2.5 Válvulas de mariposa.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Filtros.....</b>	<b>5-7</b>
<b>4. Anclajes.....</b>	<b>7-11</b>
<b>5. Codos.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Reducciones.....</b>	<b>12</b>

<b>7. Desagües.....</b>	<b>12</b>
<b>7.1 Desagües de la red de riego.....</b>	<b>12</b>
<b>7.2 Desagües de fin de tramo.....</b>	<b>12</b>
<b>8. Fertirrigación.....</b>	<b>13</b>
<b>8.1 Equipo de inyección.....</b>	<b>13-14</b>
<b>8.2 Características técnicas.....</b>	<b>14</b>
<b>8.3 Elementos y accesorios.....</b>	<b>14</b>
<b>8.4 Automatización.....</b>	<b>15</b>
<b>9. Contadores.....</b>	<b>15-16</b>
<b>10. Programadores de riego.....</b>	<b>16-17</b>
<b>11. Grupo electrógeno.....</b>	<b>17</b>
<b>12. Automatismo de la red de riego.....</b>	<b>17-18</b>

## **1. Introducción**

Los elementos singulares que se disponen a lo largo de la red de riego tienen la misión de control y regulación de los caudales circulantes así como el control y mantenimiento de la presión en la red de riego, el filtrado del agua y la evacuación de aire.

En este anexo se van a calcular y describir los elementos singulares de que consta la instalación de la red de riego. Los cuales son los que se citan a continuación:

- Válvulas
- Filtros
- Codos
- Reducciones
- Anclajes

Además se van a tratar otros elementos como desagües, elementos de fertirrigación y otros automatismos necesarios para el funcionamiento de la red de riego.

## **2. Válvulas**

### **2.1 Válvulas hidráulicas**

Una de las principales funciones va a ser poder abrir y cerrar el paso del agua a un módulo de riego determinado, para lo cual se ha de instalar una válvula en cada conexión de cada módulo con la tubería secundaria.

Se ha elegido la válvula hidráulica con diafragma de caucho natural, con cuerpo de hierro fundido con recubrimiento de poliéster, que abre y cierra la válvula mediante la presión del agua existente en la red. Su simplicidad de construcción elimina prácticamente el mantenimiento.

## Ventajas que tienen estas válvulas:

- Mínima pérdida de carga
- Fácil instalación y mantenimiento
- Cierre gradual y hermético, sin provocar golpes de ariete
- Pocos componentes
- Diversas alternativas de control manual, hidráulico, eléctrico, regulación de presión, regulación de caudal, regulación de nivel, medición de caudal.

Existe una amplia gama de válvulas, diferenciándose unas de otras. A continuación se presenta a modo de ejemplo las características técnicas que tienen las válvulas de 4", 6" y 10".

<b><u>Características técnicas de válvulas hidráulicas de hierro fundido.</u></b>			
	<b><u>4"</u></b>	<b><u>6"</u></b>	<b><u>10"</u></b>
<b><u>Presión máxima de trabajo (atm)</u></b>	16	16	16
<b><u>Presión mínima de trabajo (atm)</u></b>	1	1	1
<b><u>Q máximo (m<sup>3</sup>/h)</u></b>	150	300	800
<b><u>Q mínimo (m<sup>3</sup>/h)</u></b>	30	50	80
<b><u>Longitud (mm)</u></b>	305	387	535
<b><u>Altura (mm)</u></b>	230	280	410
<b><u>Conexión</u></b>	Bridas 4"	Bridas 6"	Bridas 10"
<b><u>Pérdidas de carga (m.c.a.)</u></b>	0,4	0,5	0,5

## **2.2. Válvulas de Esfera**

Hay un tipo de válvula de esfera que se instalan, la cual es:

**Válvulas de esfera de PVC**, para la instalación de fertirrigación, serán necesarias una por cada depósito y además las necesarias para dirigir el fertilizante por las tuberías correspondientes. Están fabricadas en PVC y son de accionamiento manual. Se podrán instalar válvulas hidráulicas de 2” en caso de necesidad de automatismo total en el cabezal de riego.

## **2.3. Válvulas de ventosa**

Son piezas destinadas a realizar el control de la presencia de aire en las conducciones hidráulicas. El tipo de válvula ventosa elegido es la válvula de doble efecto o trifuncional.

Este tipo de ventosas poseen dos orificios para la evacuación y admisión de aire y uno o dos flotadores. Durante el llenado de las tuberías el agua va empujando al aire que se evaca a la atmósfera a través del orificio grande. El otro orificio, mucho más pequeño permanece cerrado durante este proceso.

Cuando la tubería se llena completamente, los dos orificios se cierran por la acción del agua sobre él o los flotadores. Una vez la instalación ha alcanzado la presión normal de trabajo, el aire que se acumula en la válvula ventosa va siendo evacuado a través del orificio más pequeño.

El orificio mayor permanece cerrado completamente y no se vuelve a abrir hasta que el sistema es drenado o aparece una presión negativa. En tal caso el flotador del orificio mayor caerá inmediatamente, abriendo el orificio y permitiendo la entrada de aire a la tubería.

En este momento la válvula ventosa está nuevamente lista para evacuar aire otra vez. Este ciclo se repetirá tantas veces como sea necesario.

Para la elección del diámetro de la ventosa se tiene en cuenta el diámetro de la tubería, el caudal trasegado por la misma, la presión de funcionamiento y la función a realizar. Relacionando el diámetro de la tubería con el diámetro de la ventosa se tiene:

<b>Diámetro tubería (mm)</b>	<b>Diámetro ventosa (pulgadas)</b>
<100	3/4
100-150	1
150-250	1 ½
250-400	3

Para la localización de la ventosa se van a tener en cuenta unos criterios los cuales son:

- En los puntos de la red en los que la línea de corriente varía respecto a la línea piezométrica de la tubería.
- En los “picos” o “puntos convexos” de la red.
- Puntos finales de tubería en alto.
- A la entrada de instrumentos de medición (contadores).
- Depresiones en la línea de corriente.
- En cada una de las piezas especiales en derivación para las válvulas hidráulicas de los diferentes sectores.

Para la correcta instalación de las válvulas ventosa se recomienda la colocación de una válvula manual de bola antes de la misma para poder desmontar la ventosa en caso de reparación o comprobación sin afectar al funcionamiento de la instalación.

La válvula de ventosa la colocaremos en la parte alta de la tubería que sale de la bomba. Y tiene un diámetro de 4”.

#### **2.4. Válvulas de retención**

La función de estas válvulas es permitir el flujo de agua en una única dirección, impidiendo la inversión del mismo.

**Sus características principales son las siguientes:**

- El cuerpo es de hierro fundido
- Eje de acero inoxidable.
- Brazo de bronce.
- Disco de bronce.
- Junta de caucho.
- Retén de la junta de acero.
- Eje del disco de acero inoxidable.
- Arandela del asiento de bronce.
- Presión máxima de trabajo 16 atm.
- Tamaño reducido, fácil de instalar.
- Bajas pérdidas de carga.
- Materiales internos de alta resistencia a la corrosión.

Se instalarán válvulas de 6”, e irán colocadas justo después de cada grupo moto-bomba (para evitar el golpe de ariete). La pérdida de carga está entorno a los 0,2 m.c.a. para cada una.

### **2.5. Válvulas de mariposa**

Se han colocado válvulas de mariposa, una delante y otra detrás del filtro en la tubería primaria, en la caseta de bombeo. Son colocadas para en caso de limpiar el filtro o tener que desarmarlo, se cierran las dos válvulas y así no se va todo el agua de las tuberías por el suelo y se queda dentro de las tuberías.

Las válvulas de mariposa se colocarán del mismo diámetro al que corresponda la tubería en las cuales se han de colocar. Las válvulas van alojadas en arquetas prefabricadas de hormigón.

### **3. Filtros**

Los filtros son necesarios para evitar la obturación de los aspersores lo cual es muy frecuente este problema en los riegos por aspersión. Para su prevención se colocan los correspondientes elementos de filtrado en los cuales se quedan las partículas retenidas.

Se ha elegido filtros de mallas autolimpiables que realizan un tamizado superficial del agua, reteniendo las partículas mayores que los orificios de la malla y evitándose así la obturación de las boquillas, y será instalado en la caseta de bombeo.

**Las ventajas de los filtros autolimpiables (automatizados) presentan las siguientes características:**

- No necesitan energía externa para su funcionamiento.
- La limpieza se efectúa de forma automática mediante un comandamiento de un presostato diferencial.
- Control del tiempo de autolavado, evitando ciclos innecesarios.
- No se interrumpe el proceso de filtración durante el autolavado.
- Las pérdidas de carga dependerán del grado de impurezas del agua a filtrar. En este caso como el agua procede para el riego es de los pantanos de la Sotonera y del Grado, es relativamente buena en cuanto a impurezas, podemos instalar este tipo de filtrado sin ningún problema.

Para la elección del filtro, se optará por uno de 6" y será colocado en la caseta de bombeo. La limpieza de estos filtros es automática por medio de presostatos diferenciales, que conectados entre la entrada y salida del filtro, cuando hay una diferencia de presión de 3 m.c.a. se activa el mecanismo de autolavado.

**Características técnicas del filtro de 6":**

- Área filtrante: 3320 cm<sup>2</sup>
- Conexión entrada y salida por bridas
- Malla filtrante: Acero inoxidable 304
- Tipo de malla: Cilindro perforado acero inoxidable
- Presión mínima de trabajo durante el lavado: 2,5 atm
- Válvula de drenaje: 3"
- Caudal de lavado: 60m<sup>3</sup>/h

## **Materiales constructivos:**

- Cuerpo del filtro: acero inoxidable con recubrimiento “epoxi”
- Tapa: aluminio
- Malla: acero inoxidable 304
- Válvula de drenaje: fundición con recubrimiento epoxi
- Juntas: poliuretano, caucho, nitrilo, NBR, VBR, poliacetal polietileno

## **Procesos de filtración:**

El agua fluye a través de la malla de tamiz cuya función es separar los sólidos de mayor tamaño y a continuación pasa a través de una malla fina que es la que define realmente el grado de filtración.

El nivel de suciedad en el filtro viene controlado por un preostato diferencial conectado entre la entrada y la salida del filtro. Cuando la diferencia de presión excede de los 3 m.c.a., se activa el mecanismo de autolavado.

También se colocara un filtro de 3”, de cartucho extraíble, y será colocado en la toma de riego para la fertilización.

## **4. Anclajes**

En determinados puntos de la red como son los cambios de sección, cambios de dirección, derivaciones en té y tapones terminales se producen empujes en la tubería debido a la presión hidrostática. Para evitar el desplazamiento de la tubería en estos puntos, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción.

Para el diseño de los anclajes según su finalidad se ha seguido la norma NTE relacionada con las instalaciones de abastecimiento. La fuerza de reacción del agua es la que debe calcularse para establecer las dimensiones de los macizos de hormigón que impidan los desplazamientos de la tubería. Los macizos son de hormigón HA-250 armado con acero B-500S.

Los puntos de la red en los que se prevén desplazamientos de la tubería son:

- Codos y reducciones
- Llaves de paso
- Piezas especiales en T

En la norma relativa a los anclajes para las tuberías se describen las dimensiones de los mismos para diámetros de la tubería  $\leq 400$  mm. Para el resto de los diámetros, en este caso 500, 560 y 600 se utiliza la fórmula siguiente para el cálculo del empuje:

$$\mathbf{F} = \mathbf{K} * \mathbf{P} * \mathbf{S}$$

Siendo:

- $\mathbf{F}$  = Empuje en Kp.
- $\mathbf{K}$  = Coeficiente según la dirección.
- $\mathbf{P}$  = Presión interior de prueba 1,4 (Presión de trabajo en Kp/cm<sup>2</sup>)
- $\mathbf{S}$  = Sección interna del tubo en cm<sup>2</sup>.

Las dimensiones del elemento de anclaje se obtienen a partir de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{F} = \mathbf{A} * \mathbf{\rho}$$

Siendo:

- $\mathbf{F}$  = Empuje en Kg.
- $\mathbf{A}$  = Superficie del anclaje en contacto con el terreno en la dirección del empuje en cm<sup>2</sup>.
- $\mathbf{\rho}$  = Resistencia del terreno en Kg/cm<sup>2</sup> ( Kg/cm<sup>2</sup>).

Las dimensiones de los elementos de anclaje son las siguientes:

### **Codo y reducción:**

Para cambiar la alineación de una tubería se coloca un codo. De esta forma el agua circulante experimenta una variación en la dirección de su vector velocidad. El cambio de dirección se establece por la fuerza ejercida por el codo sobre el fluido, este responde con una fuerza de igual dirección e intensidad pero de sentido contrario.

En los cambios de sección debidos a las reducciones se produce un empuje cuya dirección es la del eje de la conducción, en el sentido de circulación del agua

Las dimensiones de los elementos necesarios para el anclaje son la que se indican en la siguiente tabla:

<b>Pieza</b>	<b>Diámetro de la tubería (mm)</b>	<b>Dimensiones en cm</b>		
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>Codo 45°</b>	63 a 225	30	40	15
	250 a 400	50	60	25
<b>Codo 90°</b>	63 a 225	50	40	20
	250 a 400	65	60	20
<b>Reducción</b>	63 a 225	40	30	15
	250 a 400	50	40	25

### **Llaves de paso:**

Las dimensiones de los anclajes de hormigón y la disposición de las armaduras necesarias son las que se indican en la siguiente tabla:

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Dimensiones en cm</b>				<b>Posición de las armaduras</b>		
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>E</b>	<b>1(Ø)</b>	<b>2(n-Ø)</b>	<b>3(n-Ø)</b>
90	50	15	30	15	6	2-12	5-6
110	60	20	35	15	6	4-12	5-6
125	70	25	35	15	6	4-12	5-6
140	70	25	35	15	6	4-12	5-6
160	80	30	40	15	6	6-12	5-6
180	90	30	40	15	6	6-12	5-6
200	100	35	40	15	8	8-12	5-8
250	120	40	50	15	8	5-16	5-8
315	140	50	60	15	8	6-16	5-8
355	140	50	65	15	8	8-16	5-8
400	160	65	70	15	10	6-20	5-10
500	210	80	75	25	12	6-22	8-10
560	240	90	75	25	12	8-22	8-12
600	260	95	80	25	14	10-22	8-14

### **Piezas especiales en T:**

Las dimensiones de los anclajes de hormigón y la disposición de las armaduras necesarias son las que se indican en la siguiente tabla:

<u>Diámetro (mm)</u>	<u>Dimensiones en cm</u>				<u>Posición de las armaduras</u>	
	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>E</u>	<u>1(Ø)</u>	<u>2(n-Ø)</u>
90	60	40	30	15	10	2-10
110	70	45	30	15	10	4-10
125	80	50	35	15	10	4-10
140	80	50	35	15	10	4-10
160	90	60	35	15	10	4-10
180	100	65	40	15	10	4-10
200	110	65	40	15	12	4-12
250	140	70	40	15	12	6-12
315	150	80	45	15	12	8-12
355	160	90	50	25	12	8-12
400	170	95	55	25	12	10-12
500	220	105	60	25	12	12-12
560	250	105	60	25	14	12-14
600	270	110	65	25	14	12-14

### **5. Codos**

Los codos son piezas especiales destinadas a conseguir las alineaciones de la tubería deseadas. Dependiendo de la curva que describa la tubería se colocarán codos de 45 o 90°. Hemos colocado codos de fundición rosca hembra 3/4“, en los últimos aspersores de cada lateral de riego.

## **6. Reducciones**

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre las tuberías de distinto diámetro.

La relación entre la longitud de la pieza y la diferencia entre los diámetros de las tuberías tiene que ser lo mayor posible para reducir las pérdidas de carga singulares en estos elementos.

## **7. Desagües**

### **7.1. Desagües de la red de riego**

Para el vaciado de la red o de tramos aislados se han colocado desagües a lo largo de la red de distribución. En su colocación se ha tenido en cuenta que estuvieran situados en los puntos terminales de los perfiles de las tuberías descendentes y en los “mínimos” de dicho perfil. También se tiene en cuenta que exista una zona para su desagüe por gravedad. Con la colocación de desagües se permite el vaciado y limpiado de la tubería mediante el escape violento de agua a través de estas válvulas.

Las dimensiones dependen del diámetro de la tubería y están compuestos por una válvula de esfera y una arqueta tal como se indica en plano.

### **7.2. Desagües fin de tramo**

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

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

## **8. Fertirrigación**

La gran mayoría de los fertilizantes se pueden aplicar en forma sólida mediante abonadoras, salvo los cultivos que por su naturaleza o por su porte no permiten la entrada al cultivo con maquinaria en el momento de aplicar la dosis necesaria. Con lo cual tenemos la posibilidad de aplicarlo mediante el riego en el momento que se deseé.

Una de las principales ventajas que presentan los riegos por aspersión, es la posibilidad de aportar los nutrientes que precisan las plantas, disueltos en agua de riego. A estas técnicas se las conoce con el nombre de fertirrigación. Pero no solo consiste en el aporte de abonos junto con el agua de riego, sino también en el fraccionamiento y aplicación de los mismos en los momentos más idóneos para el desarrollo de las plantas.

La aplicación de fertilizantes con el agua de riego puede abaratar en gran medida los costes de la explotación, reduciendo la mano de obra para su aplicación

Para ello es necesario disponer de aparatos que permitan la inyección de abonos en la red de tuberías posibilitando el control de las cantidades de abono aplicadas y de la automatización del proceso.

En nuestro caso en vez de instalar unos depósitos de fertilizantes, llevaremos el fertilizante mediante cubas que nos las proporcionaran las casas de fertilizantes. Así abaratamos relativamente el coste de la instalación de la red de riego.

### **8.1. Equipo de inyección**

Ante las distintas posibilidades existentes en el mercado (inyectores Venturi, bombas dosificadoras eléctricas, bombas dosificadoras hidráulicas), se opta por la bomba hidráulica. En nuestro caso, como el depósito de fertilizante es móvil (cubeta remolque) se utilizará una bomba que sea de fácil montaje.

Las **ventajas** de este equipo inyector de fertilizantes y productos químicos son:

- Va accionado por un motor hidráulico que funciona con la propia presión hidráulica del sistema de riego.

- El inyector es resistente a los productos químicos usuales en agricultura.
- La cantidad a inyectar es fácilmente regulable.
- El inyector realiza su función de inyección en cualquier diámetro de la tubería
- Su puesta en marcha y detención puede realizarse de forma manual o automática.

### **8.2. Características técnicas**

- Caudal de inyección: según la presión en la tubería de alimentación del motor hidráulico.
- Presión de inyección: Doble de la presión del agua que hace funcionar el motor hidráulico.
- Presión máxima de trabajo: 8 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Presión mínima de trabajo: 1kg/cm<sup>2</sup>.
- Consumo de agua: 3 veces el producto inyectado.
- Peso bruto: 5 Kg.

### **8.3. Elementos y accesorios**

-Dado que el caudal es proporcional a la presión de agua en la tubería de alimentación del motor eléctrico, este caudal se ajustará regulando dicha presión mediante una válvula manual de ¾”, instalada en la tubería de alimentación mencionada.

-Válvula de purga de aire. Asegura que el aire que se acumula en la cámara de la bomba entre los ciclos de fertilización no evitara la operación normal de bombeo.

-Contador de productos químicos.

-Electroválvula instalada en la tubería de alimentación del motor hidráulico del inyector.

#### **8.4. Automatización**

Como el sistema de riego está automatizado la solución más idónea para controlar la cantidad del producto a inyectar es la de instalar un contador de productos químicos.

Este transmitirá la información al programa de riego, el cual tendrá fijada en una base de datos la cantidad de producto químico a inyectar. Una vez determinada dicha cantidad, el programador actuará sobre la electroválvula instalada en la tubería de alimentación del motor hidráulico del inyector, cerrándola, con lo que finalizará la inyección.

### **9. Contadores**

Como indicamos en el apartado de fertirrigación, para la automatización de esta, es necesario un contador de productos químicos a la salida del inyector.

Las **características hidráulicas** para el contador proporcional de 3" o de diámetro de  $\frac{3}{4}$ " de transmisión magnética son:

- Caudal nominal: 2.500 l/h.
- Caudal máximo: 5.000 l/h.
- Caudal mínimo: 200 l/h.
- Error caudal mínimo < caudal < caudal de transición (%):  $\pm 5$ .
- Caudal de transición < caudal < caudal de máximo (%):  $\pm 2$ .
- Presión nominal: 10 atm.
- Temperatura máxima: 40 °C.

Las **características técnicas** son:

- Cuerpo de PVC.
- Turbina y partes internas de polipropileno.

- Emisor de pulsos: Además de acumular datos de volumen de líquido, es necesario el envío de una señal eléctrica al programador para procesar la información concerniente a los caudales. El contador elegido puede dotarse de emisores de pulsos que proporciona un pulso cada 1 litro, 10 litros o 100 litros. Las características del emisor son: Carga máxima 2 VA, intensidad máxima 50 mA y voltaje máximo 28 V.

## 10. Programadores de riego

El programador de riego elegido permite realizar el control total de la red de riego, activando de forma automática cada uno de los sectores de riego, ya sea en base volumétrica o temporal. Asimismo, controla la fertilización y la apertura o cierre de la instalación.

El programa almacena los diferentes parámetros de riego, tanto actuales como acumulados.

Las **principales características** de este programador son:

- Control simultáneo de varias líneas principales definidas por el usuario.
- Operación simple y fácil, mediante teclado numérico y funcional y con pantalla de cristal líquido.
- La aplicación de agua y fertilizantes puede realizarse en base temporal o volumétrica.
- Menú de ayuda con información e instrucciones de funcionamiento en pantalla, accesible desde cualquier punto del programa.
- Acumulación de cantidades de agua y fertilizantes aplicadas en cada válvula.
- Programas de riego independientes para cada válvula.
- Capacidad de actuación de las válvulas de forma manual.
- Batería auxiliar de mantenimiento de programas e información en el caso de fallo de la tensión de alimentación.
- Condiciones de arranque, paro y espera independientes para cada sistema de riego.
- Autotest y programa de diagnóstico, tanto para el hardware como para el software.
- Capacidad de comunicación con un ordenador central vía cable o vía radio.

El modelo de programador elegido es el “AGRONIC 2000”, que posee 6, 12, 18 hasta 26 salidas configurables para sectores de riego, limpieza de hasta 9 filtros, 2 fertilizantes, 2 agitadores y una salida para más 5 de entradas condicionales. Permite la posibilidad de enlace al ordenador personal. Dado que para la instalación de riego que se proyecta, que posee 37 submódulos de riego además de válvulas de los hidrantes.

Este programador se alimenta a 240 V CA y opcionalmente a 12 V DC. Se colocará en una caseta de bombeo.

## 11. Grupo electrógeno

Tanto la bomba sumergida, la bomba inyectora como el programador de riego vienen alimentados por un grupo electrógeno, que necesitará la siguiente potencia:

- Grupo electrobomba: 95,4 Kw
- Bomba inyectora: 0,59Kw
- Programador de riego: 0,12 Kw

Total potencia necesaria: **96,11 Kw**

Potencia necesaria grupo electrógeno:  $N_n = N_u / \eta_g = 96,11 / 0,8 = \underline{\underline{120,14 \text{ Kw}}}$

Se instalará un grupo electrógeno de gasoil que tenga una potencia de **120Kw (150 Kva).**

## 12. Automatismo de la red de riego

Están formados por todo el conjunto de elementos que hacen que: las válvulas se abran y cierren de forma automática por medio de la orden del programador de riego, o la diferencia de presión entre dos presostatos.

Por lo que por cada válvula se necesitan los siguientes elementos:

- **Llave de tres vías**, conecta el diafragma de la válvula hidráulica con la atmósfera (comando manual) o con el solenoide de control de la misma, (comando automático).

- **Solenoide**, llave de respuesta si o no, en función del impulso que le llega del ordenador, es un electroimán que actúa sobre un eje longitudinal, a la vez que este envía el paso de agua o vaciado a la llave de tres vías, la cual actúa sobre la válvula.

- **Microtubos de comando**, tubos de polietileno de 8 mm que conectan las válvulas, llaves y solenoides entre sí para las distintas funciones antes descritas, (llenado y vaciado del diafragma de las válvulas hidráulicas) por ellos circula agua de la misma red de riego. Se instalan a la vez que las tuberías, en las mismas zanjas y se cubren a la vez que estas.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ANEJO-10: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA**

# ANEJO – 10

## ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

### Índice:

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Situación actual.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Datos considerados para el estudio económico.....</b>	<b>2</b>
<b>3.1 Rendimiento de los cultivos sembrados.....</b>	<b>2</b>
<b>3.2 Subvención de la PAC.....</b>	<b>3</b>
<b>3.3 Precio de las producciones de los cultivos.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Coste de producción de los cultivos.....</b>	<b>4-7</b>
<b>5. Ingresos anuales.....</b>	<b>7-8</b>
<b>6. Flujo destruido.....</b>	<b>8</b>
<b>7. Coste del agua de riego.....</b>	<b>8-9</b>
<b>8. Estudio de la rentabilidad de la inversión.....</b>	<b>9</b>

<b>8.1 Consideraciones previas.....</b>	<b>9-10</b>
<b>8.2 Estudio de viabilidad.....</b>	<b>10-11</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>12</b>

## 1. Introducción

En este anexo vamos analizar la viabilidad económica del proyecto. Analizaremos varias ratios económicos los cuales nos dirán si es rentable o no la inversión.

Vamos a calcular los siguientes ratios como son:

-VAN (Valor Actual Neto), nos indica la rentabilidad absoluta.

-TIR (Tasa Interna de Rentabilidad), nos indica la rentabilidad relativa.

El **VAN** nos dice si una inversión es rentable, cuando el valor es mayor de cero.

El **TIR** es el tipo de interés que hace que el VAN de la inversión sea igual a cero, nos representa las unidades monetarias que se ganan por cada unidad monetaria invertida y año.

Para calcular los ratios citados anteriormente, se considera una vida útil de la inversión de 25 años, sobre el cual se define la corriente de pagos y cobros analizando toda su superficie en conjunto.

La rotación de cultivos se repite cada 10 años, como bien se indica en el anexo 5 con lo cual será 2,5 ciclos.

Los precios de los productos pertenecen a datos de las campañas de los años anteriores; se tendrán en cuenta los ingresos provenientes de la PAC previstos por la AGENDA 2010, ya que los precios de los productos varían y este año puede ir más cara o más barata la producción que los años próximos.

## **2. Situación actual**

En la actualidad la finca objeto de modernización no se cultiva nada. Nos encontramos en una zona con climatología adecuada para los cultivos, ya citados en el anexo de rotación de cultivos, y en una parcela en condición de secano. Los rendimientos son los normales en secano e inferiores comparándolo si el riego fuera por aspersión, como deseamos que sea una vez hecho este proyecto.

Por los motivos expresados en el anexo 1 se plantea la necesidad de transformar la finca objeto de este proyecto, y así de esta forma, aumentar los rendimientos de la misma.

## **3. Datos considerados para el estudio económico**

### **3.1. Rendimientos de los cultivos sembrados**

Se consideran los siguientes datos a la hora de calcular el flujo destruido. Los rendimientos medios que se obtienen son:

<b>Cultivo</b>	<b>Grano (Tm/ha)</b>	<b>Paja (Tm/ha)</b>
<b>Trigo blando</b>	4,5	2,4
<b>Cebada</b>	4	2,1
<b>Maíz</b>	11	-
<b>Girasol</b>	2	-

<b>Cultivo</b>	<b>(Tm/ha)</b>
<b>Alfalfa</b>	12,5

### **3.2 Subvención de la PAC**

La parcela en la cual vamos a realizar la transformación a riego por aspersión está en el término municipal de Pallaruelo de Monegros, perteneciente a la comarca de los Monegros. La subvención que está recibiendo dicha parcela es el pago único que engloba una media de la subvención recibida en los años 2000, 2001 y 2002, más el desacoplamiento que estos años te pagaban. En conclusión la subvención es siempre el mismo indistintamente del cultivo que se siembre.

Con lo cual el pago único depende de lo que la parcela estuviera sembrada esos tres años 2000, 2001, 2002.

Pago único: **160 €/ha**

### **3.3 Precio de las producciones de los cultivos**

El precio de la producción, no es un precio fijo todos los años, ni a lo largo del mismo año, se producen muchas fluctuaciones, tanto subidas como bajadas. Por este mismo motivo se va a hacer una media de los precios tomados como referencia años anteriores.

Los valores son los siguientes:

<b><u>Cultivo</u></b>	<b><u>Precio ( €/Tm )</u></b>
<b>Trigo blando</b>	156
<b>Cebada</b>	139
<b>Maíz</b>	180
<b>Girasol</b>	225,65
<b>Guisante</b>	570,96
<b>Alfalfa(clase 1º)</b>	100
<b>Veza forrajera</b>	80

#### 4. Coste de producción de los cultivos

##### Coste de producción del Trigo blando

<b>Labores</b>	<b>€/ha</b>
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón	28
Semilla (210 Kg/ha a 0,27 €/ha )	56,7
Sembrar	18
Aplicación de herbicidas, insecticidas y producto.	27
Abono (300kg/ha a 0,56€/kg)	168
Urea 46% (150kg/ha a 0,20€/kg)	30
Aplicación de fertilizantes	9
Agua de riego	45
Recolección	120
Transporte	5
Impuestos, I.B.I., seguros, etc	18,8
<b>TOTAL</b>	<b>615,5</b>
<b>TOTAL ha (19ha)</b>	<b>11694,5</b>

##### Coste de producción de la cebada

<b>Labores</b>	<b>€/ha</b>
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón	28
Semilla (200 Kg/ha a 0,24 €/ha )	48
Sembrar	18
Aplicación de herbicidas, insecticidas y producto.	27
Abono (300kg/ha a 0,56€/kg)	168
Urea 46% (150kg/ha a 0,20€/kg)	30
Aplicación de fertilizantes	9
Agua de riego	30
Recolección	120
Transporte	5
Impuestos, I.B.I., seguros, etc	18,8
<b>TOTAL</b>	<b>591,8</b>
<b>TOTAL ha (19ha)</b>	<b>11244,2</b>

## Coste de producción del Maíz

<b>Labores</b>	<b>€/ha</b>
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón o rotovator	28
Desinfección de suelo	5
Semilla (80000plantas/ha a 3€ 1000 plantas )	240
Sembrar	36
Aplicación de herbicidas, insecticidas y producto.	30
Abono (900kg/ha a 0,56€/kg)	504
Inyección de nitrato en red de riego (700kg/ha a 0,22€/kg)	154
Aplicación de abono	9
Agua de riego	135
Recolección	120
Transporte	10
Impuestos, I.B.I., seguros, etc	20
<b>TOTAL</b>	<b>1381</b>
<b>TOTAL ha (19ha)</b>	<b>26239</b>

## Coste de producción del Girasol

<b>Labores</b>	<b>€/ha</b>
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón o rotovator	28
Desinfección de suelo	9
Semilla (70000plantas/ha a 100€ 150000 plantas )	46,6
Sembrar	36
Aplicación de herbicidas, y producto.	30
Abono (250kg/ha a 0,56€/kg)	140
Aplicación de abono	9
Agua de riego	30
Recolección	120

Transporte	5
Impuestos, I.B.I., seguros, etc	20
<b>TOTAL</b>	<b>563,6</b>
<b>TOTAL ha (19ha)</b>	<b>10708,4</b>

#### Coste de producción de la alfalfa

Labores	€/ha
Subsolador	60
2Cultivados-molón o rotovator	48
Desinfección de suelo	9
Semilla (30kg/ha a 4€/kg )	120
Sembrar	18
Aplicación de insecticidas, y producto (5años)	300
Abono (500kg/ha a 0,56€/kg)	280
Abono de mantenimiento (400kg/ha * 4 años)	336
Aplicación de abono	36
Agua de riego	150
Trabajos de segar, rastrillar, recoger..(5(cortes/año)*5años)	3753,78
Impuestos, I.B.I., seguros, etc	20
<b>TOTAL</b>	<b>5130,78</b>
<b>TOTAL ha (19ha)</b>	<b>97484,82</b>

#### Coste de producción del Guisante

Labores	€/ha
Subsolador	60
Fresadora	28
Cultivados-molón	28
Semilla (30kg/ha a 6€/kg )	180
Sembrar con sembradora a golpes	30
Aplicación de insecticidas, y producto.	40
Abono (400kg/ha a 0,56€/kg)	224
Aplicación de abono	9
Agua de riego	60
Recolección	120
Transporte	10

Impuestos, I.B.I., seguros, etc	20
<b>TOTAL</b>	<b>809</b>
<b>TOTAL ha (19ha)</b>	<b>15371</b>

### Coste de producción del Veza- forrajera

Labores	€/ha
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón o rotovator	28
Semilla (50kg/ha a 0,3€/kg )	15
Sembrar	15
Aplicación de insecticidas, y producto.	30
Abono (200kg/ha a 0,56€/kg)	112
Aplicación de abono	9
Agua de riego	49,32
Recolección	80
Transporte	10
Impuestos, I.B.I., seguros, etc	20
<b>TOTAL</b>	<b>458,32</b>
<b>TOTAL ha (19ha)</b>	<b>8708,08</b>

### 5. Ingresos anuales

Los ingresos anuales se deben a la venta de la producción del cultivo y a las subvenciones de la PAC. El precio de los productos puede variar de un año a otro y también dentro del mismo año, por eso se ha tomado una media de los precios del año 2010.

Para los cultivos que se han tenido en cuenta en la rotación, los ingresos que se obtienen son los siguientes:

<u>Cultivo</u>	<u>Producción (Tm/ha)</u>	<u>Precio (€/Tm)</u>	<u>Ingresos (€/ha)</u>	<u>Ayuda PAC (€/ha)</u>	<u>TOTAL (€/ha)</u>
<b>Trigo Blando</b>	Grano: 5 Paja: 2,4	156 30,05	780 72,12	160	1012,12
<b>Cebada</b>	Grano: 4,5 Paja: 2,1	139 30,05	625,5 63,11	160	848,61
<b>Maíz</b>	12	180	2160	160	2320
<b>Girasol</b>	3,5	225,65	789,77	160	949,7
<b>Alfalfa</b>	15	100	1500	160	1660
<b>Guisante</b>	2,5	570,96	1427,4	160	1587,4
<b>Veza forrajera</b>	3,5	80	280	160	440

## 6. Flujo destruido

Es el valor de los rendimientos que se obtienen en la situación actual. Este flujo destruido se calcula a partir de los costes de producción y de los ingresos que se obtienen. En este caso no hay flujo destruido, pues la parcela se encuentra en desuso y lo que se pretende es comenzar a trabajar la tierra lo antes posible y de la manera óptima.

## 7. Coste del agua de riego

Estos son los costes originados por el canon de la comunidad de regantes, el agua consumida y el gasto de elevar el agua.

Canon, derramas y cuotas de la comunidad de regantes es de 34 €/ha, como nuestra explotación tiene 19 ha, el coste anual del canon, derramas y cuotas es de 646 €.

El precio del agua consumida es de 5 € por cada 1000m<sup>3</sup> de agua elevada. Para realizar el cálculo de este coste y debido a que en todos los años no se producen las mismas necesidades de los cultivos, se realiza para cada año el cálculo correspondiente, según las siguientes necesidades.

Cultivo	Consumo anual (mm)	Consumo anual (m <sup>3</sup> /ha)
Trigo	322,8	3228
Cebada	242,2	2422
Maíz	900	9000
Girasol	363,2	3632
Alfalfa	1070	10700
Guisante	269,1	2691
Veza forrajera	328,91	3289,1

No es necesario el cálculo de coste energético debido a la ausencia de bombas o grupos electrógenos.

## 8. Estudio de rentabilidad de la inversión

### 8.1 Consideraciones previas

El presupuesto total de la inversión asciende a 96.440,57 €. Requeriremos un préstamo de 50.000 € de cuota constante a 10 años y con un interés del 5%.

Los beneficios anuales serán los calculados anteriormente y serán fijos. No se tendrá en cuenta el factor que juega la inflación.

No se considerará el valor residual de los elementos de la explotación.

Se estima una vida útil de la instalación de 25 años.

Para la modernización del regadío de la finca, se recibe una ayuda del 17% del presupuesto total de la inversión. Que es de 16.377,89€ y será recibida el año 1.

A continuación se resume los gastos e ingresos a lo largo de los diez años que dura la rotación de los cultivos que vamos a cultivar en la parcela.

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/ha)	Coste(€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
1	Maíz	19	9000	45	1381	30219,33	2320	50112,12
	Guisante		538,2	2,691	161,8		317,48	
2	Guisante	19	2152,8	10,764	647,2	26423,33	1269,92	46203,68
	Girasol		3632	18,16	563,6		949,7	
	Cebada		605,5	3,0275	147,95		212,1525	
3	Cebada	19	1816,5	9,0825	443,85	13115,99	636,46	16272,74
	Veza		1644,55	8,22275	229,16		220	
4	Veza	19	1644,55	8,22275	229,16	33318,76	220	51007,21
	Maíz		9000	45	1381		2320	
	Trigo		461,14	2,306	87,93		144,59	
5	Trigo	19	2766,85	13,83	527,57	17124,32	876,53	27167,34
	Alfalfa		3566,66	17,83	342,05		553,33	
6	Alfalfa	19	10700	53,5	1026,156	20513,46	1660	31540,00
7	Alfalfa	19	10700	53,5	1026,156	20513,46	1660	31540,00
8	Alfalfa	19	10700	53,5	1026,156	20513,46	1660	31540,00
9	Alfalfa	19	10700	53,5	1026,156	20513,46	1660	31540,00
10	Alfalfa	19	8025	40,125	769,62	15385,16	1245	23655,00

## 8.2 Estudio de rentabilidad

Por medio de una hoja de cálculo se calcula los flujos de caja que se originan cada año, teniendo en cuenta tanto cobros, como los pagos que se originan de la explotación.

**FLUJO DESTRUIDO:** Valor numérico que corresponde a la diferencia entre los ingresos obtenidos en la parcela antes de la ejecución del proyecto y los gastos de la misma.

**PAGOS ORDINARIOS:** Valor numérico que corresponde a los costos que conllevan los cultivos implantados en la transformación.

**COBROS ORDINARIOS:** Valor numérico que corresponde a los ingresos que conllevan los cultivos implantados en la transformación.

**PAGOS FINANCIEROS:** Valor correspondiente a la suma del capital anual a devolver más los intereses correspondientes al capital por devolver.

AÑO	COBRO ORD	COBRO EXTR	COBRO FINAN	SUBVENC	PAGO ORD	PAGO EXTR	PAGO FINAN	FLUJO DESTR	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0			50.000						96.341	-46.341
1	50.112	3.040		16.378	30.219	646	6.364			32.301
2	46.204	3.040			26.423	646	6.364			15.810
3	16.273	3.040			13.116	646	6.364			-813
4	51.007	3.040			33.319	646	6.364			13.719
5	27.167	3.040			17.124	646	6.364			6.073
6	31.540	3.040			20.513	646	6.364			7.057
7	31.540	3.040			20.513	646	6.364			7.057
8	31.540	3.040			20.513	646	6.364			7.057
9	31.540	3.040			20.513	646	6.364			7.057
10	23.655	3.040			15.385	646	6.364			4.300
11	50.112	3.040			30.219	646				22.287
12	46.204	3.040			26.423	646				22.174
13	16.273	3.040			13.116	646				5.551
14	51.007	3.040			33.319	646				20.082
15	27.167	3.040			17.124	646				12.437
16	31.540	3.040			20.513	646				13.421
17	31.540	3.040			20.513	646				13.421
18	31.540	3.040			20.513	646				13.421
19	31.540	3.040			20.513	646				13.421
20	23.655	3.040			15.385	646				10.664
21	50.112	3.040			30.219	646				22.287
22	46.204	3.040			26.423	646				22.174
23	16.273	3.040			13.116	646				5.551
24	51.007	3.040			33.319	646				20.082
25	27.167	3.040			17.124	646				12.437

## **9. Conclusiones**

El valor de la inversión es de 66.907,82€ más un 13% por gastos generales y más un 6% debido al beneficio empresarial, más el 21% de IVA, así el valor total de la inversión es de 96.340,57€. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable. El TIR es superior al tipo de interés utilizado, por lo tanto la inversión también es rentable.

Pediremos un préstamo de 50000€, con una devolución en 10 años al 5% de interés.

Y nos sale un **VAN = 134.994,25 €**, un **TIR = 32,08%** y un **Pay Back= 4 años**.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a

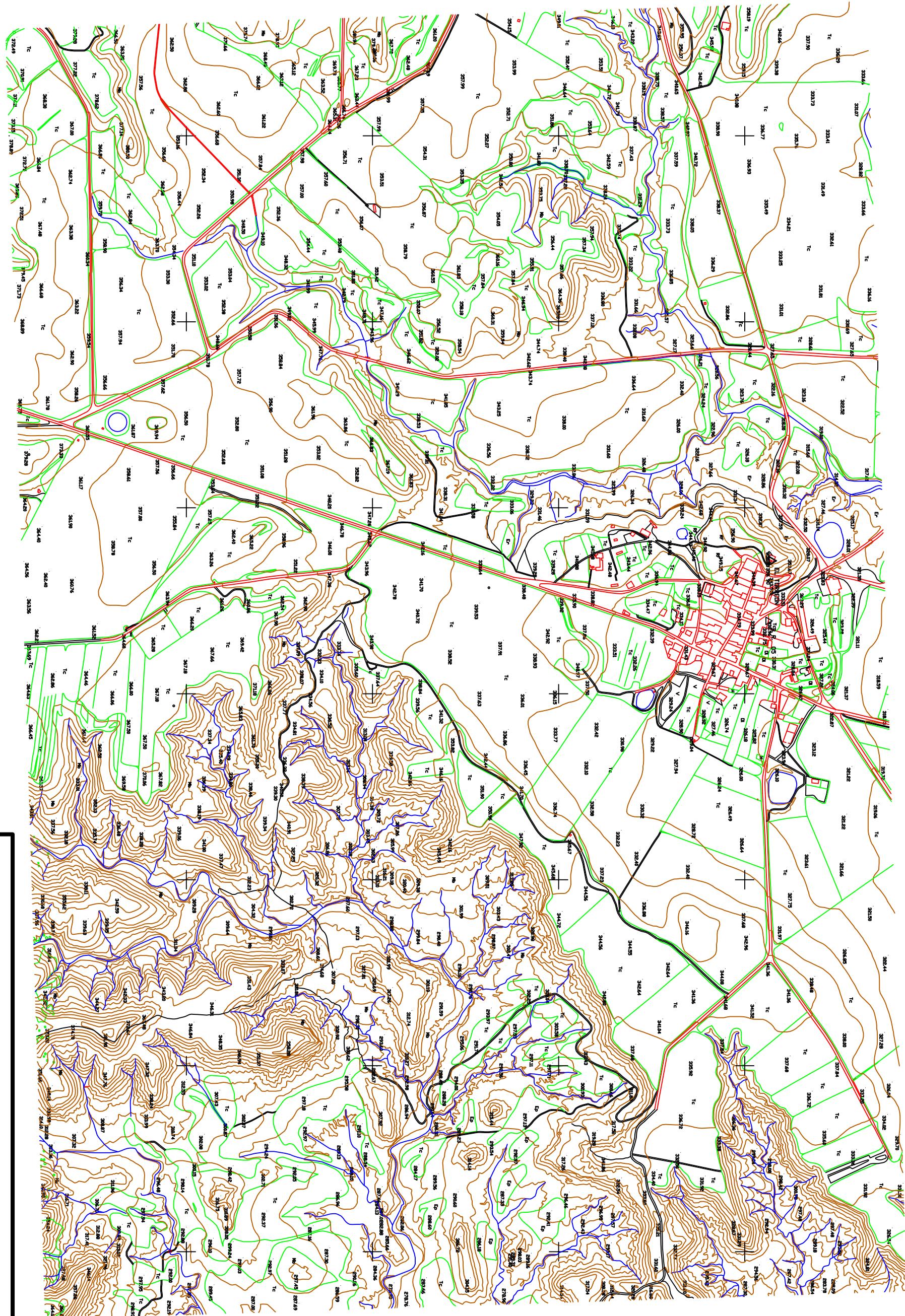


UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**DOCUMENTO 2 : PLANOS**



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA  
PROYECTO FIN DE CARRERA

PUESTA EN RIEGO POR ASPIRACIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA  
FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PALLARUELO DE MONEROS (HUESCA)

SITUACIÓN GEGRÁFICA

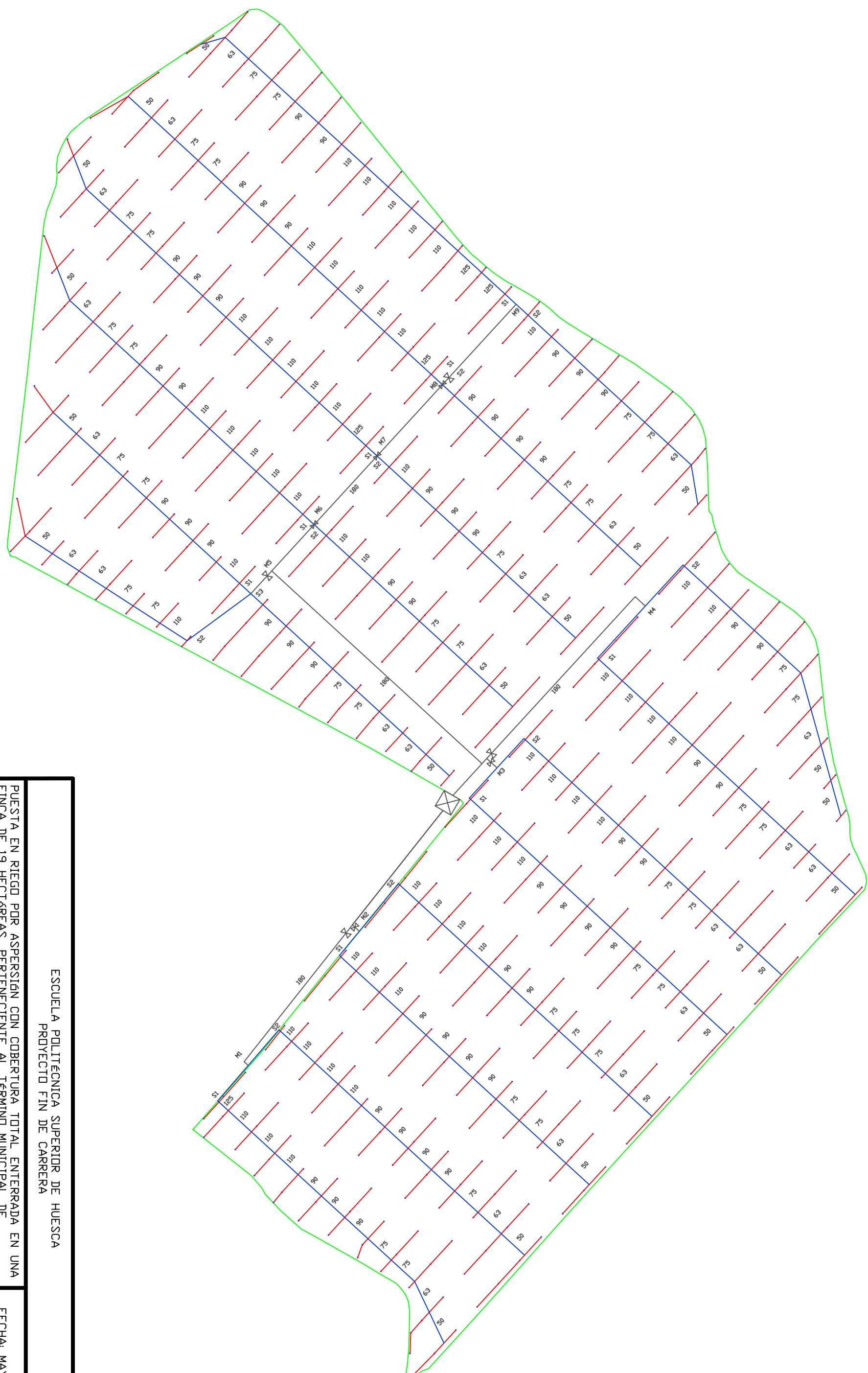
PLANO N°1

ESCALA: S/E

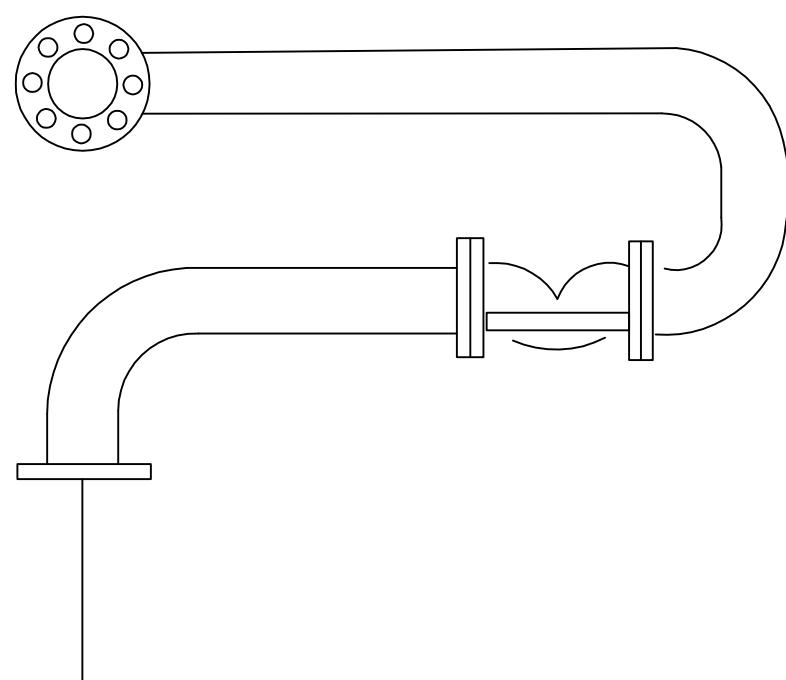
EL ALUMNO:

ENRIQUE  
VEINTIMILLA MARTÍN  
INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA  
ESPECIALIDAD EXPLORACIONES  
AGROPECUARIAS

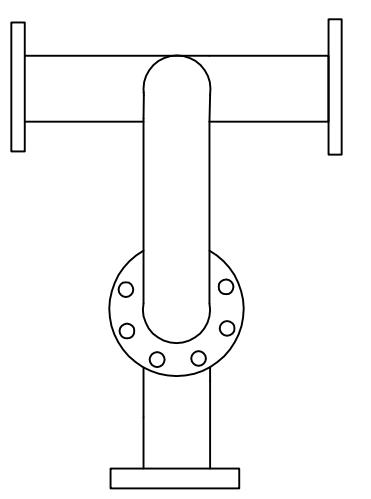
FECHA: MAYO 2013



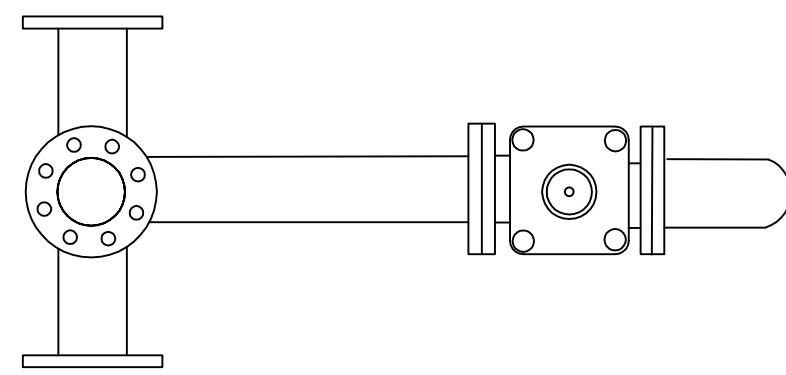
TOMA EN DERIVACIÓN SIMPLE, ALZADO



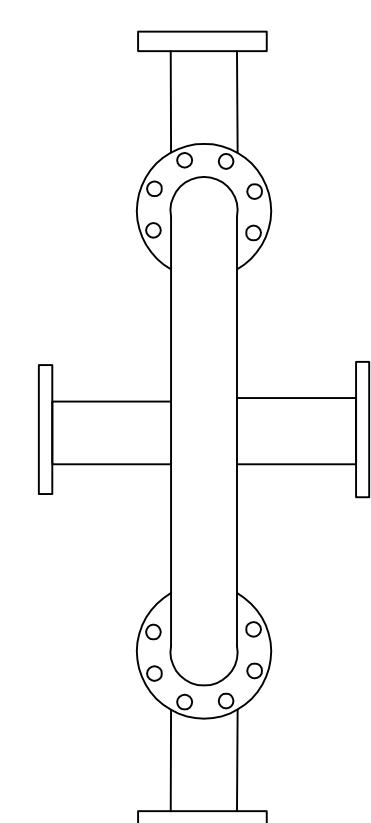
PLANTA



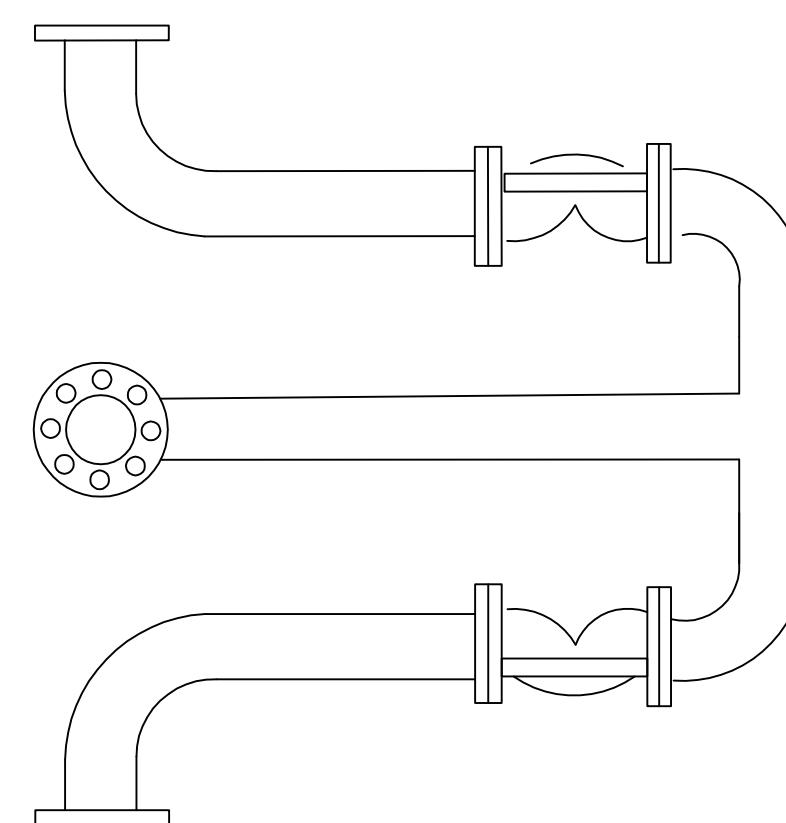
VISTA LATERAL DE LAS DERIVACIONES, ALZADO



PLANTA



TOMA EN DERIVACIÓN DOBLE, ALZADO



DERIVACIÓN

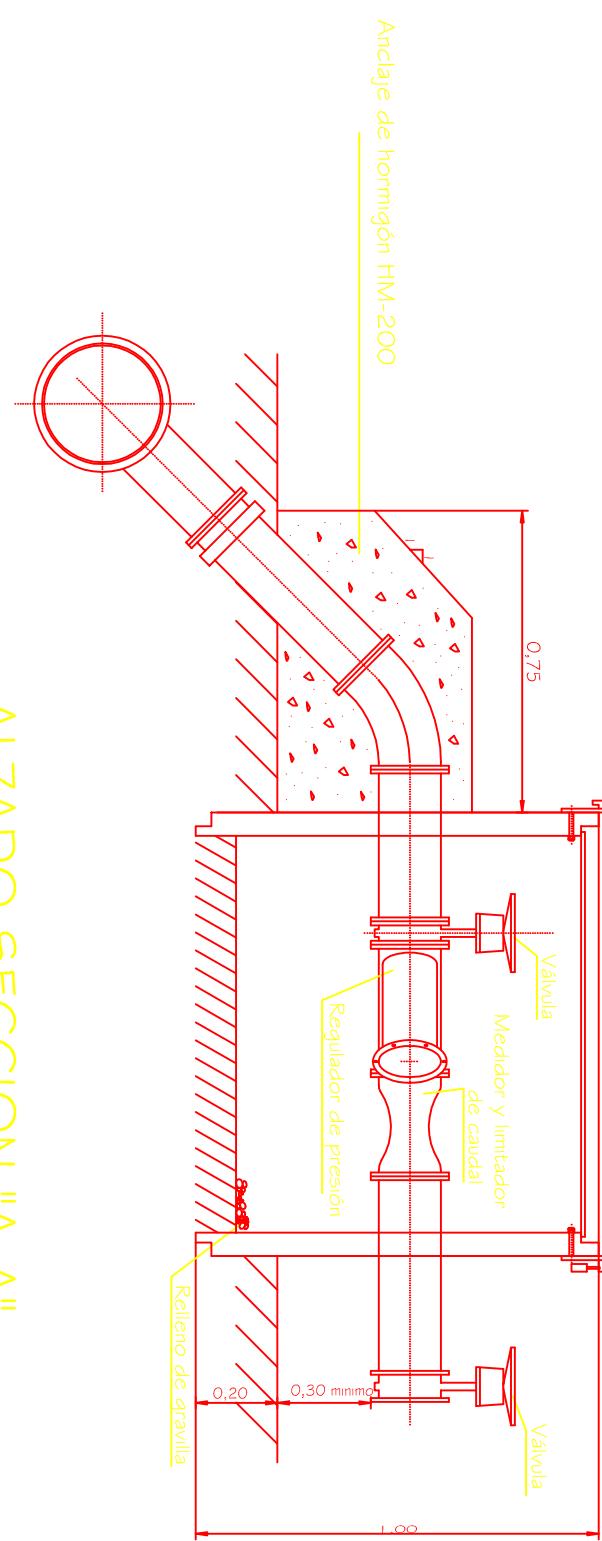
PLANO Nº:3	ESCALA: S/E
EL ALUMNO: ENRIQUE VENTIMILLA MARTÍN INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA ESPECIALIDAD EXPLORACIONES AGROPECUARIAS	

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA  
PROYECTO FIN DE CARRERA  
PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA  
FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PALLARUELO DE MONTEGRÍS (HUESCA)

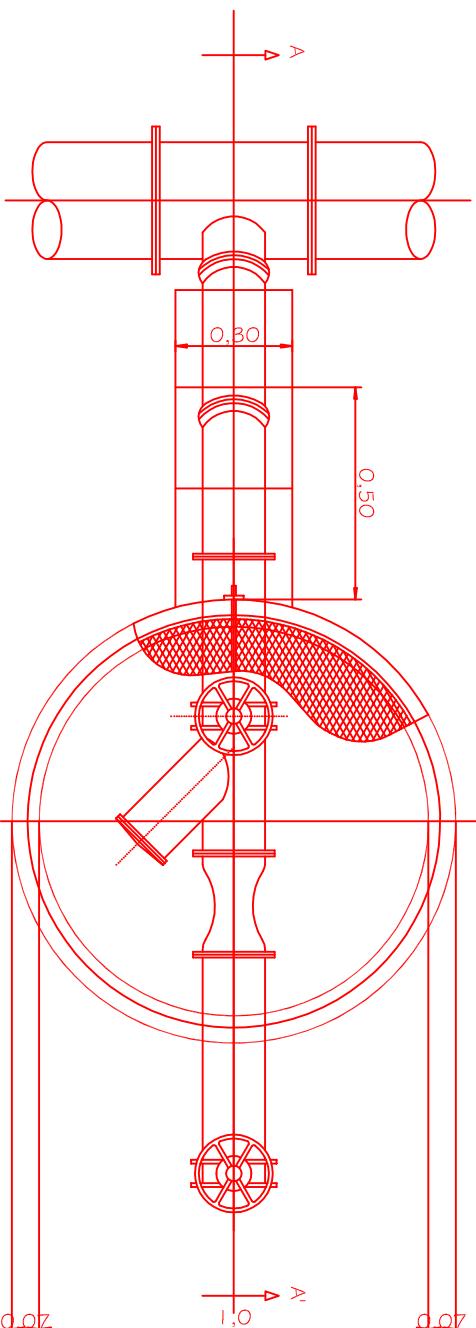
FECHA: MAYO 2013

VEINTIMILLA MARTÍN  
ENRIQUE  
INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA  
ESPECIALIDAD EXPLORACIONES  
AGROPECUARIAS

## TOMA DE RIEGO TIPO



ALZADO SECCION "A-A"



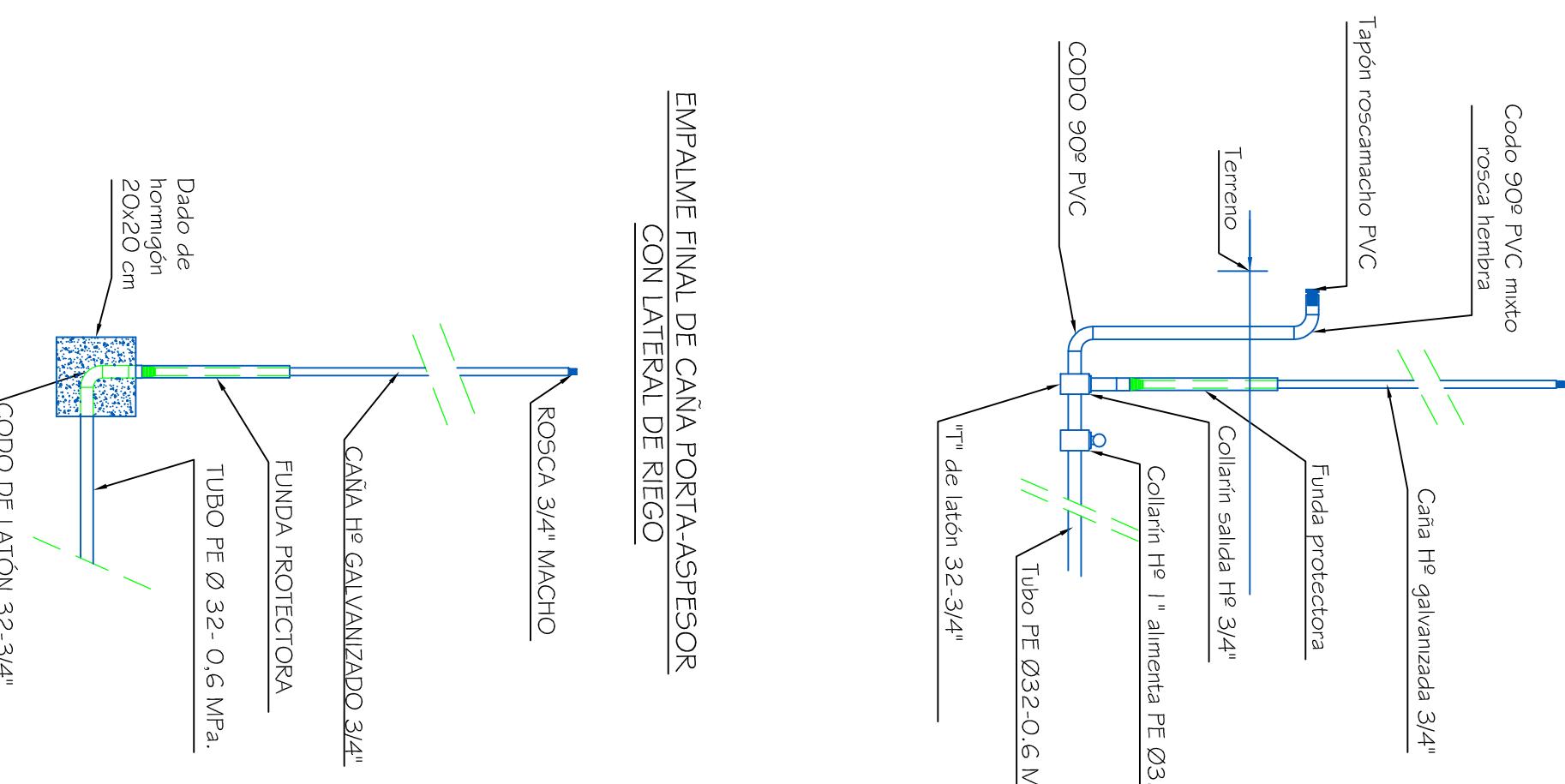
PLANTA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA  
PROYECTO FIN DE CARRERA

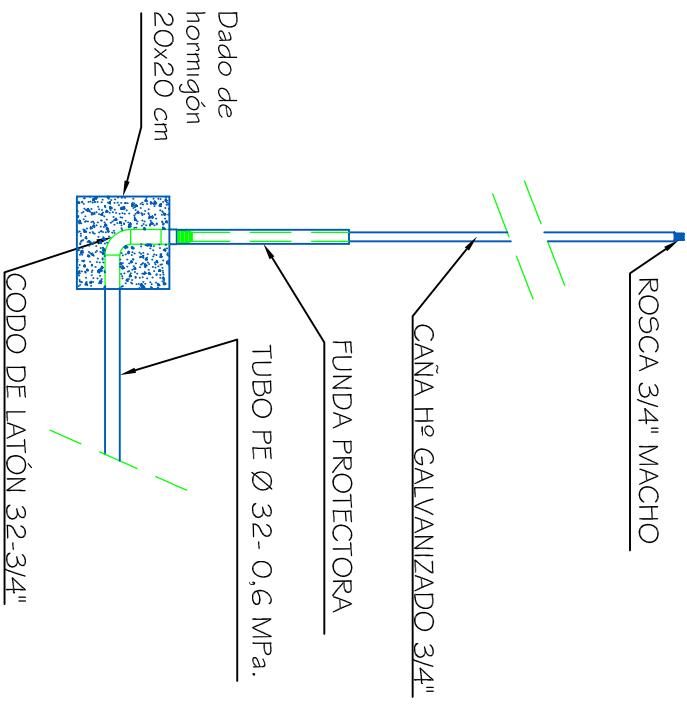
PUESTA EN RIEGO POR ASPIRACIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA  
FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PALLARUELO DE MONNEGROS (HUESCA)

PLANO N°;4	ESCALA: S/E
EL ALUMNO: ENRIQUE VEINTEMILLA MARTÍN INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA ESPECIALIDAD EXPLORACIONES AGROPECUARIAS	FECHA: MAYO 2013

DETALLE FIN DE TRAMO



EMPALME FINAL DE CAÑA PORTA-ASPESOR CON LATERAL DE RIEGO



PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE PALLARUELO DE MONNEGRIOS (HUESCA)

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA  
PROYECTO FIN DE CARRERA

PLANO Nº:5

ESCALA: S/E

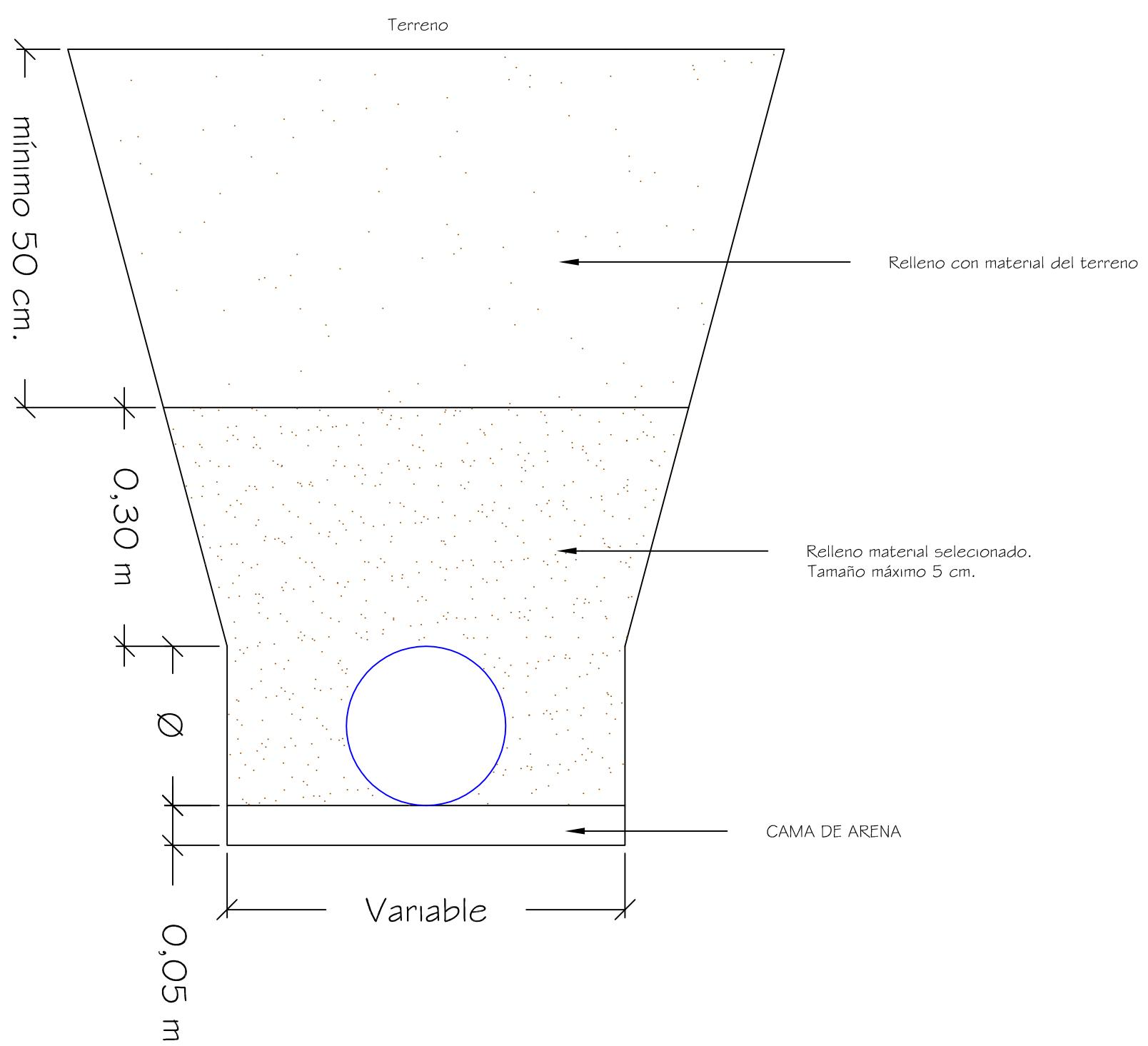
EL ALUMNO:  
VEINTIEMILLA MARTÍN  
ENRIQUE  
INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA  
ESPECIALIDAD EXPLORACIONES  
AGROPECUARIAS

DETALLE ASPERSORES

MAYO 2013

EMPALME TUBERÍA TERCIARIA CON LATERAL DE RIEGO

## DETALLE ZANJA COLOCACION TUBERIAS.



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA  
PROYECTO FIN DE CARRERA  
PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA  
FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE  
PALLARUELO DE MONNEGROS (HUESCA)

FECHA: MAYO 2013

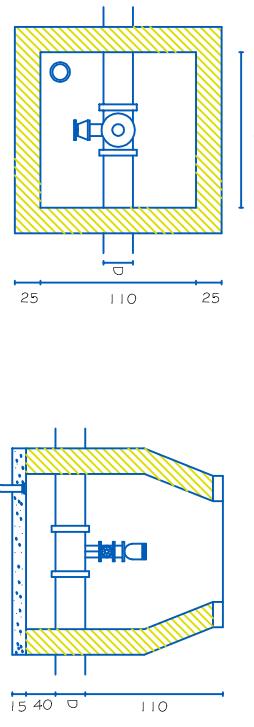
DETALLE ZANJA

PLANO N°6

ESCALA: S/E

EL ALUMNO:  
ENRIQUE  
VEINTEMILLA MARTÍN  
INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA  
ESPECIALIDAD EXPLORACIONES  
AGROPECUARIAS

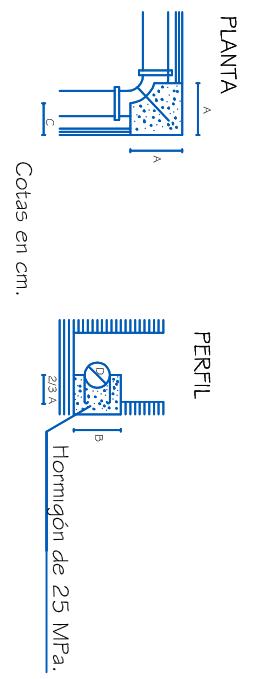
ANCLAJE VENTOSA.



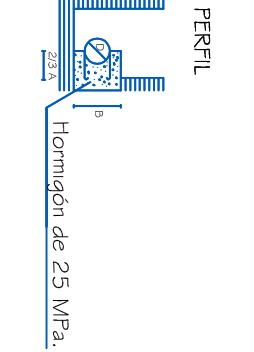
PLANTA

Cotas en cm.

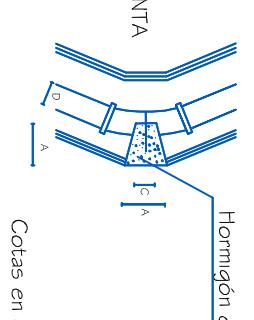
ANCLAJE CODO 90.



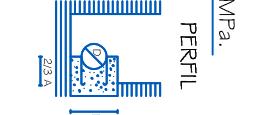
PLANTA



PLANTA



PLANTA

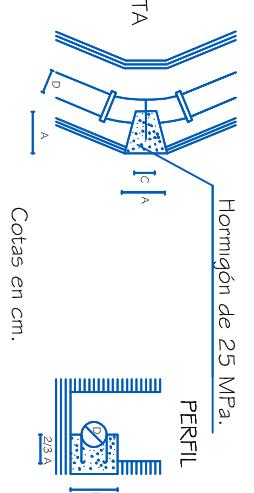


PERFIL

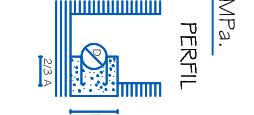


PERFIL

ANCLAJE CODO 45.



PLANTA

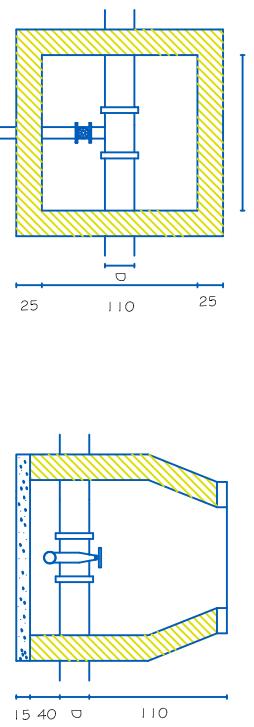


PERFIL

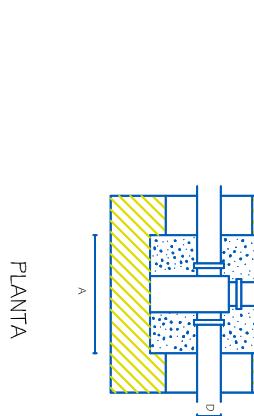
PLANTA

Cotas en cm.

ANCLAJE LLAVE DE DESAGÜE.



PERFIL

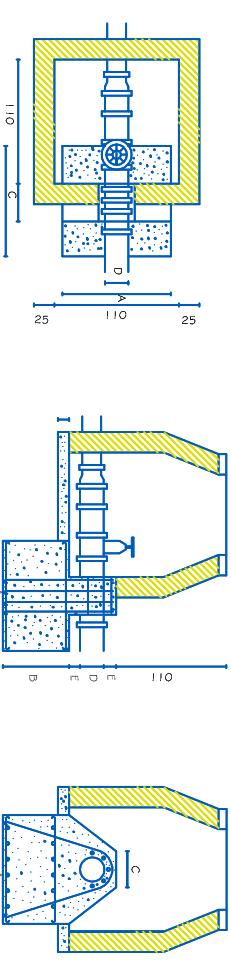


PLANTA

SECCION

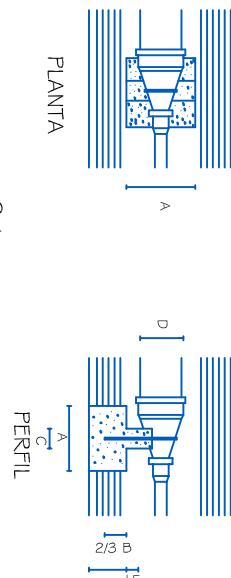
Cotas en cm.

ANCLAJE REDUCCION.



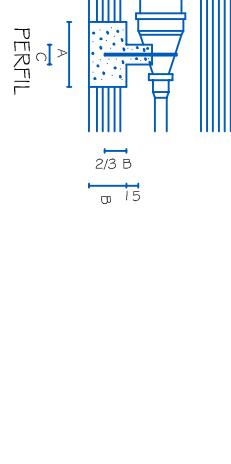
PLANTA

Cotas en cm.



PLANTA

Cotas en cm.



PERFIL

Cotas en cm.

ANCLAJE REDUCCION.

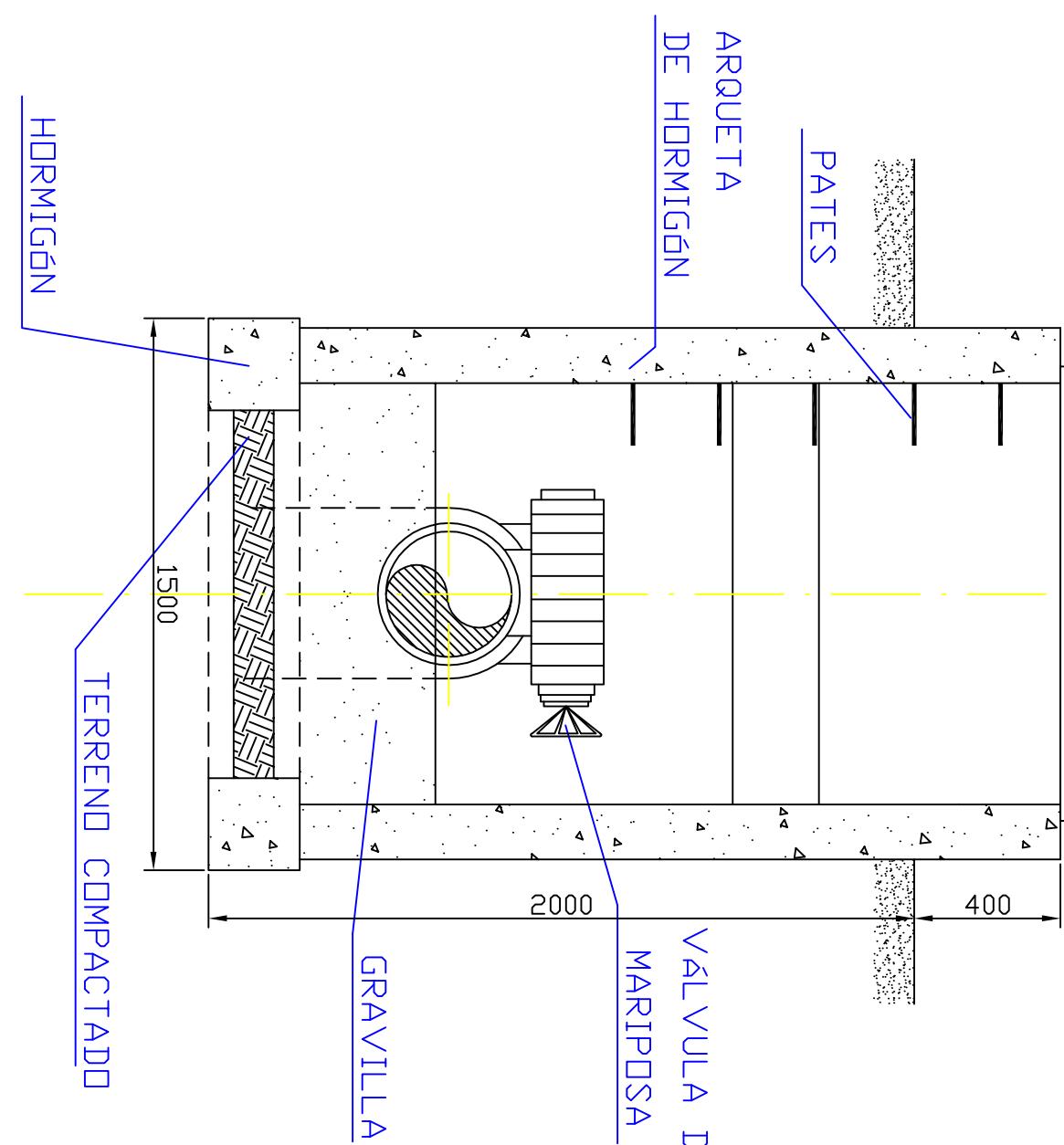
PIEZA	DIMENSIONES EN cm.			
	A	B	C	
PIEZA TUBERIA (MM)				
CODO 45º	63 A 225	30	40	15
	250 A 400	50	60	25
CODO 90º	63 A 225	50	40	20
	250 A 400	65	60	20
REDUCCIÓN	63 A 225	40	30	15
	250 A 400	50	40	25

PUESTA EN RIEGO POR ASPERCIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE PALLARUELO DE MONTEGRÍS (HUESCA).

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA  
PROYECTO FIN DE CARRERA

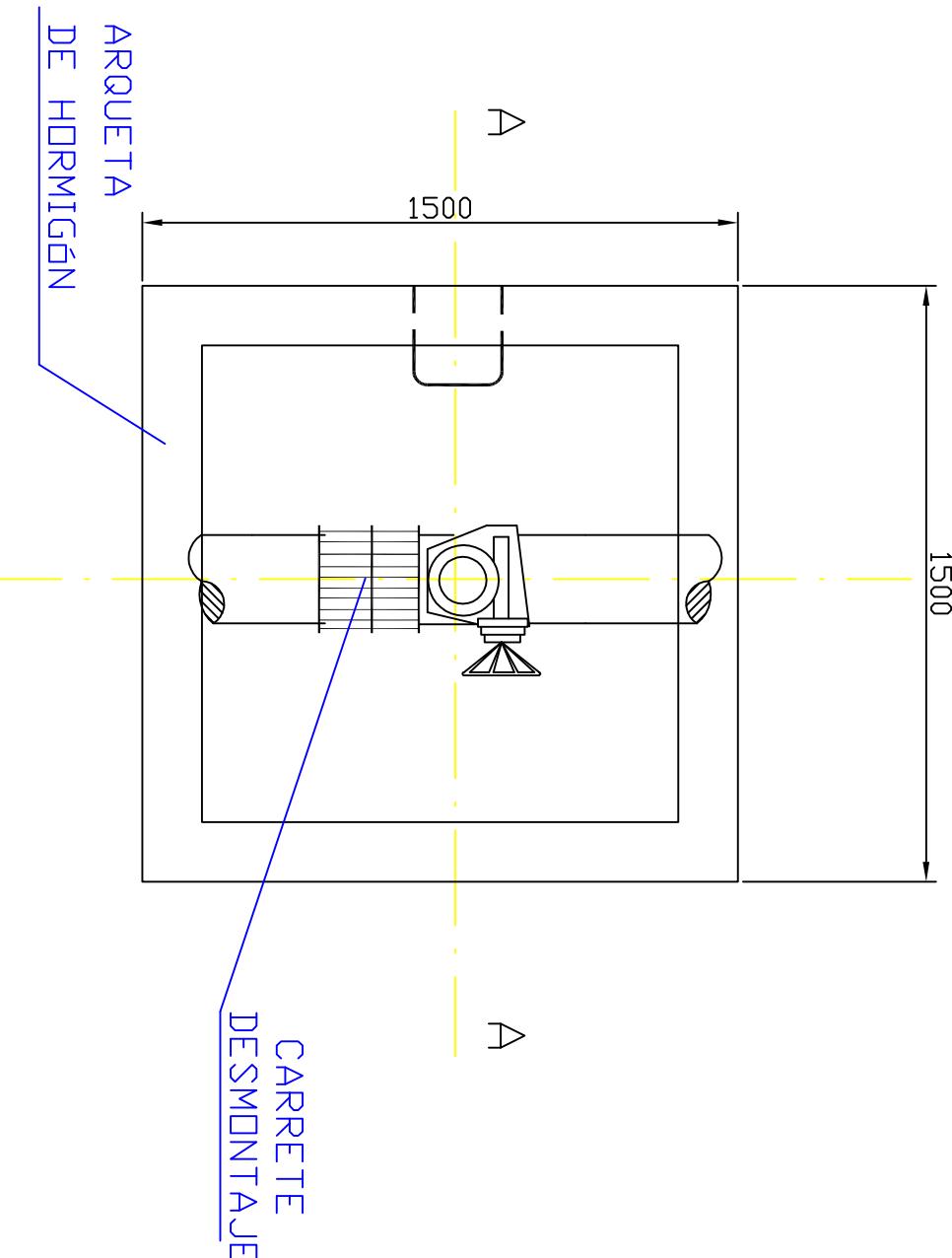
DETALLE ANCLAJES	PLANO Nº: 7	ESCALA: S/E
EL ALUMNO: ENRIQUE VINTEMILLA MARTÍN INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA ESPECIALIDAD EXPLORACIONES AGROPECUARIAS	FECHA: MAYO 2013	

ALZADO - SECCIÓN A-A



1/20

PLANTA - SECCIÓN



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA  
PROYECTO FIN DE CARRERA

PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE PALLARUELO DE MONNEGROS (HUESCA)

VÁLVULA DE MARIPOSA

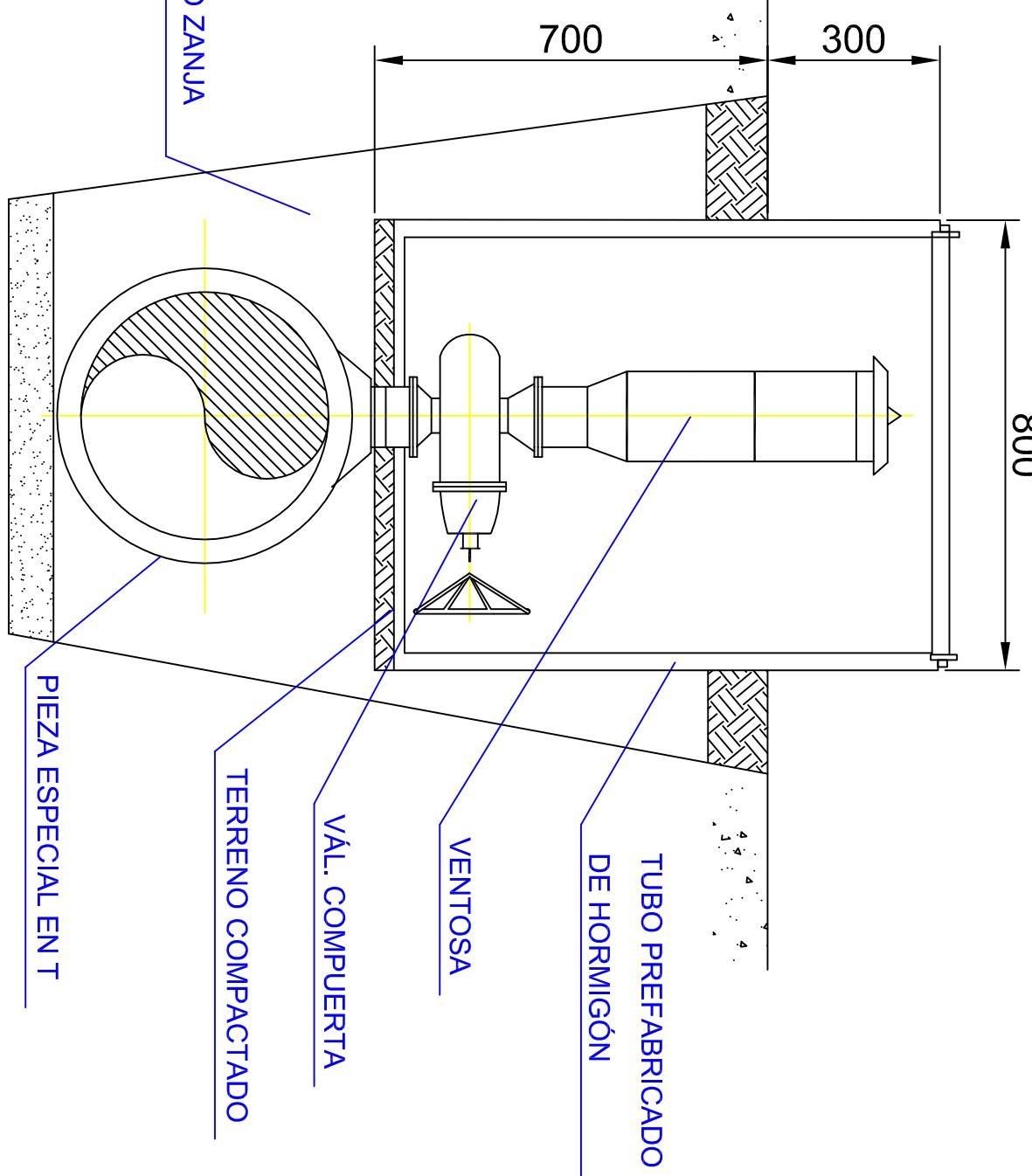
PLAN N°8

FECHA: MAYO 2013  
EL ALUMNO:

ENRIQUE  
VEINTEMILLA MARTÍN  
INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA  
ESPECIALIDAD EXPLORACIONES  
AGROPECUARIAS

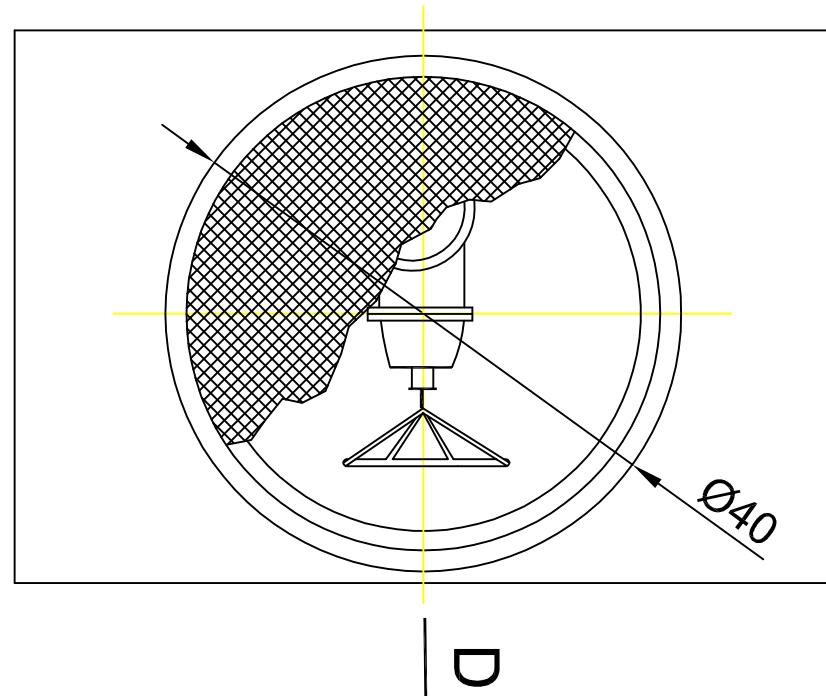
## SECCIÓN D-D

### SECCIÓN TIPO ZANJA



1/10

### PLANTA



D

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA PROYECTO FIN DE CARRERA	PUESTA EN RIEGO POR ASPERSIÓN CON COBERTURA TOTAL ENTERRADA EN UNA FINCA DE 19 HECTÁREAS, PERTENECIENTE AL TÉRMINO MUNICIPAL DE PALLARUELO DE MONEGROS (HUESCA)	FECHA: MAYO 2013
VÁLVULA VENTOSA	EL ALUMNO: ENRIQUE VENTEMILLA MARTÍN	PLANO N°9 ESCALA: S/E
INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS	INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA ESPECIALIDAD EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS	



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**DOCUMENTO 3 : PLIEGO DE CONDICIONES**

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

## **Índice:**

<b>Capítulo-1: Condiciones generales.....</b>	<b>1-3</b>
<b>Artículo- 1: Obras objeto al siguiente proyecto.....</b>	<b>1</b>
<b>Artículo- 2: Obras accesorios no específicos en el pliego.....</b>	<b>1</b>
<b>Artículo- 3: Documentos que definen las obras.....</b>	<b>2</b>
<b>Artículo- 4: Compatibilidad y relación entre los documentos....</b>	<b>2</b>
<b>Artículo- 5: Director de la obra.....</b>	<b>2</b>
<b>Artículo- 6: Disposiciones a tener en cuenta.....</b>	<b>3</b>
<b>Capítulo-2: Condiciones de índole técnica.....</b>	<b>3-7</b>
<b>Artículo- 7: Replanteo.....</b>	<b>3</b>
<b>Artículo- 8: Movimiento de tierras.....</b>	<b>3-4</b>
<b>Artículo- 9: Obras o instalaciones no específicas.....</b>	<b>4</b>
<b>Artículo- 10: Materiales en general.....</b>	<b>4-5</b>
<b>Artículo 11: Análisis y ensayos para la aceptación de materiales.....</b>	<b>5</b>
<b>Artículo 12: Trabajos en general.....</b>	<b>5</b>
<b>Artículo 13: Equipos mecánicos.....</b>	<b>5-6</b>
<b>Artículo 14: Análisis y ensayos para el control de calidad de obras.....</b>	<b>6</b>

<b>Artículo 15: Excavaciones de las zanjas.....</b>	<b>6-7</b>
<b>Artículo 16: Montaje de los tubos y relleno de las zanjas.....</b>	<b>7</b>
<b>Artículo 17: Pruebas de las tuberías.....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo-3: Condiciones de las tuberías de polietileno.....</b>	<b>8-35</b>
<b>EPÍGRAFE 1: CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>8-12</b>
<b>Artículo 18: Campo de aplicación.....</b>	<b>8</b>
<b>Artículo 19: Definiciones.....</b>	<b>8-9</b>
<b>Artículo 20: Características generales.....</b>	<b>9-10</b>
<b>Artículo 21: Características hídricas.....</b>	<b>10</b>
<b>Artículo 22: Presiones.....</b>	<b>10-11</b>
<b>Artículo 23: Características geométricas.....</b>	<b>11</b>
<b>Artículo 24: Juntas.....</b>	<b>11</b>
<b>Artículo 25: Accesorios.....</b>	<b>11</b>
<b>Artículo 26: Uniformidad.....</b>	<b>11-12</b>
<b>Artículo 27: Marcas.....</b>	<b>12</b>
<b>EPÍGRAFE 2: MATERIAS PRIMAS.....</b>	<b>12-14</b>
<b>Artículo 28: Materiales componentes de la tubería de P.E.....</b>	<b>12</b>
<b>Artículo 29: Ensayos de los materiales.....</b>	<b>13-14</b>
<b>EPÍGRAFE 3: FABRICACIÓN.....</b>	<b>14-15</b>
<b>Artículo 30: Procedimiento de fabricación.....</b>	<b>14</b>

<b>Artículo 31: Acabado de tuberías.....</b>	<b>15</b>
<b>Artículo 32: Laboratorio y banco de pruebas.....</b>	<b>15</b>
<b>EPÍGRAFE 4: ENSAYO Y PRUEBAS.....</b>	<b>15-29</b>
<b>Artículo 33: Pruebas de tubos y tuberías.....</b>	<b>15-24</b>
<b>Artículo 34: Pruebas de juntas y piezas especiales.....</b>	<b>24-29</b>
<b>EPÍGRAFE 5: TRANSPORTE, ACOPIA Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>29-35</b>
<b>Artículo 35: Inspección en fábrica previa al transporte.....</b>	<b>29</b>
<b>Artículo 36: Carga, transporte, descarga y acopio.....</b>	<b>29-30</b>
<b>Artículo 37: Instalación.....</b>	<b>30</b>
<b>Artículo 38: Zanjas.....</b>	<b>30</b>
<b>Artículo 39: Dimensiones de las zanjas.....</b>	<b>31</b>
<b>Artículo 40: Perfilado de rasante.....</b>	<b>31</b>
<b>Artículo 41: Precaución en terrenos especiales.....</b>	<b>31</b>
<b>Artículo 42: Drenajes de las zanjas.....</b>	<b>32</b>
<b>Artículo 43: Acopio de las piezas especiales.....</b>	<b>32</b>
<b>Artículo 44: Instalación de tuberías.....</b>	<b>32</b>
<b>Artículo 45: Anclajes de las piezas especiales.....</b>	<b>32-33</b>

<b>Artículo 46: Pasos especiales.....</b>	<b>33</b>
<b>Artículo 47: Hormigón para piezas de anclaje.....</b>	<b>33</b>
<b>Artículo 48: Pruebas de la instalación.....</b>	<b>33-34</b>
<b>Artículo 49: Cierre y macizado de las zanjas.....</b>	<b>34-35</b>
<b>Capítulo-4: Condiciones de las tuberías de PVC.....</b>	<b>35-71</b>
<b>EPÍGRAFE 1: CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>35-41</b>
<b>Artículo 50: Campo de aplicación.....</b>	<b>35</b>
<b>Artículo 51: Definiciones.....</b>	<b>35-36</b>
<b>Artículo 52: Características hídricas.....</b>	<b>37</b>
<b>Artículo 53: Presiones y coeficiente de seguridad.....</b>	<b>37-38</b>
<b>Artículo 54: Características generales.....</b>	<b>38</b>
<b>Artículo 55: Características geométricas.....</b>	<b>38-39</b>
<b>Artículo 56: Juntas.....</b>	<b>40</b>
<b>Artículo 57: Accesorios para tuberías.....</b>	<b>40</b>
<b>Artículo 58: Uniformidad.....</b>	<b>41</b>
<b>Artículo 59: Marcado de los tubos y accesorios.....</b>	<b>41</b>
<b>EPÍGRAFE 2: MATERIALES.....</b>	<b>41-45</b>
<b>Artículo 60: Materiales componentes de las tuberías de cloruro de vinilo no plastificado.....</b>	<b>41-42</b>

<b>Artículo 61: Ensayo de los materiales.....</b>	<b>42</b>
<b>Artículo 62: Resina sintética de policloruro de vinilo.....</b>	<b>42</b>
<b>Artículo 63: Policloruro de vinilo no plastificado.....</b>	<b>42</b>
<b>Artículo 64: Aditivos empleados en la fabricación de UPVC no plastificado.....</b>	<b>43</b>
<b>Artículo 65: Características técnicas de policloruro de vinilo no plastificado.....</b>	<b>43-44</b>
<b>Artículo 66: Adhesivos disolventes para juntas.....</b>	<b>44</b>
<b>Artículo 67: Lubricantes para juntas de estanqueidad....</b>	<b>44</b>
<b>Artículo 68: Elastómeros para juntas de estanqueidad.....</b>	<b>44-45</b>
<b>EPÍGRAFE 3: FABRICACIÓN.....</b>	<b>45-46</b>
<b>Artículo 69: Procedimiento de fabricación de los tubos.....</b>	<b>45</b>
<b>Artículo 70: Procedimiento de fabricación de accesorios.....</b>	<b>45</b>
<b>Artículo 71: Fabricación en serie.....</b>	<b>45</b>
<b>Artículo 72: Laboratorio y banco de pruebas.....</b>	<b>46</b>
<b>EPÍGRAFE 4: PRUEBAS.....</b>	<b>46-61</b>
<b>Artículo 73: Clasificación.....</b>	<b>46</b>

<b>Artículo 74: Pruebas de fabricación y control de localización.....</b>	<b>46-59</b>
<b>Artículo 75: Pruebas de obra.....</b>	<b>59-61</b>
<b>EPÍGRAFE 5: TOLERANCIAS.....</b>	<b>61-62</b>
<b>Artículo 76: Tolerancia en el diámetro nominal.....</b>	<b>61</b>
<b>Artículo 77: Tolerancias en el espesor nominal de la pared.....</b>	<b>61</b>
<b>Artículo 78: Tolerancias a la longitud nominal.....</b>	<b>61</b>
<b>Artículo 79: Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura.....</b>	<b>62</b>
<b>Artículo 80: Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos.....</b>	<b>62</b>
<b>Artículo 81: Tolerancias en alineación.....</b>	<b>62</b>
<b>Artículo 82: Muestras inutilizadas.....</b>	<b>62</b>
<b>EPÍGRAFE 6: TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES.....</b>	<b>63-71</b>
<b>Artículo 83: Inspección en fábrica previa al transporte.....</b>	<b>63</b>
<b>Artículo 84: Carga, transporte y descarga.....</b>	<b>63</b>
<b>Artículo 85: Almacenamiento de los tubos.....</b>	<b>64-65</b>
<b>Artículo 86: Zanjas.....</b>	<b>65</b>
<b>Artículo 87: Perfilado de rasantes.....</b>	<b>65</b>

<b>Artículo 88: Precauciones en terrenos especiales.....</b>	<b>65-66</b>
<b>Artículo 89: Dimensiones de las zanjas.....</b>	<b>66</b>
<b>Artículo 90: Drenaje de zanjas.....</b>	<b>67</b>
<b>Artículo 91: Acopio de las piezas especiales.....</b>	<b>67</b>
<b>Artículo 92: Instalación de la tubería.....</b>	<b>67-68</b>
<b>Artículo 93: Anclaje de piezas especiales y pasos especiales.....</b>	<b>68-69</b>
<b>Artículo 94: Prueba de instalación.....</b>	<b>69-70</b>
<b>Artículo 95: Cierre y macizado de las zanjas.....</b>	<b>70</b>
<b>Artículo 96: Materiales rechazados.....</b>	<b>71</b>
<b>Capítulo-5: Pliego de condiciones de índole facultativa.....</b>	<b>71-78</b>
<b>EPÍGRAFE 1: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....</b>	<b>71-73</b>
<b>Artículo 97: Remisión de solicitud de ofertas.....</b>	<b>71</b>
<b>Artículo 98: Residencia del contratista.....</b>	<b>72</b>
<b>Artículo 99: Reclamaciones contra las órdenes de dirección.....</b>	<b>72</b>
<b>Artículo 100: Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.....</b>	<b>72</b>
<b>Artículo 101: Copia de los documentos.....</b>	<b>73</b>

<b>EPÍGRAFE 2: TRABAJO, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....</b>	<b>73-75</b>
<b>Artículo 102: Libro de órdenes.....</b>	<b>73</b>
<b>Artículo 103: Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....</b>	<b>73</b>
<b>Artículo 104: Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....</b>	<b>73-74</b>
<b>Artículo 105: Trabajos defectuosos.....</b>	<b>74</b>
<b>Artículo 106: Obras y vicios ocultos.....</b>	<b>74</b>
<b>Artículo 107: Materiales no utilizables o defectuosos.....</b>	<b>75</b>
<b>Artículo 108: Medios auxiliares.....</b>	<b>75</b>
<b>EPÍGRAFE 3: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.....</b>	<b>76-78</b>
<b>Artículo 109: Recepciones provisionales.....</b>	<b>76</b>
<b>Artículo 110: Plazo de garantía.....</b>	<b>76</b>
<b>Artículo 111: Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.....</b>	<b>76-77</b>
<b>Artículo 112: Recepción definitiva.....</b>	<b>77</b>
<b>Artículo 113: Liquidación final.....</b>	<b>77-78</b>
<b>Artículo 114: Liquidación en caso de rescisión.....</b>	<b>78</b>
<b>EPÍGRAFE 4: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS.....</b>	<b>78</b>
<b>Artículo 115: Facultades de la dirección de obra.....</b>	<b>78</b>

<b>Capítulo-6: Pliego de condiciones de índole económica.....</b>	<b>78-86</b>
<b>EPÍGRAFE 1: BASE FUNDAMENTAL.....78</b>	
<b>Artículo 116: Base fundamental.....</b>	<b>78</b>
<b>EPÍGRAFE 2: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS.....79</b>	
<b>Artículo 117: Garantías.....</b>	<b>79</b>
<b>Artículo 118: Fianzas.....</b>	<b>79</b>
<b>Artículo 119: Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....</b>	<b>79</b>
<b>Artículo 120: Devolución de la fianza.....</b>	<b>79</b>
<b>EPÍGRAFE 3: PRECIOS Y REVISIONES.....80-82</b>	
<b>Artículo 121: Precios contradictorios.....</b>	<b>80</b>
<b>Artículo 122: Materiales no utilizables o defectuosos.....</b>	<b>80-81</b>
<b>Artículo 123: Revisión de precios.....</b>	<b>81-82</b>
<b>Artículo 124: Elementos comprendidos en el presupuesto.....</b>	<b>82</b>
<b>EPÍGRAFE 4: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....83-85</b>	
<b>Artículo 125: Valoración de la obra.....</b>	<b>83</b>
<b>Artículo 126: Mediciones parciales y finales.....</b>	<b>83</b>
<b>Artículo 127: Equivocaciones en el presupuesto.....</b>	<b>83</b>
<b>Artículo 128: Valoración de las obras incompletas.....</b>	<b>84</b>

<b>Artículo 129: Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....</b>	<b>84</b>
<b>Artículo 130: Pagos.....</b>	<b>84</b>
<b>Artículo 131: Suspensión por retraso de pagos.....</b>	<b>84</b>
<b>Artículo 132: Indemnización por retraso de los trabajos.....</b>	<b>84</b>
<b>Artículo 133: Indemnización por daños de causa mayor al contratista.....</b>	<b>85</b>
<b>EPÍGRAFE 5: VARIOS.....</b>	<b>85-86</b>
<b>Artículo 134: Mejora de obras.....</b>	<b>85</b>
<b>Artículo 135: Seguro de los trabajos.....</b>	<b>85-86</b>
<b>Capítulo-7: Pliego de condiciones de índole legal.....</b>	<b>86-89</b>
<b>Artículo 136: Jurisdicción.....</b>	<b>86-87</b>
<b>Artículo 137: Accidentes de trabajo y daños a terceros.....</b>	<b>87-88</b>
<b>Artículo 138: Pagos de arbitrios.....</b>	<b>88</b>
<b>Artículo 139: Causas de rescisión del contrato.....</b>	<b>88-89</b>

## **CAPÍTULO-1: CONDICIONES GENERALES**

### **Artículo- 1: Obras objeto al siguiente proyecto**

Se consideran 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 terminados los edificios e instalaciones 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 ingeniero director de la obra.

### **Artículo- 2: Obras accesorios no específicos 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 el ingeniero director de obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El ingeniero 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 dé 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 reformado.

### **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 técnico agrícola, 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 ingeniero 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 ingeniero o director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar la obra.

## **Artículo- 6: Disposiciones a tener en cuenta**

- Ley de Contratos del sector público 30/2007 de 30 de octubre.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Código técnico de la edificación (CTE) y Tecnológicas de la Edificación (N.T.E.)
- Instrucción E.H.-88 para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.
- Instrucción E.P.-91 para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado.
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y Normas M.I.B.T. complementarias.
- Reglamento sobre recipientes y aparatos a presión.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de octubre de 1.966.

## **CAPÍTULO- 2: CONDICIONES DE ÍDOLE TÉCNICA**

### **Artículo- 7: Replanteo**

Antes de dar comienzo las obras, el contratista, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del ingeniero director de obra, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del ingeniero director de obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del contratista o de su representante.

El contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

### **Artículo- 8: Movimiento de tierras**

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, a la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- N.T.E. - A.D "Acondicionamiento del Terreno. Desmontes".
- N.T.E. - A.D.E. "Explanaciones".
- N.T.E. - A.D. V. "Vaciados".
- N.T.E. - A.D.Z. "Zanjas y Pozos".

### **Artículo- 9: Obras o instalaciones no específicas**

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente pliego de condiciones, el contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del ingeniero director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

### **Artículo- 10: Materiales en general**

Todos los materiales que hayan de emplearse en la ejecución de las obras deberán reunir las características indicadas en este pliego y en los cuadros de precios y merecer la conformidad del director de obras, aun cuando su procedencia este fijada en el proyecto.

El director de obras tiene la facultad de rechazar en cualquier momento aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del pliego o que sean inadecuadas para el buen resultado de los trabajos.

Los materiales rechazados deberán eliminarse de la obra dentro del plazo que señale su Director.

El contratista notificará con suficiente antelación al director de obras la procedencia de los materiales aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación.

La aceptación de una procedencia o cantera no anula el derecho del director de obras a rechazar aquellos materiales que a su juicio, no respondan a las condiciones del pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

### **Artículo 11: Análisis y ensayos para la aceptación de materiales**

En relación con cuanto se prescribe en este pliego acerca de las características de los materiales, el contratista está obligado a presenciar o admitir en todo momento, aquellos ensayos o análisis que el director de obra juzgue necesario realizar para comprobar la calidad, resistencia y restantes características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios y el enjuiciamiento e interpretación de dichos análisis serán de la exclusiva competencia del director de obra.

A la vista de los resultados obtenidos, rechazar aquellos materiales que considere que no responden a las condiciones del presente pliego.

### **Artículo 12: Trabajos en general**

Como norma general, el contratista deberá realizar todos los trabajos adoptando la mejor técnica constructiva que se requiera para su ejecución y cumpliendo para cada una de las distintas obras las disposiciones que se prescriben en este pliego. Así mismo se adoptarán las precauciones precisas durante la construcción.

Las obras rechazadas deberán ser demolidas y reconstruidas dentro del plazo que fije el director.

### **Artículo 13: Equipos mecánicos**

La empresa constructora deberá disponer de los medios mecánicos precisos con el personal idóneo para la ejecución de los trabajos incluidos en el proyecto.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en todo momento en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso

de ejecución de las unidades en que deben utilizarse no pudiendo retirarlas sin el consentimiento del director.

#### **Artículo 14: Análisis y ensayos para el control de calidad de obras**

El contratista está obligado en cualquier momento a someter las obras ejecutadas o en ejecución a los análisis y ensayos que en clase y número el director juzgue necesario para el control de la obra o para comprobar su calidad, resistencia y restantes características.

El enjuiciamiento de resultados de los análisis y ensayos será de la exclusiva competencia del director, que rechazará aquellas obras que considere no respondan en su ejecución a las normas del presente pliego.

Los gastos que se originen por la toma, transporte de muestras y por los análisis y ensayos de estas, serán abonados de acuerdo con la cláusula 38 del pliego de cláusulas administrativas generales para la contratación de obras del estado.

#### **Artículo 15: Excavaciones de las zanjas**

Las dimensiones de las zanjas se ajustarán a los especificados en los planos y mediciones de este Proyecto, siendo recomendable que no transcurran más de ocho días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, pero en cualquier caso, su trazado deberá ser correcto, perfectamente alineado en planta y con la rasante uniforme. Los nichos que eventualmente sean necesarios abrir en el fondo para las juntas, no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación. Si al excavar hasta la línea necesaria, según las dimensiones indicadas en los planos, quedarán al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de dicha línea, para efectuar un relleno posterior.

El relleno de estas excavaciones complementarias se efectuará preferentemente, con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que los elementos más gruesos no

excedan de dos centímetros (2 cm). Estos rellenos se apisonarán, cuidadosamente por tongadas.

Cuando la zanja tenga una profundidad, superior a uno cincuenta metros (1,5 m.), deberán realizarse entibaciones, de acuerdo con las normas vigentes.

### **Artículo 16: Montaje de los tubos y relleno de las zanjas**

Los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre cama o gravilla de cinco centímetros de espesor, según se especifica en el artículo 4.3. de este pliego de condiciones.

Cuando se interrumpa la colocación de tuberías se taponarán los extremos libres de agua, agotando con bomba o dejando desagües en la excavación.

Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa del ingeniero director, para realizar este relleno se cumplirán las normas especificadas en el artículo 3.3. de este pliego de condiciones.

Una vez montados los tubos y las piezas, y antes de realizar el relleno, se procederá a la ejecución de los anclajes, empleándose para cada caso los tipos establecidos en los planos y mediciones de este proyecto.

### **Artículo 17: Pruebas de las tuberías**

El ingeniero director podrá ordenar, en el momento oportuno, la prueba de las tuberías por tramos. Dicha prueba será de dos clases.

- Prueba de presión interior.
- Prueba de estanqueidad.

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el director de obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

## CAPÍTULO 3: CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO

### EPÍGRAFE 1: CONDICIONES GENERALES

#### Artículo 18: Campo de aplicación

En este documento se consideran las tuberías fabricadas con polietileno (PE) que se utilizan únicamente para el transporte de agua de riego, correspondientes al proyecto *de puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas perteneciente al término municipal de Pallaruelo de Monegros (Huesca) con agua procedente del canal de Monegros.*

#### Artículo 19: Definiciones

##### Polietileno

Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

Las tuberías de polietileno (PE) son fabricadas mediante un procedimiento de extrusión que puede ser simple o simultáneo y múltiple.

Los tipos de PE están definidos en la norma UNE 53.188 y son:

- Polietileno de baja densidad (BD)
- Polietileno de media densidad (MD)
- Polietileno de alta densidad (AD)

##### Diámetro nominal

Es el diámetro exterior teórico en milímetros declarado por el fabricante, a partir del cual se establecen las tolerancias. Sirve de referencia para designar y clasificar por medidas los diversos elementos de una conducción acoplables entre sí.

##### Juntas

Son los sistemas o conjuntos de piezas utilizados para la unión de tubos entre sí o de estos con las demás piezas de la conducción.

### Piezas especiales

Se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de dirección, derivaciones, reducciones, cierres de la vena líquida, etc.

### **Artículo 20: Características generales**

Los tubos de polietileno son producidos a base de resina de polietileno y un aditivo de negro de humo que los protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por tanto, aumenta su estabilidad. Los producidos por extrusión simple contienen un  $2,5\% \pm 0,5\%$  de negro de humo, mientras que los obtenidos por extrusión simultánea y múltiple contienen esa proporción de negro de humo sólo en su capa exterior.

Los tubos de PE acabados tienen las siguientes características, todas ellas dadas para unas condiciones de ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  de temperatura y  $50\% \pm 5\%$  de humedad relativa:

Polietileno de baja densidad (BD): Densidad de la resina base (polietileno incoloro) menor o igual que  $0,93 \text{ gr/cm}^3$  como máximo. Su resistencia química es buena, pero su resistencia al calor es relativamente baja.

- Resistencia mínima a la tracción:  $90 \text{ Kg/cm}^2$
- Índice de fluidez:  $> 10 \text{ g/10 minutos}$
- Coeficiente térmico de dilatación lineal:  $0,18 \text{ mm/m y } ^{\circ}\text{C}$
- Módulo de elasticidad:  $1.700 \text{ Kg/cm}^2$

Polietileno de media densidad (MD): Densidad de la resina base entre  $0,931$  a  $0,94 \text{ gr/cm}^3$ . Son tubos relativamente menos flexibles, más duros y más resistentes a la temperatura que los de DB. Deben trabajar a una tensión circunferencial de  $40 \text{ Kg/cm}^2$  como máximo.

- Su resistencia química es parecida al de DB.
- Resistencia mínima a la tracción:  $160 \text{ Kg/cm}^2$
- Índice de fluidez de  $1$  a  $0,4 \text{ g/10 minutos}$
- Coeficiente térmico de dilatación lineal:  $0,15 \text{ mm/m y } ^{\circ}\text{C}$
- Módulo de elasticidad:  $5.600 \text{ Kg/cm}^2$

Polietileno de alta densidad (AD): Densidad de la resina base superior a 0,94 gr/cm<sup>3</sup>. Son tubos relativamente rígidos y duros. Tienen la máxima resistencia a la temperatura y a los agentes químicos. Deben trabajar a una tensión circunferencial de 50 Kg/cm<sup>2</sup> como máximo.

- Resistencia mínima a la tracción: 200 Kg/cm<sup>2</sup>
- Índice de fluidez menor que 0,4 g/10 minutos
- Coeficiente térmico de dilatación lineal: 0,12 mm/m y °C
- Módulo de elasticidad: 8.700 kg/cm<sup>2</sup>

### **Artículo 21: Características hídricas**

El pulimento y la uniformidad de la superficie cilíndrica interior de los tubos y juntas serán tales que podrán aplicarse las siguientes ecuaciones para el cálculo de los distintos parámetros hidráulicos.

Para tubería de PE se usará la fórmula de Darcy Weisbach.

### **Artículo 22: Presiones**

Presión de trabajo (Pt), calculada en el proyecto, es la presión hidráulica interior máxima dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometida la tubería, una vez instalada definitivamente. Se expresará en kg/cm<sup>2</sup>.

Presión normalizada (PN), es la presión hidráulica interior de prueba sobre banco en fábrica, que sirve para tipificar, clasificar y timbrar, tanto los tubos como las piezas especiales.

Los tubos que el comercio ofrece en venta habrán sufrido en fábrica la prueba a dicha presión normalizada, sin causar falta de estanqueidad. Se expresará en kg/cm<sup>2</sup>.

Presión de rotura (Pr) es la presión hidráulica interior que produce una tensión circunferencial en el tubo capaz de producir su rotura a tracción.

Todas estas presiones están relacionadas con la tensión circunferencial mediante la ecuación dimensional de los tubos:

$$P = 2e / (D - e)$$

Siendo:

**P** = Presión (Kg/cm<sup>2</sup>)

**D** = Diámetro exterior medio del tubo (cm.)

**e** = Espesor de la pared del tubo (cm.)

### **Artículo 23: Características geométricas**

#### **Longitud**

La tubería de polietileno se sirve generalmente en rollos. La longitud de cada uno de ellos no está definida ya que depende del diámetro del tubo.

#### **Diámetro nominal**

El diámetro nominal es un número convencional de designación que sirve para clasificar por dimensiones los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones y corresponde al diámetro exterior teórico en milímetros sin tener en cuenta las tolerancias.

### **Artículo 24: Juntas**

Cualquiera que sea el tipo de junta utilizada (mecánica, elástica o soldada) producirá una pérdida de carga máxima equivalente a 3 metros de tubería de igual diámetro. Soportar la corrosión y las influencias climáticas. Tendrá como mínimo, las mismas características de resistencia a presiones hidráulicas interiores y a presiones exteriores que la tubería de PE a la que une.

### **Artículo 25: Accesorios**

Las piezas especiales o accesorios cumplirán con las características fijadas para las juntas y demás elementos que se especifican en el proyecto.

### **Artículo 26: Uniformidad**

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos juntas accesorios suministrados para la obra tendrán características, geométricas uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de obra podrá modificar esta norma cuando a su juicio sea conveniente.

### **Artículo 27: Marcas**

Todos los tubos y piezas llevarán permanentemente marcadas en zona apropiada y visible, de forma que no obstruya su normal funcionamiento, al menos los siguientes datos:

En tubos marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m como máximo, con al menos los siguientes datos:

- Diámetro nominal (mm)
- Espesor nominal (mm)
- Presión normalizada (kg/cm<sup>2</sup>)
- Densidad del material
- Nombre del fabricante o marca registrada
- Año de fabricación

En las juntas o accesorios:

- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación.
- Material del que está hecho:
  - ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno)
  - NP (Nylon)
  - PP (Polipropileno)
  - PVC (Policloruro de vinilo)
- Diámetro nominal (mm)
- Presión normalizada (kg/cm<sup>2</sup>)

## **EPÍGRAFE 2: MATERIAS PRIMAS**

### **Artículo 28: Materiales componentes de la tuberías de P.E**

Las tuberías de PE como ya se ha indicado, estarán fabricadas a base de etileno. Estos polímeros cumplirán con lo establecido en la norma UNE 53.188.

## **Artículo 29: Ensayos de los materiales**

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia entre la Administración y el contratista sobre su calidad.

En este caso, los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos que sea preciso efectuar en laboratorios designados por la Administración , como consecuencia de interpretaciones dudosas de los ensayos realizados en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la Administración, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

### Determinación de la densidad

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  se expresará en kg/m<sup>3</sup> o g/cm<sup>3</sup>. Su determinación se efectuará según las normas UNE 53.188, 53.020 y 53.195. De acuerdo con el resultado la resina base del PE (PE incoloro) se clasificar en:

Baja densidad (BD), hasta 0,93 g/cm<sup>3</sup>

Media densidad (MD), de 0,931 a 0,94 g/cm<sup>3</sup>

Alta densidad (AD), más de 0,94 g/cm<sup>3</sup>

La alta tolerancia de densidad para los tubos BD y MD será de  $\pm 0,003$  g/cm<sup>3</sup> y para el tipo AD ser de  $\pm 0,004$  g/cm<sup>3</sup>.

### Determinación del índice de fluidez

El índice de fluidez es el peso en gramos de producto fundido y extraído durante diez minutos a  $190^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  a través de una boquilla de  $8 \pm 0,0025$  mm de longitud y un diámetro de  $2,095 \pm 0,005$  mm por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuará de acuerdo con lo establecido en la norma UNE 53.098.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

Tipo 1 → < 0,2 g ± 30%

Tipo 2 → 0,2 a 1 g ± 30%

Tipo 3 → 1 a 10 g ± 20%

Tipo 4 → 10 a 25 g ± 20%

Tipo 5 →  $>25 \text{ g} \pm 20\%$

El PE de BD tendrá un índice de fluidez  $> 10 \text{ g}$ .

El PE de MD tendrá un índice de fluidez de 1 a  $0,4 \text{ g}$ .

El PE de AD lo tendrá  $< 0,4 \text{ g}$ .

#### Contenido en volátiles

El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a  $0,5\%$ . Su determinación se efectuará de acuerdo con la norma UNE 53.135 o 53.272.

#### Contenido en cenizas

El contenido en máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de  $0,05 \pm 0,005\%$ , exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma UNE 53.090.

#### Aspecto

La granza o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composición uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza. El tipo de polímero será tal que no contendrá más del 5% (molar) de comonómero olefínico sin ningún otro grupo funcional y mezcla de tales polímeros.

### **EPÍGRAFE 3: FABRICACIÓN**

#### **Artículo 30: Procedimiento de fabricación**

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple simultáneo. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y uniforme, sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser como mínimo de 0,51 mm.

Las instalaciones de fabricación, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la elaboración continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

### **Artículo 31: Acabado de tuberías**

Las tuberías se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones u otros eventuales defectos.

### **Artículo 32: Laboratorio y banco de pruebas**

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas.

En ellos se realizaran los siguientes controles:

- De la materia prima (al menos los especificados en el capítulo II de este pliego).
- Del proceso de fabricación.
- De los productos acabados (al menos los especificados en este pliego).

## **EPÍGRAFE 4: ENSAYO Y PRUEBAS**

### **Artículo 33: Pruebas de tubos y tuberías**

#### Clasificación

Las pruebas se clasifican en dos grupos:

- Pruebas y controles en fábrica.
- Pruebas en obra.

#### Pruebas y controles en fábrica

#### Normativa general

La dirección de obra controlará el proceso de fabricación y las materias primas utilizadas en él.

Si el contratista no es fabricante de algunos de los elementos que deben formar parte de la red de riego, deberá introducir en su contrato de suministro la cláusula que permite efectuar su control. Cuando existan procesos industriales secretos, se advertirá así en la

oferta, sustituyéndose el control de proceso por un control especial de calidad del producto acabado.

El fabricante comunicará con quince días de antelación de manera escrita y expresa a la dirección de obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas. La dirección de obra puede asistir de manera personal o representada a tales pruebas. Si no existe el fabricante enviará certificación de los resultados obtenidos. Esta certificación se hará siempre y, por lo menos, se referirá a la prueba de estanqueidad que obligatoriamente ha de realizarse sobre cada tubo o rollo. También se extenderá certificado de la prueba de resistencia a presión hidráulica interior de larga duración hecha sobre muestreo tal como se especifica en este pliego.

#### Pruebas a efectuar en fábrica

Las pruebas a efectuar en fábrica serán al menos las siguientes:

Sobre la materia prima:

- Determinación de la densidad
- Determinación del Índice de fluidez
- Contenido en volátiles
- Contenido en cenizas
- Aspecto

Dichas pruebas se efectuarán de acuerdo con lo establecido en el Capítulo II de este pliego.

Sobre el producto acabado:

- Aspecto
- Dimensiones
- Densidad
- Contenido en negro de humo
- Dispersión del negro de humo
- Prueba de estanqueidad
- Prueba de resistencia a presión interior de larga duración.
- Prueba de rotura por presión hidráulica interior
- Prueba de envejecimiento

-Prueba de rugosidad.

#### Formación y control de lotes

Las pruebas a efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de 40 rollos o 200 tubos de la misma clase o facción, según se vaya a servir ese material.

Los tubos o rollos deberán estar ordenados por series con numeración correlativa. El director de obra recibirá una relación de los números con las piezas a examinar y por procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desecharido se identificarán y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permitirá su fácil reconocimiento como no aptas. Además se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraudes. En el caso de que estos elementos se incluyan en la obra, en contra de las instrucciones del director de obra, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

#### Pruebas sobre productos terminados

Todas las pruebas que se relacionan a continuación se harán en un ambiente a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de  $50\% \pm 5\%$ , salvo que se especifique otra temperatura para alguna prueba específica.

#### Prueba de aspecto

El tubo deberá tener un aspecto homogéneo, libre de cualquier grieta visible, orificio, inclusiones extrañas, burbujas u otros defectos. Todo elemento que a simple vista presente alguno de estos defectos será rechazado. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas suprimidas no se repondrán en el lote, debiendo este quedar con su número primitivo rebajado en el de las piezas eliminadas.

#### Dimensiones

Se hará la prueba sobre un rollo o cinco tubos de cada lote para el control de lo siguiente:

- Espesor de la pared del tubo
- Longitud
- Diámetro exterior

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

Se medirá cada una de las dimensiones anteriores en un rollo o cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del 95,5%. El intervalo de confianza será:

$$m \pm 2S$$

Siendo S la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superen las tolerancias, se admitirá el lote. En caso contrario se rechazará.

Procedimiento para efectuar estas determinaciones:

- a) Espesor de la pared del tubo: Se medirá con un micrómetro para superficies curvas en el que se aprecien  $\pm 0,05$  mm. Por tanto se efectuarán ocho medidas. Estas se repartirán sobre dos diámetros perpendiculares en cada una de las secciones situadas por lo menos, un diámetro de los extremos. En los rollos se efectuarán 20 medidas en cada uno de los extremos a partir de por lo menos, un diámetro del final, repartidas en cinco secciones separadas 10 cm entre si y sobre dos diámetros perpendiculares en cada una de ellas.
- b) Longitud: Se medirá con cinta métrica metálica graduada a 1 mm como mínimo colocando el tubo sobre una superficie plana y en línea recta.
- c) Diámetro exterior: Se obtendrá midiendo el perímetro del tubo y dividiendo por el número pi. Esta medida se efectuará con aproximación de  $\pm 0,10$  mm y se realizará en dos secciones situadas a 1/3 de su longitud nominal de cada extremo. En el rollo se efectuará en 10 secciones, cinco de cada extremo a partir de 1 m de él y separadas 1 m entre sí.

### Determinación de la densidad

Se determinará de acuerdo con la norma UNE 53.020-73, por el método de columna de gradiente. Para calcular la densidad de la resina del PE (incoloro) se empleará la ecuación:

$$DR = D_p - 0,0044 C$$

En donde:

DR = Densidad de la resina en g/cm<sup>3</sup>

D<sub>p</sub> = Densidad del tubo en g/cm<sup>3</sup>

C = Porcentaje en peso de negro de humo

La prueba se realizará en cinco muestras de cada lote. Si una de las muestras no cumple con lo señalado por el fabricante en el tubo, según lo estipulado en el artículo 1.3 de este pliego, se repetirá la prueba con otras cinco muestras. Si una de estas muestras o dos de la primera serie no cumpliesen se rechazarán el lote.

### Determinación del contenido en negro de humo

La prueba consiste en determinar el contenido en negro de humo del compuesto de PE utilizado en el tubo. Se efectúa por calentamiento del material a 500°C en atmósfera de nitrógeno y según se especifica en la norma UNE 53.142.

La prueba se realizará en cinco muestras de cada lote. El resultado deberá ser de 2,5% ± 0,5% en peso.

Si la extrusión es simultánea y múltiple, la prueba se realizará sobre la capa exterior y tendrá que dar el mismo resultado con relación a esta capa.

Si una de las muestras no cumple con lo señalado se repetirá la prueba en otras cinco muestras. Si una de estas o dos de la primera serie no dieran resultados satisfactorios, se rechazarán el lote.

### Determinación de la dispersión del negro de humo

El ensayo consiste en comprimir pequeñas muestras de material hasta formar una lámina delgada entre las platinas de un microscopio a una temperatura bastante aproximada a la fusión del material. Seguidamente se compara el aspecto de la muestra a 200 aumentos con las microfotografías de las figuras 2 y 3 de la norma UNE 53.142.

Para tubos se corta con un micrótomo una lámina delgada de material y se examina en el microscopio.

La prueba se realizará sobre cinco muestras por lote y los resultados se valorarán como en los artículos anteriores de este pliego.

#### Prueba de estanqueidad

La muestra se compondrá de cinco trozos de tubo de 30 cm de longitud por cada lote, que contendrán la marca de fábrica.

Cada trozo se cerrará en sus extremos por algún procedimiento que no implique alteración de la resistencia y permita la formación de fuerzas axiales sobre la pared del tubo cuando se le someta a la presión de prueba. Las muestras serán sometidas a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , a la que permanecerán desde una hora antes del ensayo y se tomarán precauciones para asegurar que no quede atrapado aire en el sistema. Se conectarán a una fuente de presión hidráulica. Se secará la superficie externa del tubo. Se elevará la presión hidráulica interior 1 kg/cm<sup>2</sup> cada minuto hasta llegar a alcanzar la presión hidráulica. Se seca la superficie externa del tubo. Se elevar la presión hidráulica interior 1 kg/cm<sup>2</sup> cada minuto hasta llegar a alcanzar la PN, manteniendo esta situación durante una hora. En este tiempo no deberán producirse fugas, goteos ni transpiraciones visibles. Si una muestra diera un resultado negativo se repetirá otra vez la prueba en otras cinco. Si se produjese en una muestra de esta segunda tanda un resultado negativo, se rechazará el lote. Si en la primera tanda de pruebas hay dos resultados negativos también se rechazará todo el lote.

#### Pruebas de resistencia a presión hidráulica interna de larga duración

Se tomarán diez muestras por cada lote que tendrán una longitud de, por lo menos, diez veces su diámetro nominal, con una longitud mínima de 25 cm las cuales contendrán la marca.

Como en el caso anterior de la prueba de estanqueidad se cerrarán los dos extremos de cada trozo de tubo. Se separarán las muestras en dos lotes de cinco y se someterá uno de ellos a  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , y el otro a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por lo menos, desde una hora antes del comienzo del ensayo. Con las mismas precauciones expuestas en la prueba de estanqueidad, se conectarán cada trozo de tubo a una fuente de presión hidráulica hasta alcanzar la presión de prueba que valdrá PN para la serie que se ensaya a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ; 0,8 PN para los de MD y AD y 0,75 PN para los de BD ensayados a  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Esta situación se mantendrá durante mil horas.

Las tolerancias de la prueba serán de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  para las temperaturas de prueba, de  $\pm 1\%$  para las presiones y de  $\pm 2\%$  para el tiempo.

El resultado negativo del ensayo de una muestra de cada grupo de cinco dará lugar a la repetición de la prueba con otras cinco muestras. El resultado negativo del ensayo de una muestra de este segundo grupo dará lugar a rechazar todo el lote. El resultado negativo de dos muestras de cualquiera de los dos grupos de cinco muestras del primer ensayo, dará lugar a rechazar todo el lote.

Se considera resultado negativo de la prueba la aparición de cualquiera de los siguientes efectos:

- Perdida de presión hidráulica interna por salida de agua a través de las paredes de la muestra.
- Expansión anormal localizada de la muestra durante la prueba.
- Rotura de la pared del tubo con pérdida inmediata del agua que contiene, aunque la presión disminuya considerablemente.
- Pérdida de agua a través de grietas microscópicas de la pared del tubo. Una disminución de presión corta la pérdida del agua.

#### Prueba de rotura por presión hidráulica interna

Usando el mismo procedimiento descrito en los dos artículos anteriores para cinco trozos de tubo por lote de las mismas dimensiones especificadas allí y a una temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , se alcanzará una presión hidráulica interna de 2 PN para las muestras de PE de MD y AD y de 1,5 PN para los de BD. Esta presión será mantenida durante un minuto.

El ensayo se considerará negativo si se produjera la rotura del tubo con inmediata perdida de agua que incluso continuase a una presión interior muy inferior a la de prueba.

El resultado negativo en un trozo de tubo de los cinco escogidos hará que se repita el ensayo con otros cinco. El fallo de uno solo de esta segunda serie producirá el rechazo de todo el lote. Si se producen dos fallos en la primera serie de ensayos, se rechazarán el lote.

#### Pruebas de envejecimiento

Para esta prueba se utilizarán cinco trozos de tubo de 25 cm de longitud con la marca de fábrica, por cada lote. La prueba se realizará a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Se conecta un extremo de cada tubo a un manómetro capaz de medir hasta 40 kg/cm<sup>2</sup>. El otro extremo se conecta a una fuente de aire o de nitrógeno a través de una válvula. Se someten las muestras hasta llegar a la presión PN. Se cierra la válvula y se desconecta de tal manera que la presión interna se mantenga dentro del tubo, para lo cual habrá de haber aplicado un exceso de presión que se perderá durante el proceso de desconexión. Se sumerge el trozo de tubo en agua para detectar posibles fugas. Si se producen, deberán eliminarse o sustituirse por otro. A continuación se secan bien las muestras y se pintan en su superficie exterior con brocha y con una agente activador de envejecimiento de PE. Se dejará sin pintar, por lo menos, hasta 12,5 mm de los extremos de las muestras del tubo. El agente activador debe estar en buenas condiciones, para lo cual se guardará en latas cerradas por ser higroscópico. Las muestras se mantienen en estas condiciones durante tres horas al final de las cuales son examinadas. No deberá haber pérdida de presión en, al menos, cuatro de los cinco trozos de tubo. No se considerarán a estos efectos los que pierdan por la conexión. Tampoco se considerarán fallos aquellos que hayan perdido presión por expansión del tubo. Si el fallo es en una muestra se repetirá el ensayo con otras cinco. Si se repite el fallo en una de las cinco muestras o en dos de la primera serie se rechazarán el lote.

#### Pruebas de rugosidad

Es optativa y se realizará solamente cuando existan razones a juicio del director de obra para pensar que el coeficiente de rugosidad no es el prefijado en el artículo 1.4.

Esta prueba consiste en medir la perdida de carga que se produce dentro de la tubería para un determinado caudal.

Siempre que la pérdida de carga obtenida, supere en más de un 10% la pérdida de carga calculada, deberá rechazarse la partida.

### Pruebas en obra

Se harán dos pruebas diferentes: prueba a presión interior y prueba de estanqueidad.

#### 1. Pruebas de presión interna

Esta prueba puede realizarse para toda la red o por tramos. La presión de prueba será 0,75 PN. Si hay diferentes presiones normalizadas, se probará por tramos con tubos de igual clase.

Se vigilará que exista continuidad hidráulica en el tramo de prueba.

La presión se controlará de forma que en ningún punto de la tubería existan valores inferiores a 0,68 PN. El control se hará mediante uno o varios manómetros contrastados. La tubería se llenará de agua y se purgará del aire existente en su interior.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 1 kg/cm<sup>2</sup> por minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria cuando el manómetro no acuse un descenso superior a 0,075 PN.

Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

#### 2. Prueba de estanqueidad

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a la máxima presión estática previsible. Si por alguna causa no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

-Máxima presión estática prevista en el tramo.

-PN/2

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad será de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$V = 0,12 \cdot L_i \cdot D_i$$

Siendo:

$V$  = Cantidad de agua inyectada en litros

$L_i$  = Longitud del tramo i (m)

$D_i$  = Diámetro interior de la tubería en el tramo (m)

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las perdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las perdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

### **Artículo 34: Pruebas de juntas y piezas especiales**

#### Clasificación

Las pruebas se clasifican en dos grupos:

1. Pruebas en fábrica y control de fabricación
2. Pruebas en obra

#### 1. Pruebas en fábrica

Normativa general

Se aplicará todo lo especificado en este pliego.

## PRUEBAS A EFECTUAR EN FÁBRICA

Las pruebas a efectuar en fábrica con las juntas, codos, tes, reducciones y tapones serán como mínimo las siguientes:

- Estanqueidad a presión hidráulica interior en tubería recta.
- Estanqueidad a presión hidráulica interior en tubo curvado.
- Estanqueidad cuando se coloca una carga exterior perpendicular al eje del tubo.
- Estanqueidad a presión hidráulica exterior.
- Resistencia a presión hidráulica interior aplicada intermitentemente.
- Resistencia a fuerzas de tracción.
- Pruebas de envejecimiento.
- En llaves y otras piezas especiales:
- Estanqueidad.

## FORMACIÓN Y CONTROL DE LOTES

El proveedor clasificará los elementos por lotes de 200 piezas de la misma clase o fracción, según se vaya a servir el material.

Todas las piezas deberán estar numeradas por series correlativas. El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Cualquier pieza que a simple examen visual presente defecto será rechazada y su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo. Las piezas suprimidas no se repondrán en el lote, debiendo quedar este con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

## PRUEBAS DE JUNTAS, CODOS, TES, REDUCCIONES Y TAPONES

### Prueba de estanqueidad a presión hidráulica en tubería recta

Se toman cinco piezas de cada lote para probar. La muestra se prepara de la siguiente forma. Se toman tres trozos de tubo uno de ellos de 30 cm de longitud y dos piezas de las que han de ser sometidas a prueba colocando estas entre aquellos y efectuando la unión correspondiente de forma que el tubo de 30 cm quede en medio. Un extremo se cierra con tapón y por el otro se inyecta agua a presión a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  cuidando de purgar de aire la tubería. La presión se eleva 1 kg/cm<sup>2</sup> cada minuto hasta llegar a PN y se mantiene este valor durante una hora.

El resultado del ensayo se considera satisfactorio si durante el no aparece perdida de agua en la conexión de la junta a prueba (la más próxima a la fuente de presión) ni se produce ningún daño en el tubo como consecuencia de la conexión.

Si se produce un fallo en esta prueba, se repetirá con otras cinco muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera harán que se rechace todo el lote.

### Prueba de estanqueidad a presión hidráulica interior en tubería curvada

Se toman cinco muestras por lote. Se prepara la muestra como en el caso anterior existiendo entre las dos juntas una distancia de 10 diámetros nominales del tubo. El radio de curvatura que se da a la muestra será:

$$\mathbf{R = 15 \text{ diámetros nominales del tubo si } PN \leq 8 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\mathbf{R = 20 \text{ diámetros nominales del tubo si } PN \leq 20 \text{ Kg/cm}^2}$$

Para que el momento flector sea soportado por una junta, se adaptará la tubería a una horma contra la que se apoya 3/4 de su longitud, quedando libre 1/8 de dicha longitud entre la horma y cada uno de los extremos.

Una vez curvada la muestra de la forma indicada, el ensayo se realiza exactamente como se ha descrito en el artículo anterior. La junta ensayada de las dos colocadas será

también la más lejana al extremo con tapón. El resultado del ensayo se valorara de la misma forma.

*Prueba de estanqueidad cuando se coloca una carga exterior perpendicular al eje del tubo*

Se toman cinco muestras por lote. La temperatura del ensayo será de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Se coloca la junta a probar uniendo dos trozos de tubo de 20 y 37 cm. El trozo de tubo de 20 cm se conecta a una fuente de presión hidráulica y el de 37 cm. terminará en un tapón. La muestra se coloca horizontalmente y en posición recta apoyando la junta sobre una capa de arena. Mientras la muestra es sometida a una presión hidráulica interior a 5  $\text{kg/cm}^2$  se cuelga del trozo de tubería de 37 cm un peso mediante una abrazadera de 5 cm. de anchura. Entre junta y abrazadera existirán 2 cm de tubo libre.

El peso colgado corresponderá a la siguiente tabla:

Diámetro Nominal del tubo (mm)	10-16	20-32	40-63	75-110	125-140	160-200
Junta de PN hasta 8 $\text{Kg/cm}^2$	10	20	30	50	100	125
Peso (Kg) hasta 20 $\text{Kg/cm}^2$	15	30	50	100	125	150

La duración de la prueba será de quince minutos.

*Prueba de estanqueidad a presión hidráulica exterior (vacío parcial interior)*

Se toman cinco muestras por lote. El ensayo consistirá en dos trozos de tubería unidos por la junta a probar con una longitud total de 30 cm y abierta en sus dos extremos. Esta muestra se mete dentro de un tanque dejando ambos extremos fuera de él. El tanque se llena de agua a temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Esta situación se mantiene durante veinte minutos. Se seca bien la tubería interiormente. Se aplica una presión de 0,1  $\text{kg/cm}^2$  al agua del tanque durante dos horas. Después de esto se eleva la presión del tanque hasta 0,8  $\text{kg/cm}^2$  y se mantiene esta situación durante dos horas. Durante este tiempo se comprueba si entra agua en la tubería. Si se produce entrada de agua en una muestra se repetirá la prueba en otras cinco. Si se vuelve a producir entrada en una muestra de esta segunda serie o en dos de la primera, se rechaza el lote.

### Prueba de resistencia a la presión hidráulica interior aplicada intermitentemente

Se toman cinco muestras de cada lote. La presión de prueba se aplicará por ciclos de veinticuatro horas cada uno, seguidos de otras veinticuatro horas sin presión. En total serán seis ciclos llegando a PN. Durante la prueba no se producirá perdida de agua a través de la conexión ni aparecerá rotura en el tubo. Si se produce un fallo en esta prueba se repetirá con otras cinco muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera harán que se rechace el lote.

### Prueba de resistencia a fuerzas de tracción

Se toman cinco muestras por lote. Se sumerge cada muestra en un tanque de agua a  $40^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ , simplemente para mantener la temperatura y se la somete a una fuerza F en sentido del eje longitudinal de la muestra durante una hora:

$$F = 3,14 \cdot K \cdot e \cdot (D - e)$$

**K** = 2 coeficiente de seguridad, que toma los valores de:

- 30 kg/cm<sup>2</sup> para PE de BD
- 40 kg/cm<sup>2</sup> para PE de MD
- 50 kg/cm<sup>2</sup> para PE de AD

**D** = Diámetro nominal

**e** = Espesor nominal

Durante la prueba no debe producirse ninguna rotura ni separación de los trozos de tubo unidos por la junta sometida a ensayo.

Si se produce un fallo en esta prueba se repetirá con otras 5 muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera harán que se rechace todo el lote.

### Prueba de envejecimiento

Para determinar cómo puede afectar la junta a la tubería en el caso de que aquella tenga dientes, se pinta la superficie exterior del tubo que está afectada por la junta, con un agente activador de envejecimiento del PE. La muestra se mantiene durante tres horas a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y entonces es examinada para determinar si han aparecido grietas u otros defectos en la conexión.

Si se produce un fallo en esta prueba se repetirá con otras cinco muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera, harán que se rechace todo el lote.

#### Prueba de estanqueidad en llaves

Se tomarán cinco muestras por lote que se montarán con dos trozos de tubería de, por lo menos, 25 cm cada uno, y del mismo diámetro que la llave o válvula. Se obturará cada muestra por sus dos extremos. Se harán las pruebas con las llaves de dos formas. Una serie a llave abierta para comprobar la estanqueidad de la unión como en el caso de juntas y según lo especificado en las pruebas de estanqueidad a presión hidráulica en tubería recta y a presión hidráulica exterior. Otra prueba a llave cerrada con una cámara cargada de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades. La prueba se valorará como en el artículo anterior.

#### 2. Pruebas en obra

Son las mismas especificadas en 4.1.3., ya que se entiende que la tubería una vez instalada contará con todas las juntas, piezas especiales y accesorios necesarios.

### **EPÍGRAFE 5: TRANSPORTE, ACOPIA Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES**

#### **Artículo 35: Inspección en fábrica previa al transporte**

Con independencia de la vigilancia que realice la dirección de obra, el contratista está obligado a inspeccionar los pedidos de tubería de PE y las piezas especiales correspondientes en la fábrica, o en los almacenes del proveedor, antes de proceder a la carga del material, asegurándose que se corresponden con las exigencias del proyecto y que no hay elementos de transporte deteriorados.

#### **Artículo 36: Carga, transporte, descarga y acopio**

Las operaciones de carga se realizarán a mano o con medios mecánicos, con las debidas precauciones para no dañar el material.

Durante el transporte se evitará la trepidación y el contacto con piezas metálicas, sobre todo, si se trata de puntas o aristas.

También se tendrá en cuenta no dejar los materiales expuestos al sol ni que sufran temperaturas demasiado altas ni demasiado bajas.

En la descarga se observarán las mismas precauciones que en la carga. Los rollos de tuberías pueden almacenarse, pero esto se hará en cobertizos y a temperatura similar a la que van a sufrir cuando estén instalados. Los rollos podrán ponerse horizontalmente y apilados hasta 2 metros de altura.

### **Artículo 37: Instalación**

La tubería de PE podrá instalarse sobre el terreno o enterrada. El primer caso sólo se utilizará para tuberías de pequeño diámetro que además estén protegidas durante la mayor parte del tiempo de la acción directa de los rayos ultravioletas o de las altas temperaturas.

Cuando las tuberías se coloquen enterradas podrá hacerse abriendo zanjas o bien instalándolas directamente mediante subsolador o arado topo.

### **Artículo 38: Zanjas**

Las zanjas se abrirán con máquinas adecuadas para este fin. Se abrirán a mano sólo en casos especiales y cuando determinadas circunstancias aconsejen esta precaución.

Las tierras procedentes de la excavación se amontonarán en cordones paralelamente a la zanja, situándolas siempre al mismo lado, para facilitar el macizado de las mismas con equipos mecánicos.

En caso de que las zanjas estén a media ladera, los cordones de tierra extraídos se colocarán en el lado más alto para proteger la excavación de las aguas de escorrentía superficial.

### **Artículo 39: Dimensiones de las zanjas**

La tubería será enterrada a una profundidad tal que quede protegida del tráfico que por azar pueda cruzarla, de las operaciones mecánicas agrícolas, de heladas o de grietas en el suelo.

La mínima profundidad a colocar la tubería será de 0,5 m para diámetros de hasta 63 mm de 0,60 m para diámetros de 75 y 100 mm y de 0,75 m para los diámetros superiores a 110 mm.

La máxima profundidad de la zanja será de 1,20 m. Para mayores profundidades habrá de consultarse al fabricante.

La mínima anchura de la zanja en el fondo será tal que permitirá la colocación de juntas si ello fuera necesario y el inicio del relleno con la compactación.

Se tomarán especiales precauciones de seguridad cuando se trabaje en suelos inestables en zanjas profundas o en otras circunstancias peligrosas.

### **Artículo 40: Perfilado de rasante**

El fondo de la zanja deberá dejarse continuo, firme, relativamente suave y libre de rocas, troncos o raíces. En donde ello no sea posible, se colocará arena para formar un lecho entre el tubo y el fondo de la zanja de, por lo menos, 10 cm de espesor. En todos los casos el tubo descansará en el fondo de acuerdo con el perfil proyectado.

### **Artículo 41: Precaución en terrenos especiales**

En los terrenos dotados de alto proporción de arcillas expansivas cuyas dilataciones y contracciones puedan dañar la tubería, se evitará su contacto directo con el suelo mediante relleno de material granular que podrá ser arena o gravilla.

En laderas donde haya peligro de deslizamiento o de formaciones de grietas se aumentará la profundidad de la zanja colocando las tuberías a ser posible fuera de la zona afectada por dichos movimientos de suelo.

## **Artículo 42: Drenajes de las zanjas**

Para evitar que por inundación de las zanjas se produzca la flotación de la tubería o derrumbes de tierras y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes y en cualquier caso antes de depositar la tubería en el fondo de aquella, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario de acuerdo con el perfil para garantizar la completa evacuación de las aguas hacia los desagües de la zona.

## **Artículo 43: Acopio de las piezas especiales**

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidas entre las tuberías, lo más próximo posible a lo sitios de colocación de modo que pueden apreciarse con facilidad las faltas o sobrantes que pudiera haber.

## **Artículo 44: Instalación de tuberías**

Las juntas podrán montarse fuera de la zanja y luego bajar la tubería al fondo de esta, o bien instalarlas allí directamente. En ambos casos la tubería quedará colocada sinuosamente en el fondo de la zanja. Se evitarán puntos altos innecesarios en el trazado que obligarían a la instalación de mayor número de ventosas del estrictamente necesario.

A medida que la tubería queda montada se taponarán las aberturas para evitar la entrada de animales o elementos extraños en la misma.

## **Artículo 45: Anclajes de las piezas especiales**

Los codos, curvas, desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua u otras acciones, experimenten la acción de fuerzas cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción deberán ser anclados se especifique o no en los restantes documentos del proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad. Para calcularla se tendrá en cuenta también la adherencia al plano teórico formado por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, así como la

superficie vertical de apoyo en uno de los paramentos de aquella, precisamente aquel en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será la máxima incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa, es decir, al mayor valor de la presión de trabajo Pt. A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido por dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental.

#### **Artículo 46: Pasos especiales**

En los pasos bajo calles, caminos, carreteras, ferrocarriles, se realizarán las obras con arreglo a las condiciones impuestas por los organismos encargados de velar por la conservación de dichas redes viarias, y en los casos en que no existan dichas condiciones, se macizarán las zanjas en el tramo de la travesía con hormigón dejando una caja de obra de fábrica para situar la tubería y rellenarla con material granular, de modo que sea posible, en caso de averías, extraer los tubos con facilidad.

La forma y resistencia de la caja evitará que se transmitan a la conducción las cargas determinadas por el tráfico.

#### **Artículo 47: Hormigón para piezas de anclaje**

Cualquiera que sea su composición dará una resistencia característica de rotura a la compresión en probeta cilíndrica a los veintiocho días no inferior a ciento veinticinco kg/cm<sup>2</sup> (125).

#### **Artículo 48: Pruebas de la instalación**

Una vez colocada la tubería, las piezas especiales y accesorios, y hechos los anclajes, y antes del cierre de zanjas se procederá a probar la instalación a presión y estanqueidad. Si fuera necesario un relleno parcial de zanjas se dejarán al descubierto todas las juntas, piezas y elementos accesorios.

La instalación se empezará a llenar de agua lentamente con una velocidad que no exceda los 0,3 m/s. Se tendrá especial cuidado en que no quede aire atrapado en la

instalación. Se irá elevando la presión lentamente hasta alcanzar la presión de prueba que será 1,4 veces la presión de trabajo (Pt) para la que ha sido diseñada la instalación y que se mantendrá durante media hora (1/2). El tiempo que se tardará en alcanzar dicha presión será, por lo menos, de diez minutos para diámetros de hasta 100 mm, longitudes de tubería de hasta 300 m y presiones de prueba de hasta 10 kg/cm<sup>2</sup>. Para diámetros mayores y longitudes mayores deberán aumentarse el tiempo utilizado.

La instalación será inspeccionada completamente mientras se mantiene la presión de prueba con una oscilación máxima de  $\pm 0,5$  kg/cm<sup>2</sup>. Todas las fugas o pérdidas de agua detectadas durante esta inspección serán corregidas obligatoriamente en un plazo de tiempo prudencial que señalará la dirección de obra.

Si la extensión de la red así lo aconsejará se podrán fraccionar estas pruebas por tramos fácilmente aislables.

Todos los gastos que ocasionen estas pruebas serán de cuenta del contratista. Entre ellos el suministro de agua, sin que pueda alegarse para el retraso de las mismas la ausencia de conducción de agua hasta la obra, ya que si así fuera deberá transportarla también a sus expensas.

#### **Artículo 49: Cierre y macizado de las zanjas**

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descansen en toda su longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar flexión e instaladas todas las piezas especiales, se procederá a llenar las zanjas en dos etapas:

En la primera etapa se utilizará material fino granular libre de piedras o terrones grandes. No se admitirán áridos con aristas o de más de 15 mm de diámetro. El relleno se hará por tongadas compactadas firmemente a mano alrededor de la tubería hasta llenar los 20 cm primeros del fondo de la zanja. Durante esta operación deberá tenerse especial cuidado para evitar deformaciones, desplazamientos o daños en la tubería.

Después de probar satisfactoriamente la instalación se procederá a la segunda etapa de llenado la cual también se hará en tongadas de 20 cm de espesor que van

compactándose. El material utilizado puede ser más grueso, pero sin pasar de 75 mm de diámetro. Solo se podrá emplear maquinaria en la última capa y siempre que se haya sobrepasado el mínimo espesor de cobertura señalado en el artículo 6.3.2 de este pliego.

El relleno se completará hasta el enrase con la superficie primitiva del terreno después del compactado.

## CAPÍTULO 4: CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS DE PVC

### EPÍGRAFE 1: CONDICIONES GENERALES

#### Artículo 50: Campo de aplicación

El presente documento tiene por objeto definir las características técnicas y condiciones de suministro y de puesta en obra que han de cumplir los tubos y accesorios fabricados con policloruro de vinilo no plastificado, así como de aquellos elementos de distinto material que se utilicen en las tuberías de agua a instalar en el proyecto *de puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas perteneciente al término municipal de Pallaruelo de Monegros (Huesca) con agua procedente del canal de Monegros*.

#### Artículo 51: Definiciones

##### Tubos de policloruro de vinilo (PVC) no plastificado

Son tubos de plástico rígido fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resina sintética de PVC técnico, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos colorantes, estabilizantes y lubricantes, en todo caso exenta de plastificantes y de materiales de relleno (fillers).

En la terminología industrial se denominan tubos de PVC no plastificados ("UPVC" en Europa), o tubos de PVC tipo I (en Norteamérica).

En este Pliego se adopta de tubos de UPVC.

##### Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado

Se denominan accesorios de UPVC aquellas piezas que se intercalan en la conducción para permitir realizar uniones, cambios de dirección, reducciones, derivaciones, etc, en cuya fabricación se utilice la materia prima definida en el apartado anterior.

Es la distancia teórica entre sus extremos. Para los tubos con embocaduras se considera como longitud la distancia entre sus extremos la longitud de la embocadura.

#### *Diámetro nominal*

Es el diámetro exterior teórico en milímetros declarado por el fabricante, a partir del cual se establecen las tolerancias y sirve de referencia para designar y clasificar por medidas los diversos elementos acoplables entre sí de una conducción.

#### *Diámetro exterior medio*

Es el valor en mm de la media aritmética de los diámetros exteriores mínimo y máximo medios en una longitud de tubo de 4 metros, por lo menos, a 20 mm de distancia de los extremos del tubo.

#### *Ovalación*

Es la diferencia expresada en mm de la media aritmética de los diámetros exteriores mínimo y máximo medios en una longitud de tubo de 4 metros, por lo menos, 20 mm de distancia de los extremos del tubo.

#### *Juntas*

Son los sistemas o conjuntos de piezas utilizados para la unión de tubos entre si de estos con las demás piezas de la conducción.

#### *Piezas especiales*

Se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de la dirección, derivaciones, reducciones, cierres de la vena líquida, etc, de acuerdo con las definiciones que se citan en el Pliego de piezas singulares de la red fija de riegos.

## **Artículo 52: Características hídricas**

El pulimento y la uniformidad de la superficie cilíndrica interior de los tubos y untas serán tales que podrán aplicarse las siguientes ecuaciones para el cálculo de los parámetros hidráulicos.

Para tubería de UPVC se usará la fórmula de Darcy Weisswach, teniendo en cuenta el correspondiente número de Reynolds (Re).

## **Artículo 53: Presiones y coeficiente de seguridad**

### **Presión de trabajo (P)**

Es la presión utilizada en el proyecto para dimensionar los elementos de la conducción y se define como la máxima presión hidráulica (dinámica, estática o transitoria) que puede aplicarse continuamente en el interior de la tubería, una vez instalada definitivamente, con un alto grado de certeza de que no provocará la rotura del tubo. Se expresa en kg/cm<sup>2</sup>.

La máxima presión de trabajo con la que se podrá utilizar los tubos de UPVC en conducciones de agua a 20°C, es de 14 kg/cm<sup>2</sup>.

Las presiones máximas a que pueden trabajar los distintos tipos de tuberías que se consideran son de 6 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Presión normalizada (PN)**

Es la presión hidráulica interior de prueba sobre banco en fábrica que sirve para designar, clasificar timbrar los tubos y las piezas especiales. Se expresa en kg/cm<sup>2</sup>. Los tubos comerciales habrán sufrido en fábrica la prueba a dicha presión normalizada sin acusar falta de estanqueidad. Los valores de la presión normalizada adoptados en este Pliego son de 6 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Presión de rotura (Pr)**

Es la presión hidráulica interior que provoca la rotura del tubo; en la prueba de larga duración, se define como la presión hidráulica interior que produce una tensión en la

pared del tubo, de orientación circunferencial, igual a la tensión de rotura a tracción del material que no será nunca inferior a 500 kg/cm<sup>2</sup>.

Ecuación dimensional de los tubos.

La presión de rotura y la tensión circunferencial de rotura a tracción del material están relacionadas por la siguiente ecuación:

$$Pr = ((2 * e) / (D - e)) * @$$

Siendo:

**Pr:** Presión hidráulica de rotura en kg/cm<sup>2</sup>.

**@:** Tensión circunferencial de rotura a tracción del material en Kg/cm<sup>2</sup>

**e:** Espesor de la pared del tubo en mm.

**D:** Diámetro exterior del tubo en mm.

El coeficiente de seguridad de las tuberías de UPVC será como mínimo tres, en función de las siguientes relaciones:

$$Pf/Pn > 1,5$$

$$Pn/Pt = 2$$

#### **Artículo 54: Características generales**

Los tubos deben ser sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente. Su acabado debe ser pulido y brillante, con coloración y tonalidad opaca que evite la penetración de la luz exterior.

No deben presentar ondulaciones, estrías, grietas, burbujas, rechupes, ni otros defectos que puedan perjudicar su normal utilización, tanto en la superficie exterior o en sección transversal. Los extremos estarán cortados ortogonalmente a las generatrices. Los tubos podrán ser trabajados mecánicamente (cortados, taladrados, fresados, etc.).

#### **Artículo 55: Características geométricas**

##### Longitud

La longitud de los tubos no será inferior a 5 metros.

Deberán utilizarse longitudes superiores siempre que puedan producirse industrialmente, previo acuerdo con el fabricante.

Cuando por razones de montaje sea necesario emplear piezas de menor longitud, se obtendrán mediante corte a escuadra de los tubos.

#### Serie de diámetros nominales

Las series comerciales de diámetros nominales son las que figuran en la tabla I.

**TABLA I: SERIES DE TUBOS**

Dn (mm)	4 Kg./cm <sup>2</sup>		6 Kg./cm <sup>2</sup>		10 Kg./cm <sup>2</sup>	
	e (mm)	peso(kgm)	e (mm)	peso(kgm)	e (mm)	peso(kg/m)
25					1.5	0.172
32					1.8	0.264
40			1.8	0.334	2.0	0.366
50			1.8	0.442	2.4	0.547
63			1.9	0.562	3.0	0.854
75	1.8	0.642	2.2	0.766	3.6	1.21
90	1.8	0.774	2.7	1.12	4.3	1.74
110	2.2	1.14	3.2	1.62	5.3	2.60
125	2.5	1.47	3.7	2.12	6.0	3.34
140	2.8	1.84	4.1	2.62	6.7	4.16
160	3.2	2.38	4.7	3.43	7.7	5.46
180	3.6	3.00	5.3	4.35	8.6	6.86
200	4	3.70	5.9	5.37	9.6	8.49
225	4.5	4.67	6.6	6.73	10.8	10.8
250	4.9	5.65	7.3	8.28	11.9	11.2
280	5.5	7.08	8.2	10.4	13.4	16.6
315	6.2	8.95	9.2	13.1	15.0	20.9
355	7.0	11.4	10.4	16.7	16.9	26.5
400	79	14.5	11.7	21.1	16.1	33.7

#### Espesor nominal

Será el que figure en la tabla anterior.

#### Sección del tubo y alineación

La sección del tubo perpendicular a su eje debe ser una corona circular, y las generatrices de las superficies cilíndricas interior y exterior del mismo serán dos paralelas con las tolerancias de ovalización y rectitud.

## **Artículo 56: Juntas**

### *Las juntas posibles por PVC*

- Unión por encolados.
- Unión mediante anillos de elastómeros.

En el caso de la instalación que nos ocupa se elige la junta por encolado, ya que se adapta mejor a las características de la obra a ejecutar.

Este tipo de junta exige que uno de los extremos termine en una copa preformada en fábrica, cuya longitud y cuyo diámetro interior deberán cumplir las siguientes especificaciones:

El encolado se realizará entre la superficie exterior del extremo macho y el interior de la copa utilizando un adhesivo disolvente del PVC no plastificado, de modo se consiga una auténtica soldadura en frío.

Este tipo de junta se utilizará preferentemente para la unión de los tubos las piezas especiales pero, en general, no se admite la unión de los tubos de diámetro nominal superior a 150 mm. Su utilización en tubos de diámetro nominal superior exige aplicar un coeficiente de reducción en el timbraje de la tubería de 0,80.

## **Artículo 57: Accesorios para tuberías**

Podrán ser de UPVC fabricados por moldeo a inyección, o a partir de tubo

También pueden utilizarse accesorios de fundición de hierro u otros tales, siempre que vayan provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de UPVC. En todos los casos su resistencia a la presión interna debe ser como mínimo igual a la del tubo a la que se conecte.

## **Artículo 58: Uniformidad**

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados tendrán características geométricas dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de la obra podrá modificar esta norma cuando a su juicio sea conveniente.

## **Artículo 59: Marcado de los tubos y accesorios**

Los tubos y accesorios de UPVC llevarán un marcaje indeleble conteniendo los siguientes datos:

- Designación comercial.
- Monograma de la marca de fábrica.
- Indicación de UPVC.
- Diámetro nominal.
- Presión normalizada.
- Año de fábrica.

## **EPÍGRAFE 2: MATERIALES**

### **Artículo 60: Materiales componentes de las tuberías de cloruro de vinilo no plastificado**

Los materiales a emplear en la fábrica de los tubos y del resto de los elementos que intervienen en la formación de la tubería instalada deberán satisfacer las exigencias que en este pliego se especifican.

Se consideran sometidos a estas exigencias los siguientes:

- Resina sintética de PVC técnico.
- Policloruro de vinilo no plastificado.
- Aditivos.
- Adhesivos para encolado de UPVC.
- Elastómeros para juntas.
- Lubricantes para juntas.

- Metales férricos.
- Otros metales.
- Pinturas y otros revestimientos.
- Otros materiales no relacionados que puedan intervenir en la formación de la tubería terminada o en su colocación en la situación definitiva.

### **Artículo 61: Ensayo de los materiales**

No se prevé en principio efectuar ensayos contradictorios de los antes relacionados, salvo que exista discrepancia sobre su calidad.

Los gastos y pruebas serán a cargo de contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso efectuar en laboratorios al efecto, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista.

### **Artículo 62: Resina sintética de policloruro de vinilo**

Es un material termoplástico, polímero de adición (homopolímero) de cloruro de vinilo, que a temperatura ambiente es sólido, duro rígido y con deficientes cualidades de flexibilidad y de resistencia al choque. Tiene poca estabilidad y es difícil de caliente.

Las materias primas empleadas para su fabricación son el acetileno y el clorhídrico seco. De esta combinación se obtiene el gas cloroetano o cloruro de vinilo.

La resina que se emplea para la fabricación de los tubos de PVC técnico en polvo con un grado de pureza mínimo del 99%.

### **Artículo 63: Policloruro de vinilo no plastificado**

Es un material termoplástico compuesto esencialmente por resina sintética de PVC técnico mezclada con las proporciones de aditivos colorantes, estabilizadores y lubricantes, mínimos indispensables para permitir el moldeo de PVC técnico en polvo con grados de pureza mínimo del 99%.

## **Artículo 64: Aditivos empleados en la fabricación de UPVC no plastificado**

Los aditivos que se mezclan con la resina sintética de UPVC para la fabricación de PVC no plastificado, consistirán en pigmentos, estabilizantes metálicos y lubricantes, destinados a facilitar el moldeo de la mezcla por extrusión y hacer el producto final más resistente a los agentes químicos y a las radiaciones lumínicas y térmicas.

La proporción de aditivos que entre en la composición de UPVC será la indispensable para conseguir dichos objetivos.

En ningún caso se admitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (FILLERS) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia a del UPVC o rebajar su calidad.

## **Artículo 65: Características técnicas de policloruro de vinilo no plastificado**

El policloruro de vinilo no plastificado, después de su conversión en tubos o accesorios acabados, deberá cumplir las características técnicas que se establecen a continuación:

### Características generales:

- Peso específico: 1,38 a 1,44 g/cc
- Opacidad < 0,2%
- Inflamabilidad: no debe ser combustible.

### Características mecánicas:

- Resistencia a la tracción mínima: 500kg/cm<sup>2</sup>
- Alargamiento a la rotura mínimo: 80%.
- Módulo de elasticidad: 30.000 kg/cm<sup>2</sup> + 10%, según método de flexión alternada con el abastecimiento de Rolland-Sorin.

### Características térmicas:

- Calor específico: 0,24.
- Coeficiente de expansión térmica lineal: 0,08mm/m/°C.

- Temperatura de reblandecimiento VVICAT con carga de 5 kg. según E 53118 no inferior a 77°C.
- Conductividad térmica a 20 grados C. :35 E-S

**Características químicas:**

- Resistencia a la acetona: Se seguirá la norma BS 3.505.
- Resistencia al ácido sulfúrico: Se asegura la norma BS 3.505.

**Artículo 66: Adhesivos disolventes para juntas**

Los adhesivos que se utilicen para el encolado de juntas deberán contener como vehículo un líquido orgánico volátil que disuelva o ablaide las superficies del UPVC que han de ser unidas, de modo que el conjunto se convierta esencialmente en una pieza del mismo tipo que el PVC no plastificado.

**Artículo 67: Lubricantes para juntas de estanqueidad**

El lubricante que se utilice para facilitar la inserción del extremo macho de un tubo en la copa de otra pieza a unir, en el caso de utilizarse juntas elastoméricas, estará exento de aceites o de grasas minerales.

**Artículo 68: Elastómeros para juntas de estanqueidad**

Reunirán las características y serán sometidos a los ensayos descritos en las Recomendación ISO/R1398. 1970, y en los Anejos A, B y C de dicha recomendación.

La dirección de obra establecerá el procedimiento operatorio para garantizar que solo se incluyan en la obra elementos correspondientes a partidas aceptadas. No serán considerados utilizables los elementos defectuosos pertenecientes a partidas ensayadas y que en conjunto hayan resultados aceptables.

El contratista será responsable del grado de dureza elegido para cada elemento de estanqueidad

El grado de dureza adoptado en cada caso, debe ser tal, que todos los anillos de estanqueidad serán aceptados. No serán considerados utilizables los elementos defectuosos pertenecientes a partidas ensayadas y que en conjunto hayan resultado aceptables.

El grado de dureza adoptado en cada caso, será tal, que todos los anillos de estanqueidad aceptados permitan realizar las pruebas en fábrica y campo, tanto de las juntas como del conjunto de la tubería. Si a causa de un defecto de dureza se produjese defectos de estanqueidad en las referidas pruebas, se debe suministrar todo el material sospechoso de este defecto, a expensas del Contratista.

### **EPÍGRAFE 3: FABRICACIÓN**

#### **Artículo 69: Procedimiento de fabricación de los tubos**

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión y arrastre.

La materia prima a utilizar será una mezcla homogénea de resina de PVC en polvo y de los aditivos indispensables.

#### **Artículo 70: Procedimiento de fabricación de accesorios**

La materia prima a utilizar para la fabricación de accesorios de PVC no plastificado deben cumplir las mismas especificaciones que la empleada para la fabricación de los tubos.

El procedimiento de fabricación más perfeccionado es el del moldeo a inyección.

Durante el proceso de fabricación debe verificarse el completo llenado de los moldes, comprobándolo mediante la auscultación de coqueras o poros en el material.

#### **Artículo 71: Fabricación en serie**

Las plantas de producción, tanto de tubos como de accesorios, estarán preparadas para la fabricación en serie obedeciendo las normas de tipificación compatibles con el presente Pliego.

## **Artículo 72: Laboratorio y banco de pruebas**

El fabricante dispondrá de laboratorios debidamente equipados para la determinación de las características físicas y químicas de la materia prima y de los productos acabados y de un banco de pruebas. En ellos se realizan los siguientes ensayos y controles:

1. De la materia prima.
2. Del proceso de fabricación.
3. De los productos acabados.

Los ensayos y controles se realizarán con la periodicidad que se demande y los resultados se conservarán en los correspondientes registros.

## **EPÍGRAFE 4: PRUEBAS**

### **Artículo 73: Clasificación**

*Las pruebas se clasifican en dos grupos*

- Pruebas en fábrica y control de fabricación.
- Pruebas en obra.

### **Artículo 74: Pruebas de fabricación y control de localización**

*Normativa general*

La administración controlará mediante la dirección de obra el proceso de fabricación y los materiales empleados en todos y cada uno de los elementos que deban entrar a formar parte de la red de riego.

Si el contratista no es fabricante de alguno de ellos deberá introducir en su contrato de suministro, la cláusula que permite a la administración efectuar tal control. Cuando existan procesos industriales secretos, se advertirá así en la oferta, sustituyéndose el control de proceso, por un control especial de calidad del producto acabado que fijará el director de obra.

El fabricante comunicará con quince días de antelación, de manera escrita y expresa, a la dirección de obra en que pueden comenzarse las pruebas. La dirección de obra puede

asistir de manera personal o representada a tales pruebas. Si no asiste el fabricante enviará certificación de los resultados obtenidos. Esta certificación será siempre, referida a la prueba de resistencia a la presión normalizada que obligatoriamente se realizará sobre cada tubo.

#### Ensayos de materias primas

El fabricante deberá asegurarse que tanto las materias primas como los compuestos y mezclas que intervienen en la fabricación, poseen características constantes y cumplen las especificaciones requeridas para conseguir las que para los productos acabados se exigen en este pliego.

En principio, los ensayos de recepción no se prevén efectuar ensayos contradictorios de las materias primas, salvo que existan discrepancias con el contratista sobre su calidad. En ese caso se efectuarán las siguientes determinaciones.

En la resina de PC:

- Contenido de agua.
- Peso específico.
- Densidad aparente.
- Granulometría.
- Componentes volátiles.
- Índice de polimerización.
- Viscosidad específica según norma UNE 53.093.

En los aditivos estabilizantes:

- Contenido de agua.
- Contenido de metales.

En los aditivos lubricantes:

- Punto de fusión determinado por el método del tubo de TIELE.
- Los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos que sea preciso efectuar en laboratorios designados por la Administración como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la Administración, si como consecuencia de ellos, se rechazaran o admitiesen, respectivamente, los materiales o partes de ellos ensayados.

#### Control del proceso de fabricación

Se realizarán sobre muestras obtenidas a lo largo del proceso de producción de los tubos y accesorios, procediendo a los siguientes ensayos:

Cada dos horas y a la salida del tubo de cada extrusora se efectuarán las determinaciones siguientes:

- a) Examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior de la pared del tubo).
- b) Pruebas dimensionales (diámetro exterior medio, concentridad, ovalación y espesor).

Sobre cada extrusora, y una vez como mínimo por turno de trabajo (8 horas):

- a) Determinación del comportamiento al calor.

Pruebas de los productos acabados. Se realizarán obligatoriamente, las siguientes pruebas:

- Examen del aspecto exterior.
- Pruebas de forma y dimensiones.
- Prueba de estanqueidad.
- Prueba de rotura bajo presión hidráulica interior.
- Prueba de rotura por impacto.
- Prueba de tracción.
- Prueba de aplastamiento (flexión transversal).
- Pruebas de rugosidad.

#### Formación y control de lotes

Las pruebas a efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de doscientas unidades iguales o fracción. Los tubos deberán estar numerados por series con numeración correlativa y

por un procedimiento de grabado en la masa. Las piezas se numerarán de la misma forma por troquelado.

El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá de cada lote el número de elementos necesario para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desecharido, se identificará, y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permita su fácil reconocimiento como no aptas. Además se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraude. En el caso de que estos elementos se incluyesen en la obra, en contra de las instrucciones de la dirección de obra, a juicio de la misma, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

#### *Examen del aspecto exterior*

Los tubos deberán presentar a simple vista una distribución uniforme de color y estarán libres de artistas, rebabas, rayas, fisuras, granos, poros, ondulaciones u otros defectos.

Se comprobará en la sección transversal la homogeneidad de coloración y se observará si existen inclusiones extrañas, grietas, burbujas u otros defectos.

Se rechazará cualquier elemento (tubo o accesorio) que presente señales de haberse reparado en frío o caliente, o que por cualquier otro defecto observado en el examen a simple vista el director de obra considere no apto para su empleo. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas eliminadas no se repondrán en el lote, debiendo quedar este con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

#### *Opacidad*

Se verificará que no pasa al interior del tubo más del 0,2% de la luz visible que incide en el exterior.

### Forma y dimensiones

Se realizará la prueba en cinco tubos de cada lote para verificar lo siguiente:

- Ortogonalidad de los extremos del tubo.
- Alineación de las generatrices.
- Longitud.
- Diámetro exterior.
- Espesor de la pared del tubo.
- Ovalación.

Las pruebas se realizarán a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $65\% \pm 2\%$  de humedad relativa, sin acondicionamiento previo de los tubos.

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

Se medirá cada una de las dimensiones en los cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una finalidad del noventa y cinco y medio por ciento (95,5%). El intervalo de confianza será:

$$\mathbf{m + 2S}$$

Siendo “m” la media y “S” la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En caso contrario se rechazará.

### Procedimiento para efectuar estas determinaciones:

1) Se colocarán cada uno de los tubos objeto de ensayo sobre una superficie plana que permita rodarlos y comprobar mediante escuadras la ortogonalidad del plano ideal que debe formar cada extremo con la generatriz.

En el caso de tubos con copa se corregirá la diferencia de alturas debida a la copa.

2) Alineación de las generatrices.

Se medirá la flecha máxima mediante una regla o un hilo de albañil bien tensado entre los extremos del tubo. La medida se efectuará con un calibrador pie de rey que aprecie como mínimo 0,5 mm.

### 3) Longitud del tubo.

Se medirá con cinta métrica graduada en mm. Se tomarán dos medidas sobre generatrices opuestas, tomando la media como resultado válido. La precisión de las medidas será como mínimo de 1 mm.

### 4) Diámetro exterior.

Se medirá con un calibre pie de rey con precisión de 0,05 mm. Se efectuaran cuatro medidas por tubo sobre dos diámetros perpendiculares en cada una de las dos secciones situadas a 1/3 de la longitud nominal de cada extremo, tomándose la media de las cuatro como resultado, con aproximación de 0,05 mm.

### 5) Espesor de la pared del tubo.

Se determinará con un micrómetro de superficies curvas con una precisión de 0,05 mm. Las medidas se efectuarán en dos secciones situadas como mínimo a 20 mm de los extremos del tubo. En cada tubo se tomarán cuatro medidas en cada una de dichas secciones en los extremos de dos diámetros perpendiculares.

### 6) Ovalación.

Para su medición se utilizará la muestra de cinco tubos separados anteriormente.

Se practicará un ensayo consistente en hacer pasar por el interior de cada tubo, una bola calibrada con el umbral de tolerancia o bien dos discos iguales y paralelos de la dimensión apropiada, sujetos a un vástago rígido y separados entre si una distancia igual o superior al diámetro del tubo.

Si la galga no pasa a través de uno de los tubos, se tomarán otros cinco al azar para realizar una segunda prueba análoga. Si la segunda prueba es positiva; se aceptara el lote completo desechariendo el defectuoso. Si la segunda prueba arroja algún tubo defectuoso, se rechaza el lote.

Si en la primera prueba se obtiene más de un tubo defectuoso se rechazará la partida.

El valor de la ovalación se expresa en mm con una aproximación de 0,05 mm.

### Prueba de estanqueidad

Para efectuar esta prueba se utilizarán los cinco tubos tomados en las pruebas anteriores.

Los tubos se mantendrán desde una hora antes a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Cada tubo se probará de la siguiente forma:

Se cerrarán herméticamente sus extremos con un procedimiento que no implique alteración de la resistencia del tubo, colocando en la tapa de un extremo un manómetro contrastado, un purgador de aire y una llave de llenado que estará conectada a una fuente de presión hidráulica

Se llenará el tubo de agua y después de purgar el aire interior se va elevando la presión hidráulica a razón de  $1 \text{ kg/cm}^2$  cada minuto, hasta alcanzar la presión de  $P_n$ . Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora.

Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos, o transpiraciones visibles.

Si un tubo es defectuoso se repetirá la prueba en otros cinco. Si esta es satisfactoria en todos los tubos se admitirá el lote; en caso contrario se rechazará también todo el lote.

### Juntas

Se probarán por el mismo procedimiento que las llaves abiertas.

### Pruebas de rotura bajo presión hidráulica interior

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una magnitud:

$$L = 3 \cdot D + X$$

Con un valor mínimo de “ $L$ ” igual a **250 mm** y en donde:

**L** = Longitud de la probeta en mm.

**D** = Diámetro nominal del tubo en mm.

**X** = Longitud de los tapones de cierre.

Las probetas se acondicionarán desde una hora antes del ensayo a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

Se obtura cada probeta en sus extremos con los accesorios de cierre que no alteren la resistencia de la pared de las probetas.

Se llenarán de agua, se purgarán de aire y se introducirán en un baño termostático donde permanecerán a la temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  una hora antes del ensayo a fin de que se igualen las temperaturas. A continuación se aplicará lentamente presión a la probeta a menos de  $1 \text{ kg/cm}^2$ . Y segundo, hasta llegar a una presión hidráulica interna de  $4 \text{ Pn}$  para la prueba de corta duración (60-70 segundos) de  $2 \text{ Pn}$  para la prueba. Las probetas no se deberán romper antes de que transcurran dichos intervalos.

Si la prueba no fuera satisfactoria en las tres probetas se rechazará el lote. Si solo una no alcanza el valor exigido se ensayarán otras tres probetas sacadas de tres nuevos tubos tomados al azar. Si estas tres resultan satisfactorias se acepta todo el lote, pero si falla una se rechazará.

#### Prueba de alargamiento y rotura a la tracción

Mediante esta prueba se determina la carga y el alargamiento en la rotura a la tracción de las probetas normalizadas obtenidas de los tubos.

De cada tubo se preparan cinco probetas por el siguiente procedimiento:

Se corta un trozo de tubo a lo largo de una generatriz y se calienta en estufa a  $120^{\circ}\text{C}$  durante el tiempo necesario para conseguir el reblandecimiento del material. Se abre el tubo y se extiende entre dos planchas metálicas planas, que se someten a presión sin provocar variación sensible de espesor en el material. Se deja enfriar completamente.

De esta plancha de material se cortan y se mecanizan por fresado cinco probetas con la forma y dimensiones especificadas en la norma UNE 53-112-73.

Se rechazarán las probetas que presenten rayas, fisuras burbujas u otros inconvenientes que puedan falsear los resultados.

Después del mecanizado se mantienen las probetas a la temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante dos horas.

Se ensayan a tracción en una máquina provista de mordazas que puedan separarse a la velocidad constante de  $6\text{mm/min} \pm 10\%$  y que disponga de indicadores de los esfuerzos y deformaciones instantáneas.

Se traza la curva tensión-deformación y sobre ella se determina la carga específica de rotura y alargamiento en la rotura.

Después de rotas las probetas se examina la sección de rotura de todas ellas, considerando nulos los ensayos en los que presenten cuerpos extraños en dicha sección.

La carga de rotura en  $\text{kg/cm}^2$  se obtiene por la fórmula:

$$\mathbf{r} = \mathbf{F}/(\mathbf{b} \cdot \mathbf{e})$$

En donde:

**r** = Carga de rotura en  $\text{kg/cm}^2$

**F** = Carga máxima alcanzada en  $\text{kg/cm}^2$

**b** = Anchura inicial en centímetros de la parte calibrada de la probeta.

**C** = Espesor inicial en centímetros de la parte calibrada de la probeta.

El alargamiento en la rotura se obtiene por la fórmula:

$$\mathbf{E} = (\mathbf{L}/\mathbf{l}) \cdot 100$$

En donde:

**L** = Variación de la longitud en cm de la parte calibrada de la probeta.

**l** = espesor inicial en cm de la parte calibrada de la probeta.

El resultado final será la media aritmética de las cinco probetas ensayadas.

Si no cumple los valores exigidos se repetirá el ensayo sobre dos tubos distintos, de cada uno de los cuales se sacarán cinco probetas.

Si uno de estos tubos no cumple las prescripciones exigidas se rechazará, en caso contrario se aceptará.

Prueba de resistencia al impacto a 0°C y 20°C

Se realiza esta prueba sobre cinco tubos distintos de cada uno de los cuales corta una probeta de las siguientes longitudes:

150 mm, si el tubo tiene un diámetro nominal inferior a 75mm.

200 mm, si el tubo tiene un diámetro nominal superior a 75 mm.

Alrededor de cada probeta se trazan con lápiz graso tantas líneas equidistantes, paralelas al eje del tubo como se indica en la siguiente tabla:

dn	nº de líneas
40	1
50-63	2
75-90	4
110-125	6
140-160-180	8
200-225-250	12
280-315-355	16
400=<	24

Se acondicionarán las probetas a  $0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , durante dos horas como mínimo, e inmediatamente después se procede al ensayo.

Se utilizará un aparato que permita caer libremente y sin rozamiento apreciable un peso desde una altura cuyos valores (peso y altura) dependen del diámetro del tubo y de la temperatura de ensayo.

Temperatura de ensayo 0°C ± 1°C

Diámetro exterior (mm)	Peso del ensayo (Kg)	Altura de caída (mm)
25>	0,25	0,5
32	0,25	1
40	0,25	1
50	0,25	1
63	0,25	2
75	0,25	2
90	0,5	2
110	0,5	2
125=<	1	2

Temperatura de ensayo 20°C ± 2°C

Diámetro exterior (mm)	Peso del ensayo (kg)	Altura de caída (mm)
16	0,5	2
20	0,75	2
25	1	2
32	1,25	2
40	1,375	2
50	1,5	2
63	1,75	2
75	2	2
90	2,25	2
110	2,275	2
125	2,75	2
140	3,25	2
160	3,75	2
180	3,75	2
200	4	2
225	5	2
250	5,75	2
280	6,25	2
315=<	7,5	2

El soporte de la probeta es un cilindro metálico cuyo ángulo ha de ser de 120 grados con caras planas y de longitud adecuada a la probeta.

Se deja caer el peso sobre una de las líneas trazadas en la probeta, si no se rompe se gira la probeta y se deja caer el peso sobre la línea siguiente, continuando así hasta que la probeta se rompa o haya recibido un golpe en cada una de las líneas marcadas.

Se llama coeficiente de impacto a la relación entre el número total de probetas y el número de golpes expresado en porcentaje.

Se llama verdadero grado de impacto al coeficiente de impacto que se obtendrá si se ensayase todo el lote de tubos sometidos a examen.

Las probetas se irán ensayando hasta que el resultado global del ensayo caiga dentro de la zona de aceptación de la gráfica que rige este ensayo.

El lote se aceptará si el coeficiente de impacto es inferior al 10% en el ensayo de 20°C o al 5% en el ensayo a 0°C.

#### Prueba de comportamiento al calor

Se realiza sobre tres probetas tomadas de tres tubos distintos. Cada una tendrá una longitud de 300 mm ± 20 mm.

En cada probeta se trazarán dos marcas circulares distantes 100 milímetros, de manera que cada una de ellas está a 50 mm de uno de los extremos.

Las probetas se acondicionarán antes del ensayo durante veinticuatro horas a 20°C ± 2°C.

Se medirá a esa temperatura la distancia entre las marcas con una aproximación de 25 mm, y a continuación se sumergirán las probetas en un baño a temperatura 150°C ± 2°C suspendidas verticalmente del extremo más alejado de las señales evitando que toquen las paredes del recipiente termostático.

Se mantendrán en el baño durante quince minutos si el espesor del tubo es menor de 8 mm. Y treinta minutos si es mayor de 8 mm.

Transcurrido este tiempo se retirarán las probetas y se enfriarán a  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Después de medir nuevamente la distancia entre las señales.

La variación de la distancia entre las marcas se obtiene por la siguiente fórmula:

$$T = (L/L_0) \cdot 100$$

En donde:

**T** = Variación de la longitud expresada en %.

**L** = Variación de las distancias entre señales antes y después del ensayo (**L** ser negativo)

**L<sub>0</sub>** = Distancia entre señales antes del ensayo.

#### Prueba de rugosidad

Es optativa y se realiza solamente cuando existan razones a juicio del director de obra.

Esta prueba consiste en medir la pérdida de carga que se produce en el interior de la tubería para un determinado caudal. Con tubos o trozos elegidos por un procedimiento aleatorio para partidas de 2.000 metros de fracción, se forma una tubería en U que presente en cada rama de la U una longitud recta igual o superior a 110m. Por uno de los extremos de la U se inyectará agua a presión midiendo el caudal que circule ante un caudalímetro que aprecie 1 por mil.

Puesto en funcionamiento el sistema, purgando el aire y estabilizando el flujo, se observarán los manómetros diferenciales restando las lecturas.

Se intercambiarán los manómetros y se volverán a leer obteniendo la diferencia de lecturas.

El promedio de las diferencias dividido por dos será la pérdida de la carga de la tubería de 100 m. De aquí se deducirá la **J** para cada una de las tres velocidades del agua.

El valor promedio de las tres J obtenidas no debe superar el que se obtendría por cálculo teórico.

Cualquiera de los valores de J obtenidos, no debe superar un 10% al correspondiente calculado.

Si no se cumplen estas condiciones se rechazará la partida.

## **Artículo 75: Pruebas de obra**

### Pruebas a realizar

Se harán dos pruebas hidráulicas diferentes: una a presión interior y otra a estanqueidad.

#### Prueba a presión hidráulica interior

Las tuberías de UPVC serán probadas a presión por tramos que no excedan de 500m. La presión de prueba será 3/4 Pn. Si hay diferentes presiones normalizadas se probará por tramos compuestos de tubo de igual clase.

La presión se controla de forma que en ningún punto de la tubería existan inferiores a 0,68 Pn.

El control se efectuará mediante ventosas instaladas en los puntos altos. Se llenarán de agua y se verificará la continuidad hidráulica de la tubería en el tramo antes de aplicar la presión.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 10 Kg/cm<sup>2</sup> por minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria cuando el manómetro no alcance un descenso superior a:

$$(0,075 \times P_n)^{1/2}$$

Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

### Prueba de estanqueidad

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a la presión máxima estática previsible. Si por alguna causa justificada no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

Máxima presión estática prevista en el tramo:

$$\mathbf{P_N/2}$$

La prueba se realizará por la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para seguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad deberá ser de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$v=0,12 \cdot L_i \cdot D_i$$

Dónde:

**v** = Cantidad de agua inyectada (litros)

**L<sub>i</sub>** = Longitud del tramo i (m)

**D<sub>i</sub>** = Diámetro exterior de la tubería en el ramo i (m)

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las perdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los efectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

### Llaves o ventosas

Para efectuar esta prueba en llaves, o ventosas, se montará la pieza formando un trozo corto de tubería obturado en los extremos.

Se harán dos pruebas para las llaves; una de ellas con llave abierta, comprobando que no hay pérdidas ni humedades. Se admite el apretado de prensa estopas.

La segunda, a llave cerrada, con una cámara de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades a través del obturador.

La prueba será también de doble control, sobre cinco elementos en la primera etapa y otros cinco en la segunda.

Para las ventosas sólo se hará la prueba descrita para llave abierta.

## **EPÍGRAFE 5: TOLERANCIAS**

### **Artículo 76: Tolerancia en el diámetro nominal**

Las tolerancias admisibles serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$(0,0015 D + 0,1) \text{ mm}$$

Redondeándolas a 0,05mm., con un valor mínimo de 0,2mm.

"D" expresado en milímetros.

### **Artículo 77: Tolerancias en el espesor nominal de la pared**

Serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$(0,1 \cdot e + 0,2) \text{ mm}$$

Redondeándolas a 0,05 mm. y con un valor mínimo de 0,3 mm.

"e" expresado en milímetros.

### **Artículo 78: Tolerancias a la longitud nominal**

Será de  $\pm 10$  mm (en defecto o en exceso) para todas las longitudes cualesquiera que sean los diámetros.

## **Artículo 79: Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura**

1) Juntas por encolado

Solo se admitirán tolerancias positivas que no superarán a:

$$(0,0015(D+2e) + 0,1) \text{ mm}$$

Redondeándolas a 0,05 mm con un valor mínimo de 0,2mm.

2) Juntas elásticas

Las tolerancias en el diámetro interior de las juntas deberán ser fijadas por el fabricante, considerando las del diámetro exterior del tubo y las del anillo o anillos. Permitirán una desviación de al menos tres grados en la alineación.

## **Artículo 80: Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos**

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo interior al intervalo 90 grados sexagesimales  $\pm 2$  grados sexagesimales.

## **Artículo 81: Tolerancias en alineación**

Se medirán de acuerdo con lo especificado anteriormente:

Diámetro nominal en mm (para "L" en m)

Flecha máxima en m

- Desde 80 a 200  $\rightarrow 4,5 \cdot L$
- Desde 250 a 500  $\rightarrow 3,5 \cdot L$
- Desde 600=<  $\rightarrow 2,5 \cdot L$

## **Artículo 82: Muestras inutilizadas**

La dirección de la obra tendrá derecho a separarlas inutilizándolas si fuera preciso en las proporciones que para cada prueba se especifica, y se tendrá en cuenta que para el conjunto de todas las pruebas y ensayos el valor del material inutilizado, pero aceptable de la obra según los mismos no superará el 1,5% del total instalado. En este porcentaje no se tendrá en cuenta el material utilizado en las segundas series de ensayos, cuando sean necesarios por haberse producido el máximo número de fallos tolerado en las primeras series.

## **EPÍGRAFE 6: TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES**

### **Artículo 83: Inspección en fábrica previa al transporte**

Con independencia de la vigilancia que realice la dirección de obra, el contratista está obligado a inspeccionar los pedidos de tubería de UPVC y las piezas especiales correspondientes en la fábrica o en los almacenes del proveedor, antes de proceder a la carga del material, asegurándose que se corresponden con las exigencias, del proyecto y que no hay elementos deteriorados.

### **Artículo 84: Carga, transporte y descarga**

Durante estas operaciones se deberán proteger los tubos en todo momento y especialmente en los extremos, ya que la solidez de cualquier junta depende de las condiciones que se encuentra la copa del extremo macho.

Las operaciones de carga sobre el vehículo se realizarán a mano con medios mecánicos, con los debidos cuidados para no dañar el material. Se evitará que los tubos descansen directamente sobre estructura metálica de la caja del vehículo, o sobre, perfiles, remaches u otras partes salientes metálicas, para lo cual se dispondrán caballetes o "palets" sobre el suelo de la caja. La carga se sujetará bien a lo largo de toda su longitud con cuerdas al bastidor del vehículo, con el fin de evitar rozamientos y golpes debidos a trepidaciones durante el transporte.

La descarga se realizará a mano evitando arrastrar los tubos y adoptando las mismas precauciones que para la carga. Pueden también descargarse dejándolos rodar suavemente sobre talones, asegurándose de que los tubos no caigan sobre superficies duras e irregulares o se golpeen unos con otros al caer.

Se procurará descargar los tubos a pie de obra para evitar nuevas operaciones, dejándolos colocados a lo largo de la zanja y en el lado opuesto al caballero de la excavación.

## **Artículo 85: Almacenamiento de los tubos**

Los tubos en ningún caso se amontonarán formando grandes pilas a la intemperie, especialmente en condiciones de clima cálido.

Los tubos podrán almacenarse bajo cubierta en capas, de forma que las copas y los extremos machos están alternados y que aquellas queden salientes para evitar deformación permanente de los tubos.

Para un almacenamiento a largo plazo, deberá colocarse bajo los tubos soporte o caballetes de madera de una anchura no inferior a 75 mm, separados entre sí un metro como máximo para tubos de más de 150 mm de diámetro. Para medidas inferiores separarán los caballetes a una distancia de 500 mm.

La pila de tubos no tendrá más de siete capas y, en todo caso, su altura no deberá exceder de 1.500 mm

Si se apilan tubos de distinto diámetro, los más gruesos deberán colocarse siempre en la base.

Si los tubos han de almacenarse durante corto período de tiempo a la intemperie y no se dispone de caballetes, el terreno de apoyo deberá estar bien alineado y libre de piedras sueltas. Los tubos almacenados así no deberán apilarse en más de tres altura y deberán estar sujetos para evitar movimientos.

La altura de las pilas deben reducirse si los tubos están anidados (tubos de menor diámetro introducidos dentro de otros de diámetro superior). La reducción de la altura será proporcional al peso de los tubos anidados comparado con el de los tubos de mayor diámetro.

En cualquier caso los tubos deberán protegerse de la acción directa de los rayos Solares mediante lonjas, sombrajos, etc.

Como la solidez de cualquier junta depende mucho de las condiciones en que se encuentre la copa y el extremo macho, se tomarán los máximos cuidados para evitar daños en los extremos de los tubos durante la carga, transporte, descarga y almacenaje.

### **Artículo 86: Zanjas**

Las zanjas se abrirán con máquinas adecuadas para este fin. Se abrirán a mano solo en casos especiales y cuando determinadas circunstancias aconsejen esta precaución.

Las tierras procedentes de la excavación se amontonarán en cordones paralelamente a la zanja, situándolas siempre al mismo lado, para facilitar el macizado con equipos mecánicos.

En caso de que las zanjas estén a media ladera, los cordones de tierra los se colocarán en el lado más alto para proteger la excavación de las aguas de escorrentía superficial.

### **Artículo 87: Perfilado de rasantes**

La solera deberá perfilarse a mano hasta dejarla con la sección transversal completamente horizontal y con las pendientes longitudinales especificadas en el proyecto.

Antes del perfilado se acondicionará la solera a mano rellenando con la gravilla y compactando bien las áreas blandas. Se quitarán las piedras sueltas y rocas que afloren en la superficie, así como las raíces y demás obstáculos que impidan la correcta nivelación de la solera.

### **Artículo 88: Precauciones en terrenos especiales**

En presencia de terrenos inestables o zonas donde se puedan temer deslizamientos, como arcillas expansivas, limos o lodos susceptibles al movimiento de las aguas frenéticas, se colocará entre la solera de la zanja y la tubería un lecho de gravilla o piedra molida (no caliza) con una granulometría bien graduada entre 2 y 10 mm.

El espesor del lecho será uniforme y no inferior a 1/3 del diámetro de la tubería, con un mínimo de 100 mm. En condiciones húmedas o de terreno blando, o donde la superficie de la solera sea muy irregular, deberá aumentarse el espesor del lecho en lo que estime el director de obra.

El lecho deberá compactarse uniformemente en capas de espesor no mayor de 150 mm dándole la misma pendiente longitudinal exigida por la solera.

En laderas donde hay peligro de deslizamiento o deformaciones de grietas se aumentará la profundidad de la zanja, colocando las tuberías a ser posible fuera de la zona afectada por dichos movimientos de suelo.

En terrenos como los que se indican en este apartado, deberán emplearse juntas de dilatación a lo largo de toda la conducción.

#### **Artículo 89: Dimensiones de las zanjas**

La tubería será enterrada a una profundidad tal que quede protegida del tráfico que por azar pueda cruzarla, en las operaciones mecánicas agrícolas, de heladas o de grietas en el suelo.

La mínima anchura de la zanja en el fondo será tal que permitirá la colocación de juntas si ello fuera necesario y el inicio del relleno con la compactación.

La excavación de las zanjas se hará de tal forma que la superficie que quede sea regular, de tal forma que permita de por sí, un buen asiento de la tubería. Caso de que al hacer la excavación no ocurriera así, se deberá recurrir a la limpieza y nivelación de dicha superficie con medios manuales.

Se tomarán especiales precauciones de seguridad cuando se trabaje en suelos inestables, en zanjas profundas o en otras circunstancias peligrosas.

## **Artículo 90: Drenaje de zanjas**

Para evitar que por inundación de las zanjas se produzca la flotación de la tubería o derrumbes de tierra y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes, y en cualquier caso, antes de depositar la tubería en el fondo de aquella, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario, de acuerdo con el perfil, con objeto de garantizar la completa evacuación de las aguas hacia los desagües naturales de la zona.

## **Artículo 91: Acopio de las piezas especiales**

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidos entre las tuberías lo más próximos posibles a los sitios de colocación de modo que puedan colocarse con facilidad o sobrantes que pudiera haber.

## **Artículo 92: Instalación de la tubería**

Después de nivelar y apisonar manualmente el material del lecho, o la correcta pendiente longitud de la tubería y su continuidad al objeto de evitar crestas, se procederá a la colocación a mano de los tubos sobre la superficie del lecho.

Los tubos de UPVC con juntas soldadas deberán colocarse siguiendo una línea para absorber los movimientos de contracción. La amplitud y frecuencias dependen de la temperatura y se ajustarán a la siguiente tabla:

<b>Disminución de temperatura prevista(ºC)</b>	<b>Incremento de longitud a instalar sobre la media en línea recta (%)</b>
10	0,8
15	1,2
20	1,6
25	2
30	2,4
35	2,8
40	3,2
45	3,6
50	4

Los tubos acoplados con juntas telescópicas y anillos elastoméricos con suficiente latitud de movimiento, no requieren precauciones especiales para protegerlos de los cambios dimensionales por efectos de las contracciones y dilataciones de origen térmico.

En caso de que la pendiente medida en el perfil de la rasante sea considerable, se colocarán los tubos en sucesión de abajo hacia arriba con objeto de evitar deslizamientos.

A medida que quede instalada la tubería se taponarán las aberturas para evitar la entrada de animales o elementos extraños en la misma.

### **Artículo 93: Anclaje de piezas especiales y pasos especiales**

#### **1) Anclaje de piezas especiales**

Los codos, curvas desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua, u otras acciones, experimenten esfuerzos cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción, deberán ser anclados, se especifique o no en los restantes documentos del proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad al deslizamiento.

Para calcularlo se tendrán en cuenta tanto la adherencia al plano teórico por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, como la superficie vertical de apoyo en uno de los parámetros de aquella zanja, precisamente aquel en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo será el máximo incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa. El mayor valor de la presión centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior bien entendido que dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental. Estas acciones se mallorarán con un coeficiente de seguridad no menor de uno y medio.

Cualquiera que sea la composición del hormigón para las piezas de anclaje, dará una resistencia característica de rotura a la compresión en probeta cilíndrica a los veintiocho días, no inferior a 125 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2) Pasos especiales

En los pasos bajo calles, caminos, carreteras, o ferrocarriles, se realizarán con arreglo a las condiciones impuestas por los organismos encargados de velar conservación de dichas redes varias. En los casos en los que no existan dichas condiciones, se macizarán las zanjas con hormigón en masa en el tramo de la travesía, dejando una caja de obra de fábrica para aflojar la tubería y rellenarla con material granular, de modo que sea posible extraer los tubos con facilidad si fuera preciso.

La forma y resistencia de la caja evitará que se transmitan a la conducción determinadas por el tráfico.

## **Artículo 94: Prueba de instalación**

Una vez colocada la tubería, las piezas especiales y accesorios, y hechos los anclajes y antes del cierre de zanjas se procederá a probar la instalación a presión y estanqueidad. Si fuera necesario un relleno parcial de zanjas se dejarán al descubierto juntas, piezas y elementos accesorios.

La instalación se empezará a llenar de agua lentamente con una velocidad que no exceda los 0,3 m/s. Se tendrá especial cuidado en que no quede aire atrapado en la instalación. Se irá elevando la presión lentamente hasta alcanzar la presión de prueba que será 1,4 veces la presión de trabajo (Pt) para la que ha sido diseñada la instalación y que mantendrá durante 1/2 hora. El tiempo que se tardará en alcanzar dicha presión será, por lo menos de diez minutos para presiones de prueba da hasta 10 kg/cm<sup>2</sup>. Para diámetros mayores y longitudes mayores deberá aumentarse el tiempo utilizado.

La instalación será inspeccionada completamente mientras se mantiene la presión de prueba con una oscilación máxima de  $\pm 0,5\text{kg}/\text{cm}^2$ . Todas las fugas o pérdidas detectadas durante esta inspección serán corregidas obligatoriamente en un tiempo prudencial que señalara la dirección de obra.

Si la extensión de la red así lo aconsejara se podrán fraccionar estas pruebas por tramos fácilmente aislables.

Todos los gastos que ocasionen estas pruebas serán de cuenta del contratista. Entre ellos el suministro de agua, sin que pueda alegarse para el retraso de las mismas la ausencia o conducción de agua hasta la obra, ya que si así fuera, deberá transportarla también a sus expensas.

### **Artículo 95: Cierre y macizado de las zanjas**

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descance en toda longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar su flexión, e instaladas también todas las piezas especiales, se procederá a llenar las zanjas en dos etapas.

En la primera se completará con material de relleno apisonado para conseguir un arco de apoyo correspondiente a un ángulo en el centro igual o superior a 90°. A continuación se cubrirá la conducción con una capa de tierra o con montones "punteando" la misma. El proyectista o en su defecto el director de obra decidirá sobre la clase de material de relleno. Dicho relleno debe ser un material granular fino desprovisto de aristas vivas Y piedras de más de 15 mm de diámetro.

En esta primera etapa no se debe compactar el relleno hasta el enrarse con la generatriz inferior, sí en cambio, se compactara la pequeña capa que desde ese nivel permita alcanzar el arco de apoyo de 90° y el grado de compactación será no inferior al 90% Proctor normalizado.

Una vez realizadas las pruebas satisfactoriamente, se efectuará el relleno en su segunda etapa. Para ello se compactará el material granular en los costados hasta enrasar con la superficie del suelo quedando los planos interiores verticales tangentes a la tubería.

### **Artículo 96: Materiales rechazados**

Los materiales que no reúnan las condiciones de garantía exigidas y que no superen las pruebas o que no se ajusten a cualquiera de estas normas, pueden ser rechazados. En este caso, el responsable del suministro o contratista de los materiales, se limitará a la reposición de los mismos sin cargo para la Administración.

Además, los materiales rechazados deberán ser repuestos en el plazo que fije discrecionalmente el director de obra, sin que ello suponga retraso en la terminación de las obras

Si este plazo no se cumpliera y se tratase de materiales en período de garantía el contratista será responsable de los daños que la demora pueda ocasionar.

## **CAPÍTULO 5: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA**

### **EPÍGRAFE 1: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

#### **Artículo 97: 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 98: Residencia del contratista**

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del ingeniero 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 proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la contrata.

## **Artículo 99: Reclamaciones contra las órdenes de dirección**

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del ingeniero 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 ingeniero director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno mediante exposición razonada, dirigida al ingeniero director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

## **Artículo 100: Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe**

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del ingeniero 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 ingeniero director lo reclame.

## **Artículo 101: 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 ingeniero director de la obra, si el contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

## **EPÍGRAFE 2: TRABAJO, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES**

### **Artículo 102: 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 ingeniero 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 103: Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución**

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al ingeniero 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.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el ingeniero director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro de tres meses.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el reglamento oficial del trabajo.

### **Artículo 104: 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" del "pliego general de condiciones varias de la edificación" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificados 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 ingeniero 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 105: Trabajos defectuosos**

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el ingeniero 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 trabajo, 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. Si esta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se procederá de acuerdo con lo establecido en el artículo 35.

### **Artículo 106: Obras y vicios ocultos**

Si el ingeniero 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 107: 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 ingeniero 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 ingeniero 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 ingeniero director.

## **Artículo 108: 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 ingeniero director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha de la ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo 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 3: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN**

### **Artículo 109: Recepciones provisionales**

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del propietario, del ingeniero 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 ingeniero 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 110: 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 período, el contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

### **Artículo 111: 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 el edificio no haya sido ocupado 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 el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el ingeniero director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el contratista a revisar y repasar 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 112: 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 ingeniero director de obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este pliego.

Si el 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 113: 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 ingeniero director.

#### **Artículo 114: 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 4: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS**

#### **Artículo 115: Facultades de la dirección de obra**

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al ingeniero 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, incluso en todo lo no previsto específicamente en el "pliego general de condiciones varias de la edificación", sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anexas 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 6: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍDOLE ECONÓMICA**

### **EPÍGRAFE 1: BASE FUNDAMENTAL**

#### **Artículo 116: 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 realización de este proyecto y obra aneja contratada.

## **EPÍGRAFE 2: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS**

### **Artículo 117: Garantías**

El ingeniero 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 118: Fianzas**

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

### **Artículo 119: 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 ingeniero 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 120: 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 3: PRECIOS Y REVISIONES**

### **Artículo 121: 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 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 director y a concluirla a satisfacción de éste.

### **Artículo 122: Materiales no utilizables o defectuosos**

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 ingeniero 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 123: 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 ingeniero 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 ingeniero 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 124: 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 4: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS**

### **Artículo 125: 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 126: 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 127: 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 128: 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 129: 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 130: 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 ingeniero director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

### **Artículo 131: 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 132: 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 por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

### **Artículo 133: 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 tomó 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 5: VARIOS**

#### **Artículo 134: Mejora de obras**

No se admitirán mejora de obra, más en el caso en que el ingeniero 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 ingeniero director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

#### **Artículo 135: 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 realice 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 obra 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 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 ingeniero director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de obra que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de la obra afectada por dicha 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 7: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL**

### **Artículo 136: 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 ingeniero 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 y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero 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 ingeniero director.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales a estos aspectos vigentes en la localidad en que la obra esté emplazada.

### **Artículo 137: 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 atendrá 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 o viandantes, 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 el lugar 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 138: 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 ingeniero director considere justo hacerlo.

### **Artículo 139: 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 ingeniero director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en o menos , del 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.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**DOCUMENTO 4 : PRESUPUESTOS**

# **PRESUPUESTO**

**Índice:**

- 1. MEDICIONES**
- 2. UNITARIOS**
- 3. DESCOMPUESTOS**
- 4. PRESUPUESTO GENERAL**
- 5. RESUMEN**



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**MEDICIONES**

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
E2602	<b>M3 EXCAVACION ZANJA TERRE. FRANC</b>						
Excavación de zanjas para tuberías con retroexcavadora, en terreno franco medido sobre perfil.							
50		1	165,95			165,95	
63		1	192,32			192,32	
75		1	294,39			294,39	
90		1	422,83			422,83	
110		1	436,70			436,70	
125		1	49,76			49,76	
140		1	44,40			44,40	
180		1	182,89			182,89	
							1.789,24
E2609	<b>M3 TAPA. ZANJ.PROCE.EXTEN.10m</b>						
Tapado de zanjas y extendido de tierras procedentes de las zanjas excavadas hasta una distancia media de 10 m.							
50		1	165,14			165,14	
63		1	190,90			190,90	
75		1	291,43			291,43	
90		1	416,99			416,99	
110		1	428,23			428,23	
125		1	48,57			48,57	
140		1	43,12			43,12	
180		1	175,10			175,10	
							1.759,48
E2610	<b>M3 TRANSP.TIER. C.BASC. D&lt;=3 Km</b>						
Transporte de tierras o de materiales pétreos en camión basculante, por carreteras o caminos en buenas condiciones a una distancia máxima de 3 km de recorrido de carga, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga, sin incluir el importe de la pala cargadora. Según cálculo en hoja aparte. En el caso de transportes por vías en difíciles condiciones, bien por su estado o por su pendiente superior al 8% , el precio se mayorará en un 15% . Para pendientes superiores al 20% o condiciones extremas de las vías, se estudiarán precios especiales superiores a los propuestos.							
50		1	0,81			0,81	
63		1	1,42			1,42	
75		1	2,96			2,96	
90		1	5,84			5,84	
110		1	8,48			8,48	
125		1	1,19			1,19	
140		1	1,28			1,28	
180			7,79				
							21,98
E2619	<b>M3 EXCAVACION DE HOYOS</b>						
EXCAVACION DE HOYOS PARA ASPERSORES							
MODULO 1		1	22,64			22,64	
MODULO 2		1	22,64			22,64	
MODULO 3		1	22,03			22,03	
MODULO 4		1	22,64			22,64	
MODULO 5		1	22,03			22,03	
MODULO 6		1	22,34			22,34	
MODULO 7		1	21,42			21,42	
MODULO 8		1	21,42			21,42	
MODULO 9		1	23,26			23,26	
							200,42
E2620	<b>M3 TAPADO DE HOYOS</b>						
TAPADO DE HOYOS							
MODULO 1		1	22,64			22,64	
MODULO 2		1	22,64			22,64	
MODULO 3		1	22,02			22,02	
MODULO 4		1	22,64			22,64	

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	MODULO 5	1	22,02			22,02	
	MODULO 6	1	22,33			22,33	
	MODULO 7	1	21,41			21,41	
	MODULO 8	1	21,41			21,41	
	MODULO 9	1	23,25			23,25	
							200,36

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C2 TUBERIAS</b>							
E3265	<b>ML T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO</b>						
Tubería de PVC.rígida de 50mm.de diámetro y 6 atm.de presión de servicio y unión por junta de goma,incluyendo materiales a pie de obra,montaje,colocación,pruebas y parte proporcional de piezas.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.Todo ello se valorará aparte según necesidades del proyecto.							
	MODULO 1	1	37,40			37,40	
	MODULO 2	1	36,00			36,00	
	MODULO 3	1	36,00			36,00	
	MODULO 4	1	60,15			60,15	
	MODULO 5	1	90,60			90,60	
	MODULO 6	1	38,02			38,02	
	MODULO 7	1	38,12			38,12	
	MODULO 8	1	36,00			36,00	
	MODULO 9	1	37,46			37,46	
							409,75
E2914	<b>MI TUB.PVC 63mm 6atm. J.GOM.COL</b>						
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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.							
	MODULO 1	1	37,40			37,40	
	MODULO 2	1	36,00			36,00	
	MODULO 3	1	36,00			36,00	
	MODULO 4	1	57,30			57,30	
	MODULO 5	1	90,52			90,52	
	MODULO 6	1	36,00			36,00	
	MODULO 7	1	54,00			54,00	
	MODULO 8	1	54,00			54,00	
	MODULO 9	1	54,00			54,00	
							455,22
E2921	<b>MI TUB.PVC 75mm 6atm. J.GOM.COL</b>						
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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.							
	MODULO 1	1	54,00			54,00	
	MODULO 2	1	90,00			90,00	
	MODULO 3	1	72,00			72,00	
	MODULO 4	1	75,20			75,20	
	MODULO 5	1	108,51			108,51	
	MODULO 6	1	72,00			72,00	
	MODULO 7	1	72,00			72,00	
	MODULO 8	1	72,00			72,00	
	MODULO 9	1	54,00			54,00	
							669,71
E2928	<b>MI TUB.PVC 90mm 6atm. J.GOM.COL</b>						
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, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.							
	MODULO 1	1	126,00			126,00	
	MODULO 2	1	108,00			108,00	
	MODULO 3	1	144,00			144,00	
	MODULO 4	1	72,00			72,00	
	MODULO 5	1	108,00			108,00	

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E2935	<b>MI TUB.PVC 110mm 6atm. J.GOM.CO</b>						918,00
	Tubería de P.V.C. rígida de 110 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						
	MODULO 1	1	90,00			90,00	
	MODULO 7	1	90,00			90,00	
	MODULO 8	1	90,00			90,00	
	MODULO 9	1	90,00			90,00	
							918,00
E2942	<b>MI TUB.PVC 125mm 6atm. J.GOM.CO</b>						892,96
	Tubería de P.V.C. rígida de 125 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						
	MODULO 1	1	145,22			145,22	
	MODULO 2	1	116,74			116,74	
	MODULO 3	1	108,00			108,00	
	MODULO 4	1	108,00			108,00	
	MODULO 5	1				1,00	
	MODULO 6	1	108,00			108,00	
	MODULO 7	1	108,00			108,00	
	MODULO 8	1	90,00			90,00	
	MODULO 9	1	108,00			108,00	
							892,96
E3261	<b>ML TUBERIA PE. D=32mm PN 6 atm</b>						102,22
	TUBERIA DE POLIETILENO 32 PN 6 ATM QUE INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA Y COLOCACION DE LA MISMA.						
	MODULO 1	1	7,22			7,22	
	MODULO 2	1				1,00	
	MODULO 3	1				1,00	
	MODULO 4	1				1,00	
	MODULO 5	1				1,00	
	MODULO 6	1				1,00	
	MODULO 7	1	18,00			18,00	
	MODULO 8	1	36,00			36,00	
	MODULO 9	1	36,00			36,00	
							102,22
E2963	<b>MI TUB.PVC 180mm 6atm. ENCO.COL</b>						7.599,33
	Tubería de P.V.C. rígida de 180 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						
	MODULO 1	1				1,00	
	MODULO 2	1				1,00	
	MODULO 3	1				1,00	

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	MODULO 4	1				1,00	
	MODULO 5	1				1,00	
	MODULO 6	1				1,00	
	MODULO 7	1				1,00	
	MODULO 8	1				1,00	
	MODULO 9	1	306,14			306,14	
							314,14

D51AAA006 m. Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140mm.

Tubería de P.V.C. rígida de 140 mm. de diámetro y 6 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.

MODULO 1	1	83,05	83,05
MODULO 2	1		1,00
MODULO 3	1		1,00
MODULO 4	1		1,00
MODULO 5	1		1,00
MODULO 6	1		1,00
MODULO 7	1		1,00
MODULO 8	1		1,00
MODULO 9	1		1,00
			91,05

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C3 ASPERSORES Y ACCESORIOS</b>							
E2523	<b>UD ASPERSOR SECTORIAL</b>						
	Aspersor sectorial rosca macho 3/4" colocado y probado.						
	MODULO 1	1	23,00			23,00	
	MODULO 2	1	13,00			13,00	
	MODULO 3	1	8,00			8,00	
	MODULO 4	1	13,00			13,00	
	MODULO 5	1	19,00			19,00	
	MODULO 6	1	3,00			3,00	
	MODULO 7	1	3,00			3,00	
	MODULO 8	1	3,00			3,00	
	MODULO 9	1	20,00			20,00	
							105,00
E2521	<b>UD CAÑA 3/4"</b>						
	CAÑA DE 3 METROS DE DIAMETRO 3/4 COLOCADA						
	MODULO 1	1	74,00			74,00	
	MODULO 2	1	74,00			74,00	
	MODULO 3	1	72,00			72,00	
	MODULO 4	1	74,00			74,00	
	MODULO 5	1	72,00			72,00	
	MODULO 6	1	73,00			73,00	
	MODULO 7	1	70,00			70,00	
	MODULO 8	1	70,00			70,00	
	MODULO 9	1	76,00			76,00	
							655,00
E3628	<b>UD CASQUILLO DE UNION 3/4"</b>						
	Casquillo de unión rosca hembra 3/4", para cañas porta-aspersores.						
	MODULO 1	1	148,00			148,00	
	MODULO 2	1	148,00			148,00	
	MODULO 3	1	144,00			144,00	
	MODULO 4	1	148,00			148,00	
	MODULO 5	1	144,00			144,00	
	MODULO 6	1	146,00			146,00	
	MODULO 7	1	140,00			140,00	
	MODULO 8	1	140,00			140,00	
	MODULO 9	1	152,00			152,00	
							1.310,00
E3344	<b>UD DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4"</b>						
	Dado de hormigón para protección de la parte inferior de unión caña con PE puesto en obra y colocado.						
	MODULO 1	1	74,00			74,00	
	MODULO 2	1	74,00			74,00	
	MODULO 3	1	72,00			72,00	
	MODULO 4	1	74,00			74,00	
	MODULO 5	1	72,00			72,00	
	MODULO 6	1	73,00			73,00	
	MODULO 7	1	70,00			70,00	
	MODULO 8	1	70,00			70,00	
	MODULO 9	1	76,00			76,00	
							655,00
E2525	<b>UD CHAP ASPER SECTORIAL</b>						
	CHAPA ASPERSOR CIRCULAR						
	MODULO 1	1	23,00			23,00	
	MODULO 2	1	13,00			13,00	
	MODULO 3	1	8,00			8,00	
	MODULO 4	1	13,00			13,00	
	MODULO 5	1	19,00			19,00	
	MODULO 6	1	3,00			3,00	

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	MODULO 7	1	3,00			3,00	
	MODULO 8	1	3,00			3,00	
	MODULO 9	1	20,00			20,00	
							105,00
E3346	<b>UD TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE</b>						
	Te de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor y unión 32mm para polietileno inyectado de 32mm. colocado y probado.						
	MODULO 1	1	26,00			26,00	
	MODULO 2	1	26,00			26,00	
	MODULO 3	1	24,00			24,00	
	MODULO 4	1	30,00			30,00	
	MODULO 5	1	20,00			20,00	
	MODULO 6	1	30,00			30,00	
	MODULO 7	1	23,00			23,00	
	MODULO 8	1	23,00			23,00	
	MODULO 9	1	30,00			30,00	
							232,00
E3347	<b>UD TE FUNDICION ROSCA M 1" PE</b>						
	Te de fundición rosca macho 1" para unión con casquillo en tubería de PVC, para unión de PE inyectado, salida 32mm. colocado y probado.						
	MODULO 1	1	24,00			24,00	
	MODULO 2	1	24,00			24,00	
	MODULO 3	1	24,00			24,00	
	MODULO 4	1	22,00			22,00	
	MODULO 5	1	25,00			25,00	
	MODULO 6	1	21,00			21,00	
	MODULO 7	1	23,00			23,00	
	MODULO 8	1	23,00			23,00	
	MODULO 9	1	23,00			23,00	
							209,00
E3348	<b>UD CODO DE FUNDICION ROSCA H 3/4"</b>						
	Codo de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor, unio 32mm para PE inyectado, colocado y probado.						
	MODULO 1	1	48,00			48,00	
	MODULO 2	1	48,00			48,00	
	MODULO 3	1	48,00			48,00	
	MODULO 4	1	44,00			44,00	
	MODULO 5	1	52,00			52,00	
	MODULO 6	1	43,00			43,00	
	MODULO 7	1	47,00			47,00	
	MODULO 8	1	47,00			47,00	
	MODULO 9	1	46,00			46,00	
							423,00
E2522	<b>UD ASPERSOR CIRCULAR</b>						
	Aspersor circular rosca macho 3/4" colocado y probado.						
	MODULO 1	1	51,00			51,00	
	MODULO 2	1	61,00			61,00	
	MODULO 3	1	64,00			64,00	
	MODULO 4	1	61,00			61,00	
	MODULO 5	1	53,00			53,00	
	MODULO 6	1	70,00			70,00	
	MODULO 7	1	67,00			67,00	
	MODULO 8	1	67,00			67,00	
	MODULO 9	1	56,00			56,00	
							550,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C4 ACCESORIOS PVC</b>							
E4093	<b>UD CONO REDUCCION 63-50mm</b>						
	Cono de reducción de diámetro 63-50mm para la conexión de tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.,soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						
	MODULO 1	1	2,00			2,00	
	MODULO 2	1	2,00			2,00	
	MODULO 3	1	2,00			2,00	
	MODULO 4	1	2,00			2,00	
	MODULO 5	1	3,00			3,00	
	MODULO 6	1	2,00			2,00	
	MODULO 7	1	2,00			2,00	
	MODULO 8	1	2,00			2,00	
	MODULO 9	1	2,00			2,00	
							19,00
E4098	<b>UD CONO REDUCCION 125-110mm</b>						
	Cono de reducción de diámetro 125-110mm.para la conexión de tuberías de polietileno incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						
	MODULO 1	1	1,00			1,00	
	MODULO 2	1				1,00	
	MODULO 3	1				1,00	
	MODULO 4	1				1,00	
	MODULO 5	1				1,00	
	MODULO 6	1				1,00	
	MODULO 7	1	1,00			1,00	
	MODULO 8	1	1,00			1,00	
	MODULO 9	1	1,00			1,00	
							9,00
E4097	<b>UD CONO REDUCCION 110-90mm</b>						
	Cono de reducción de diámetro 110-90mm para la conexión de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						
	MODULO 1	1	2,00			2,00	
	MODULO 2	1	2,00			2,00	
	MODULO 3	1	2,00			2,00	
	MODULO 4	1	2,00			2,00	
	MODULO 5	1	2,00			2,00	
	MODULO 6	1	2,00			2,00	
	MODULO 7	1	2,00			2,00	
	MODULO 8	1	1,00			1,00	
	MODULO 9	1	2,00			2,00	
							17,00
E4094	<b>UD CONO REDUCCION 90-75mm</b>						
	Cono de reducción de diámetro 90-75mm.para la conexión de las tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						
	MODULO 1	1	2,00			2,00	
	MODULO 2	1	2,00			2,00	
	MODULO 3	1	2,00			2,00	
	MODULO 4	1	2,00			2,00	
	MODULO 5	1	2,00			2,00	
	MODULO 6	1	2,00			2,00	
	MODULO 7	1	2,00			2,00	
	MODULO 8	1	2,00			2,00	
	MODULO 9	1	2,00			2,00	

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E4092	<b>UD CONO REDUCCION 75-63mm</b> Cono de reducción de diametro 75-63mm para la conexión de tuberías de PVC						18,00
	MODULO 1	1	2,00			2,00	
	MODULO 2	1	2,00			2,00	
	MODULO 3	1	2,00			2,00	
	MODULO 4	1	2,00			2,00	
	MODULO 5	1	3,00			3,00	
	MODULO 6	1	2,00			2,00	
	MODULO 7	1	2,00			2,00	
	MODULO 8	1	2,00			2,00	
	MODULO 9	1	2,00			2,00	
E2537	<b>UD DRENAJE FIN LINEA</b> Drenaje fin de linea encolado y colocado.						19,00
	MODULO 1	1	2,00			2,00	
	MODULO 2	1	2,00			2,00	
	MODULO 3	1	2,00			2,00	
	MODULO 4	1	2,00			2,00	
	MODULO 5	1	3,00			3,00	
	MODULO 6	1	2,00			2,00	
	MODULO 7	1	2,00			2,00	
	MODULO 8	1	2,00			2,00	
	MODULO 9	1	2,00			2,00	
E2530	<b>UD TE IGUAL PVC 50mm PN 6 ATM</b> TE DE PVC DE DIAMETRO 50 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS						19,00
	MODULO 1	1	2,00			2,00	
	MODULO 2	1	2,00			2,00	
	MODULO 3	1	2,00			2,00	
	MODULO 4	1	2,00			2,00	
	MODULO 5	1	3,00			3,00	
	MODULO 6	1	2,00			2,00	
	MODULO 7	1	2,00			2,00	
	MODULO 8	1	2,00			2,00	
	MODULO 9	1	2,00			2,00	
E2540	<b>UD CODO 45º PVC 75mm</b> Codo 45º diametro 75mm.						19,00
	MODULO 1						
	MODULO 2						
	MODULO 3						
	MODULO 4	1	1,00			1,00	
	MODULO 5						
	MODULO 6						
	MODULO 7						
	MODULO 8						
	MODULO 9						
E4087	<b>UD TE REDUCCION 110-75mm</b> te de reducción de junta elastica de PVC de diametro 110-75mm,colocada.						1,00
	te	1	2,00			2,00	
E4086	<b>UD TE REDUCCION 90-75mm</b> Te de reducción de junta elastica para PVC de diametros 90-75mm.						2,00
	te	1	3,00			3,00	

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E4085	<b>UD TE REDUCCION 75-63mm</b> Te de reducción de junta elástica de diametro 75-63mm,colocada.	te	1	2,00			3,00
E4084	<b>UD TE REDUCCION 75-50mm</b> Te de reducción de PVC de diametros 75-50mm,colocada.	te	1	3,00			2,00
							3,00
							3,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C5 COLLARINES</b>							
CC6	<b>UD COLLARIN D 180 mm PARA PVC</b>						
MODULO 5		1	1,00			1,00	
MODULO 6		1	1,00			1,00	
MODULO 7		1	1,00			1,00	
MODULO 8		1	1,00			1,00	
MODULO 9		1	1,00			1,00	
							5,00
P100	<b>UD COLLARIN D 125 mm PARA PVC</b>						
Collarin diametro 125mm, colocado.							
MODULO 1		1	1,00			1,00	
MODULO 2		1				1,00	
MODULO 3		1				1,00	
MODULO 4		1				1,00	
MODULO 5		1				1,00	
MODULO 6		1				1,00	
MODULO 7		1	1,00			1,00	
MODULO 8		1	1,00			1,00	
MODULO 9		1	1,00			1,00	
							9,00
E2993	<b>UD COLLARIN D 110 mm PARA PVC</b>						
COLLARIN DIAMETRO 110 COLOCADO							
MODULO 1		1	2,00			2,00	
MODULO 2		1	2,00			2,00	
MODULO 3		1	2,00			2,00	
MODULO 4		1	2,00			2,00	
MODULO 5		1				1,00	
MODULO 6		1	2,00			2,00	
MODULO 7		1	1,00			1,00	
MODULO 8		1	1,00			1,00	
MODULO 9		1	2,00			2,00	
							15,00
E2992	<b>UD COLLARIN D 90 mm PARA PVC</b>						
COLLARIN DIAMETRO 90 COLOCADO.							
MODULO 1		1	2,00			2,00	
MODULO 2		1	2,00			2,00	
MODULO 3		1	2,00			2,00	
MODULO 4		1	2,00			2,00	
MODULO 5		1	2,00			2,00	
MODULO 6		1	2,00			2,00	
MODULO 7		1	2,00			2,00	
MODULO 8		1	2,00			2,00	
MODULO 9		1	2,00			2,00	
							18,00
E2991	<b>UD COLLARIN D 75 mm PARA PVC</b>						
COLLARIN DIAMETRO 75 COLOCADO.							
MODULO 1		1	2,00			2,00	
MODULO 2		1	2,00			2,00	
MODULO 3		1	2,00			2,00	
MODULO 4		1	2,00			2,00	
MODULO 5		1	3,00			3,00	
MODULO 6		1	2,00			2,00	
MODULO 7		1	2,00			2,00	
MODULO 8		1	2,00			2,00	
MODULO 9		1	2,00			2,00	
							19,00



# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C6 VALVULAS Y ACCESORIOS</b>							
E3670	<b>Ud VALV. TRES VIAS</b> Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.						
	MODULO 1	1	1,00			1,00	
	MODULO 2	1	1,00			1,00	
	MODULO 3	1	1,00			1,00	
	MODULO 4	1	1,00			1,00	
	MODULO 5	1	1,00			1,00	
	MODULO 6	1	1,00			1,00	
	MODULO 7	1	1,00			1,00	
	MODULO 8	1	1,00			1,00	
	MODULO 9	1	1,00			1,00	
							9,00
E3687	<b>Ud FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE</b> Filtro de 4" de cartucho extraible, para colocación en cada toma de riego según se indica en los planos, colocado y probado.						
	filtro extraible	1	1,00			1,00	
							1,00
D51IM004	<b>ud Ventosa/purgador autom.DN=100 mm.</b> Válvula ventosa/purgador automática Diámetro 100 mm. Colocada						
	MODULO 1	1	1,00			1,00	
	MODULO 2	1	1,00			1,00	
	MODULO 3	1	1,00			1,00	
	MODULO 4	1	1,00			1,00	
	MODULO 5	1	1,00			1,00	
	MODULO 6	1	1,00			1,00	
	MODULO 7	1	1,00			1,00	
	MODULO 8	1	1,00			1,00	
	MODULO 9	1	1,00			1,00	
							9,00
D51IE011	<b>ud Válv. marip.reduc.c/el s.D=100mm</b> Válvula mariposa reductora con junta esástica diámetro 100 mm. Colocada						
	MODULO 1	1	1,00			1,00	
	MODULO 2	1	1,00			1,00	
	MODULO 3	1	1,00			1,00	
	MODULO 4	1	1,00			1,00	
	MODULO 5	1	1,00			1,00	
	MODULO 6	1	1,00			1,00	
	MODULO 7	1	1,00			1,00	
	MODULO 8	1	1,00			1,00	
	MODULO 9	1	1,00			1,00	
							9,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C7 AUTOMATIZACION DEL RIEGO</b>							
E3264	<b>ML MICROTUBO COMANDO DE PE 8 mm.</b>						
	Microtubo de comando para autotamismos de la red de riego, fabricado en PE con D= 8mm. puesto en obra colocado y probado.						
	MODULO 1	1	83,05			83,05	
	MODULO 2	1	83,05			83,05	
	MODULO 3	1	28,52			28,52	
	MODULO 4	1	28,52			28,52	
	MODULO 5	1	190,90			190,90	
	MODULO 6	1	226,63			226,63	
	MODULO 7	1	279,67			279,67	
	MODULO 8	1	334,66			334,66	
	MODULO 9	1	334,66			334,66	
							1.589,66
E3670	<b>Ud VALV. TRES VIAS</b>						
	Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de las válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.						
	MODULO 1	1	1,00			1,00	
	MODULO 2	1	1,00			1,00	
	MODULO 3	1	1,00			1,00	
	MODULO 4	1	1,00			1,00	
	MODULO 5	1	1,00			1,00	
	MODULO 6	1	1,00			1,00	
	MODULO 7	1	1,00			1,00	
	MODULO 8	1	1,00			1,00	
	MODULO 9	1	1,00			1,00	
							9,00
E3665	<b>Ud SOLENOIDE</b>						
	Multisolenoides de operación secuencial para comando eléctrico de válvulas hidráulicas.						
	MODULO 1	1	1,00			1,00	
	MODULO 2	1	1,00			1,00	
	MODULO 3	1	1,00			1,00	
	MODULO 4	1	1,00			1,00	
	MODULO 5	1	1,00			1,00	
	MODULO 6	1	1,00			1,00	
	MODULO 7	1	1,00			1,00	
	MODULO 8	1	1,00			1,00	
	MODULO 9	1	1,00			1,00	
							9,00
E3680	<b>UD ORDENADOR HASTA 99 PROGRAMAS</b>						
	Ordenador de 99 programas para control automático de las válvulas de limpieza automática de la estación de filtrado.						
	PC	1	1,00			1,00	
							1,00
E3677	<b>Ud PLACA SOLAR 60x25 cm.</b>						
	Placa solar de 60x25 cm. de superficie.						
	placa	1	1,00			1,00	
							1,00
E3676	<b>Ud BATERIA 12 V. CORRIE. CONT.</b>						
	Batería de 12 voltios de corriente continua.						
	bateria	1	1,00			1,00	
							1,00
E3678	<b>Ud REGULADOR DE CARGA</b>						
	Regulador de carga.						
	regulador	1	1,00			1,00	
							1,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							1,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C8 FERTIRRIGACION</b>							
E1589	<b>UD DEPOSITO POLIETILENO 10000L</b> Depósito de polietileno, con tratamiento para radiación ultravioleta incluye tapa y grifería de esfera de salida. colocado y probado.						
	deposito	1		1,00		1,00	
E1590	<b>UD BOMBA INYECTORA FER.</b> Bomba inyectora hidráulica para fertirrigación de caudal máximo de 400 l/h. incluye valvulas de esfera de control de caudal, y toma para latubería de riego, soportes para su devida instalación y sujeción. montada y probada.						
	bomba	1		1,00		1,00	

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>							



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**UNITARIOS**

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
E2602	M3	EXCAVACION ZANJA TERRE. FRANC Ex cavación de zanjas para tuberías con retroex cavadora, en terreno franco medido sobre perfil.	1,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS			
E2609	M3	TAPA. ZANJ.PROCE.EXTN.10m Tapado de zanjas y extendido de tierras procedentes de las zanjas excavadas hasta una distancia media de 10 m.	0,18
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS			
E2610	M3	TRANSP.TIER. C.BASC. D<=3 Km Transporte de tierras o de materiales pétreos en camión basculante, por carreteras o caminos en buenas condiciones a una distancia máxima de 3 km de recorrido de carga, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga, sin incluir el importe de la pala cargadora. Según cálculo en hoja aparte. En el caso de transportes por vías en difíciles condiciones, bien por su estado o por su pendiente superior al 8%, el precio se mayorará en un 15%. Para pendientes superiores al 20% o condiciones extremas de las vías, se estudiarán precios especiales superiores a los propuestos.	0,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
E2619	M3	EXCAVACION DE HOYOS EXCAVACION DE HOYOS PARA ASPERSORES	0,93
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS			
E2620	M3	TAPADO DE HOYOS	0,46
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS			

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C2 TUBERIAS</b>			
E3265	ML	T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO Tubería de PVC rígida de 50mm. de diámetro y 6 atm. de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del proyecto.	1,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS			
E2914	MI	TUB.PVC 63mm 6atm. J.GOM.COL 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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	1,36
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS			
E2921	MI	TUB.PVC 75mm 6atm. J.GOM.COL 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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	1,78
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
E2928	MI	TUB.PVC 90mm 6atm. J.GOM.COL 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, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	2,49
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
E2935	MI	TUB.PVC 110mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 110 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	3,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS			
E2942	MI	TUB.PVC 125mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 125 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	3,61
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS			
E3261	ML	TUBERIA PE. D=32mm PN 6 atm TUBERIA DE POLIETILENO 32 PN 6 ATM QUE INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA Y COLOCACION DE LA MISMA.	1,98
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS			

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
E2963	MI	<b>TUB.PVC 180mm 6atm. ENCO.COL</b> Tubería de P.V.C. rígida de 180 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>13,16</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

D51AAA006	m.	<b>Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140mm.</b> Tubería de P.V.C. rígida de 140 mm. de diámetro y 6 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.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>7,38</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C3 ASPERSORES Y ACCESORIOS</b>			
E2523	UD	ASPERSOR SECTORIAL Aspersor sectorial rosca macho 3/4" colocado y probado.	6,74
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>6,74</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
E2521	UD	CAÑA 3/4 CAÑA DE 3 METROS DE DIAMETRO 3/4 COLOCADA	4,16
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>4,16</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS			
E3628	UD	CASQUILLO DE UNION 3/4" Casquillo de unión rosca hembra 3/4", para cañas porta-aspersores.	1,10
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>1,10</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con DIEZ CÉNTIMOS			
E3344	UD	DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4" Dado de hormigón para protección de la parte inferior de unión caña con PE puesto en obra y colocado.	0,86
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,86</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
E2525	UD	CHAP ASPER SECTORIAL CHAPA ASPERSOR CIRCULAR	5,52
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>5,52</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS			
E3346	UD	TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE Te de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor y unión 32mm para polietileno inyectado de 32mm. colocado y probado.	2,31
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2,31</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS			
E3347	UD	TE FUNDICION ROSCA M 1" PE Te de fundición rosca macho 1" para unión con casquillo en tubería de PVC, para unión de PE inyectado, salida 32mm. colocado y probado.	3,31
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>3,31</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS			
E3348	UD	CODO DE FUNDICION ROSCA H 3/4 Codo de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor, unió 32mm para PE inyectado, colocado y probado.	2,51
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2,51</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS			
E2522	UD	ASPERSOR CIRCULAR Aperseor circular rosca macho 3/4" colocado y probado.	5,17
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>5,17</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS			

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C4 ACCESORIOS PVC</b>			
E4093	UD	<b>CONO REDUCCION 63-50mm</b> Cono de reducción de diámetro 63-50mm para la conexión de tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 80,78
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
E4098	UD	<b>CONO REDUCCION 125-110mm</b> Cono de reducción de diámetro 125-110mm.para la conexión de tuberías de polietileno incluyendo las bridas normalizadas D:I:N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 125,61
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS			
E4097	UD	<b>CONO REDUCCION 110-90mm</b> Cono de reducción de diámetro 110-90mm para la conexión de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 112,52
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOCE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS			
E4094	UD	<b>CONO REDUCCION 90-75mm</b> Cono de reducción de diámetro 90-75mm.para la conexión de las tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 85,22
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS			
E4092	UD	<b>CONO REDUCCION 75-63mm</b> Cono de reducción de diámetro 75-63mm para la conexión de tuberías de PVC	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 67,44
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
E2537	UD	<b>DRENAJE FIN LINEA</b> Drenaje fin de línea encolado y colocado.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 7,51
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS			
E2530	UD	<b>TE IGUAL PVC 50mm PN 6 ATM</b> TE DE PVC DE DIÁMETRO 50 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 25,07
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con SIETE CÉNTIMOS			
E2540	UD	<b>CODO 45º PVC 75mm</b> Codo 45º diámetro 75mm.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 5,10
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS			
E4087	UD	<b>TE REDUCCION 110-75mm</b> Te de reducción de junta elástica de PVC de diámetro 110-75mm,colocada.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 16,53
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS			
E4086	UD	<b>TE REDUCCION 90-75mm</b> Te de reducción de junta elástica para PVC de diámetros 90-75mm.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 6,61
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS			
E4085	UD	<b>TE REDUCCION 75-63mm</b> Te de reducción de junta elástica de diámetro 75-63mm,colocada.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> ..... 3,97
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
E4084	UD	<b>TE REDUCCION 75-50mm</b> Te de reducción de PVC de diámetros 75-50mm,colocada.	

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
		TOTAL PARTIDA.....	3,31

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C5 COLLARINES</b>		
CC6	UD COLLARIN D 180 mm PARA PVC Collarin diametro 180mm, colocado.	TOTAL PARTIDA..... 85,00
P100	UD COLLARIN D 125 mm PARA PVC Collarin diametro 125mm, colocado.	TOTAL PARTIDA..... 21,31
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS		
E2993	UD COLLARIN D 110 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 110 COLOCADO	TOTAL PARTIDA..... 5,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS		
E2992	UD COLLARIN D 90 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 90 COLOCADO.	TOTAL PARTIDA..... 4,45
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS		
E2991	UD COLLARIN D 75 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 75 COLOCADO.	TOTAL PARTIDA..... 4,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS		
E2990	UD COLLARIN D 63 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 63 YA COLOCADO	TOTAL PARTIDA..... 3,71
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS		
E2989	ud COLLARIN D 50 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 50 COLOCADO Y MEDIOS AUXILIARES YA INCLUIDOS	TOTAL PARTIDA..... 3,56
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS		

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C6 VALVULAS Y ACCESORIOS</b>		
E2596	<b>UD DERIVACION SIMPLE PARA MOD.</b> Derivación simple de acero A-42-b para modulos de riego, incluye perforación roscada para válvula de ventosa y tornillería para válvula hidráulica, puesta en obra colocada y probada.	Sin descomposición  <b>TOTAL PARTIDA.....</b> 81,74
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y UN EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS		
E3673	<b>Ud ARQUETA VALV. MARIPOSA RAMAL</b> Arqueta para válvula de mariposa montada en tubería de conducción, consistente en tubo de hormigón vibrado de 1200 mm. de diámetro con un tubo troncocónico acabado en diámetro 400 mm, esta arqueta poseerá los orificios correspondientes para el paso de la tubería, tal y como se representa en los planos y una tapa de fundición galvanizada de diámetro 400mm, colocada y acabada.	  <b>TOTAL PARTIDA.....</b> 112,75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOCE EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS		
E3670	<b>Ud VALV. TRES VIAS</b> Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.	  <b>TOTAL PARTIDA.....</b> 16,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS		
E3687	<b>Ud FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE</b> Filtro de 4" de cartucho extraible, para colocación en cada toma de riego según se indica en los planos, colocado y probado.	  <b>TOTAL PARTIDA.....</b> 282,05
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS con CINCO CÉNTIMOS		
E2597	<b>UD DERIVACION DOBLE PARA MOD.</b> Derivación doble acero A-42-b para módulos de riego, con perforación para válvula de ventosa, y tornillería incluida para válvulas hidráulicas, puesta en obra colocada y montada.	Sin descomposición  <b>TOTAL PARTIDA.....</b> 94,68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS		
D51IM004	<b>ud Ventosa/purgador autom.DN=100 mm.</b> Válvula ventosa/purgador automática Diámetro 100 mm. Colocada	  <b>TOTAL PARTIDA.....</b> 808,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS OCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS		
D51IE011	<b>ud Válv. marip.reduc.c/el s.D=100mm</b> Válvula mariposa reductora con junta esástica diámetro 100 mm. Colocada	  <b>TOTAL PARTIDA.....</b> 180,64
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS		

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C7 AUTOMATIZACION DEL RIEGO</b>			
E3264	ML	MICROTUBO COMANDO DE PE 8 mm.	
Microtubo de comando para autotamismos de la red de riego, fabricado en PE con D= 8mm. puesto en obra colocado y probado.			
		Sin descomposición	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>0,04</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS			
E3670	Ud	VALV. TRES VIAS	
Válvula de tres vías para la manipulación automática por ordenador de las válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.			
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>16,79</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
E3665	Ud	SOLENOIDE	
Multisolenoides de operación secuencial para comando eléctrico de las válvulas hidráulicas.			
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>81,70</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCIENTA Y UN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS			
E3680	UD	ORDENADOR HASTA 99 PROGRAMAS	
Ordenador de 99 programas para control automático de las válvulas de limpieza automática de la estación de filtrado.			
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>628,16</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS			
E3677	Ud	PLACA SOLAR 60x25 cm.	
Placa solar de 60x25 cm. de superficie.			
		Sin descomposición	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>411,46</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS ONCE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
E3676	Ud	BATERIA 12 V. CORRIE. CONT.	
Batería de 12 voltios de corriente continua.			
		Sin descomposición	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>28,40</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS			
E3678	Ud	REGULADOR DE CARGA	
Regulador de carga.			
		Sin descomposición	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>16,73</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS			

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C8 FERTIRRIGACION</b>		
E1589	<b>UD DEPOSITO POLIETILENO 10000L</b> Depósito de polietileno, con tratamiento para radiación ultravioleta incluye tape y grifería de esfera de salida. colocado y probado.	Sin descomposición
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>
		<b>1.322,23</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS		
E1590	<b>UD BOMBA INYECTORA FER.</b> Bomba inyectora hidráulica para fertirrigación de caudal máximo de 400 l/h. incluye válvulas de esfera de control de caudal, y toma para latubería de riego, soportes para su devida instalación y sujeción. montada y probada.	Sin descomposición
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>
		<b>593,44</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS		

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO C9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD			



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**DESCOMPUESTOS**

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
E2602		<b>M3 EXCAVACION ZANJA TERRE. FRANC</b> Excavación de zanjas para tuberías con retroexcavadora, en terreno franco medido sobre perfil.			
P1322	0,020 H	EXC.ORUG.HIDR.90-100 CV,1 m3	56,19	1,12	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,12</b>
E2609		<b>M3 TAPA. ZANJ.PROCE.EXLEN.10m</b> Tapado de zanjas y extendido de tierras procedentes de las zanjas excavadas hasta una distancia media de 10 m.			
P1309	0,008 H	TRACTOR ORUGAS 126 A 145 CV	22,81	0,18	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>0,18</b>
E2610		<b>M3 TRANSP.TIER. C.BASC. D&lt;=3 Km</b> Transporte de tierras o de materiales pétreos en camión basculante, por carreteras o caminos en buenas condiciones a una distancia máxima de 3 km de recorrido de carga, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga, sin incluir el importe de la pala cargadora. Según cálculo en hoja aparte. En el caso de transportes por vías en difíciles condiciones, bien por su estado o por su pendiente superior al 8%, el precio se mayorará en un 15%. Para pendientes superiores al 20% o condiciones extremas de las vías, se estudiarán precios especiales superiores a los propuestos.			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>0,79</b>
E2619		<b>M3 EXCAVACION DE HOYOS</b> EXCAVACION DE HOYOS PARA ASPERSORES			
P1339	0,040 H	RETROCAR.70-80CV,0.9-0.18 m3	23,24	0,93	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>0,93</b>
E2620		<b>M3 TAPADO DE HOYOS</b>			
P1339	0,020 H	RETROCAR.70-80CV,0.9-0.18 m3	23,24	0,46	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>0,46</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C2 TUBERIAS</b>					
E3265	ML	T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO			
		Tubería de PVC,rígida de 50mm.de diámetro y 6 atm.de presión de servicio y unión por junta de goma,incluyendo materiales a pie de obra,montaje,colocación,pruebas y parte proporcional de piezas.No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma,ní la cama,ní el material seleccionado,ní su compactación y la mano de obra correspondiente.Todo ello se valorará aparte según necesidades del proyecto.			
P0727	1,000	ML T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO	0,61	0,61	
P%1022	12,000 %	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	0,60	0,07	
O0111	0,015 H	CUADRILLA A	33,53	0,50	
O%1012	2,000 %	MEDIOS AUXILIARES	0,50	0,01	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,19</b>
E2914	MI	TUB.PVC 63mm 6atm. J.GOM.COL			
		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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0657	1,000	MI T.PVC D=63mm, 6Atm,JU.GOMA PO	0,75	0,75	
P%1022	12,000 %	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	0,80	0,10	
O0111	0,015 H	CUADRILLA A	33,53	0,50	
O%1012	2,000 %	MEDIOS AUXILIARES	0,50	0,01	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,36</b>
E2921	MI	TUB.PVC 75mm 6atm. J.GOM.COL			
		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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0660	1,000	MI T.PVC D=75mm, 6Atm,JU.GOMA PO	1,10	1,10	
P%1022	12,000 %	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	1,10	0,13	
O0111	0,016 H	CUADRILLA A	33,53	0,54	
O%1012	2,000 %	MEDIOS AUXILIARES	0,50	0,01	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,78</b>
E2928	MI	TUB.PVC 90mm 6atm. J.GOM.COL			
		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, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0663	1,000	MI T.PVC D=90mm, 6Atm,JU.GOMA PO	1,71	1,71	
P%1022	12,000 %	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	1,70	0,20	
O0111	0,017 H	CUADRILLA A	33,53	0,57	
O%1012	2,000 %	MEDIOS AUXILIARES	0,60	0,01	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>2,49</b>
E2935	MI	TUB.PVC 110mm 6atm. J.GOM.CO			
		Tubería de P.V.C. rígida de 110 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0703	1,000	MI T.PVC D=110mm, 6At,JU.GOM.PO	2,10	2,10	
P%1022	12,000 %	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	2,10	0,25	
O0111	0,019 H	CUADRILLA A	33,53	0,64	
O%1012	2,000 %	MEDIOS AUXILIARES	0,60	0,01	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>3,00</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E2942	MI	TUB.PVC 125mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 125 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0706	1,000	MI T.PVC D=125mm, 6At,JU.GOM.PO	2,59	2,59	
P%1022	12,000	% P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	2,60	0,31	
O0111	0,021	H CUADRILLA A	33,53	0,70	
O%1012	2,000	% MEDIOS AUXILIARES	0,70	0,01	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>3,61</b>
E3261	ML	TUBERIA PE. D=32mm PN 6 atm TUBERIA DE POLIETILENO 32 PN 6 ATM QUE INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA Y COLOCACION DE LA MISMA.			
P1861	1,000	MI TUBERIA PE. D=32mm PN 6atm	0,75	0,75	
O0111	0,020	H CUADRILLA A	33,53	0,67	
P1322	0,010	H EXC.ORUG.HIDR.90-100 CV,1 m3	56,19	0,56	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,98</b>
E2963	MI	TUB.PVC 180mm 6atm. ENCOLAR.COL Tubería de P.V.C. rígida de 180 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0684	1,000	MI T.PVC D=180mm, 6At,ENCOLAR PO	11,27	11,27	
P%1022	8,000	% P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	11,30	0,90	
O0111	0,029	H CUADRILLA A	33,53	0,97	
O%1012	2,000	% MEDIOS AUXILIARES	1,00	0,02	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>13,16</b>
D51AAA006	m.	Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140mm. Tubería de P.V.C. rígida de 140 mm. de diámetro y 6 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.			
U43AAA006	1,000	m. Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140mm.	6,42	6,42	
U01AAB001	0,024	Hr Cuadrilla A	37,04	0,89	
%MAP	1,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	7,30	0,07	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>7,38</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C3 ASPERSORES Y ACCESORIOS</b>					
E2523	UD	<b>ASPERSOR SECTORIAL</b> Aspersor sectorial rosca macho 3/4" colocado y probado.			
P3101	1,000	UD ASPERSOR SECTORIAL	5,88	5,88	
O0110	0,050	H OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>6,74</b>
E2521	UD	<b>CAÑA 3/4</b> CAÑA DE 3 METROS DE DIAMETRO 3/4 COLOCADA			
P3103	1,000	UD LANZA 3 M. 3/4	3,30	3,30	
O0110	0,050	H OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>4,16</b>
E3628	UD	<b>CASQUILLO DE UNION 3/4"</b> Casquillo de unión rosca hembra 3/4",para cañas porta-aspersores.			
P3119	1,000	UD CASQUILLO DE UNION 3/4	1,00	1,00	
%1015	10,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,00	0,10	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,10</b>
E3344	UD	<b>DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4"</b> Dado de hormigón para protección de la parte inferior de unión caña con PE puesto en obra y colocado.			
P3136	1,000	UD DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4"	0,78	0,78	
%1015	10,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	0,80	0,08	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>0,86</b>
E2525	UD	<b>CHAP ASPER SECTORIAL</b> CHAPA ASPERSOR CIRCULAR			
P3118	1,000	UD CHAPA ASP. SECTORIAL	3,14	3,14	
O0110	0,030	H OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,52	
P%1011	4	60,000 % MEDIOS AUXILIARES	3,10	1,86	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>5,52</b>
E3346	UD	<b>TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE</b> Te de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor y unión 32mm para polietileno inyectado de 32mm. colocado y probado.			
P3138	1,000	UD TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE	2,10	2,10	
%1015	10,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,10	0,21	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>2,31</b>
E3347	UD	<b>TE FUNDICION ROSCA M 1" PE</b> Te de fundición rosca macho 1" para unión con casquillo en tubería de PVC, para unión de PE inyectado, salida 32mm. colocado y probado.			
P3141	1,000	UD CRUZE DE FUND. R.M 1" R.H 3/4	3,01	3,01	
%1015	10,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,00	0,30	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>3,31</b>
E3348	UD	<b>CODO DE FUNDICION ROSCA H 3/4</b> Codo de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor, unión 32mm para PE inyectado, colocado y probado.			
P3140	1,000	UD CODO DE FUND. ROSCA H 3/4" PE	2,28	2,28	
%1015	10,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,30	0,23	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>2,51</b>
E2522	UD	<b>ASPERSOR CIRCULAR</b> Aperseor circular rosca macho 3/4" colocado y probado.			
P3102	1,000	UD ASPERSOR CIRCULAR	4,31	4,31	
O0110	0,050	H OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>5,17</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE	
<b>CAPÍTULO C4 ACCESORIOS PVC</b>						
E4093	UD	<b>CONO REDUCCION 63-50mm</b> Cono de reducción de diámetro 63-50mm para la conexión de tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.				
P2733 %1015	1,000 UD 10,000 %	CONO REDUCCION 63-50 MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	73,44 73,40	73,44 7,34		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>80,78</b>	
E4098	UD	<b>CONO REDUCCION 125-110mm</b> Cono de reducción de diámetro 125-110mm.para la conexión de tuberías de polietileno incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.				
P2797 %1015	1,000 UD 10,000 %	CONO REDUCCION 125-110mm MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	114,19 114,20	114,19 11,42		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>125,61</b>	
E4097	UD	<b>CONO REDUCCION 110-90mm</b> Cono de reducción de diámetro 110-90mm para la conexión de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.				
P2798 %1015	1,000 UD 10,000 %	CONO REDUCCION 110-90mm MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	102,29 102,30	102,29 10,23		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>112,52</b>	
E4094	UD	<b>CONO REDUCCION 90-75mm</b> Cono de reducción de diámetro 90-75mm.para la conexión de las tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.				
P2721 %1015	1,000 UD 10,000 %	CONO REDUCCION 90-75 MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	77,47 77,50	77,47 7,75		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>85,22</b>	
E4092	UD	<b>CONO REDUCCION 75-63mm</b> Cono de reducción de diámetro 75-63mm para la conexión de tuberías de PVC				
P2795 %1015	1,000 UD 10,000 %	CONO REDUCCION 75-63mm MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	61,31 61,30	61,31 6,13		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>67,44</b>	
E2537	UD	<b>DRENAJE FIN LINEA</b> Drenaje fin de línea encolado y colocado.				
P3116 P0643 O0110 P0725	2,000 UD 1,000 MI 0,060 H 1,000 UD	CODO 90° 50mm T.PVC D=50mm, 6Atm,ENCOLAR PO OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL. TAPON FIN LINEA	1,79 1,71 17,17 1,19	3,58 1,71 1,03 1,19		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>7,51</b>	
E2530	UD	<b>TE IGUAL PVC 50mm PN 6 ATM</b> TE DE PVC DE DIÁMETRO 50 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS				
P3128 O0110 P%1011	1,000 UD 0,250 H 30,000 %	TE DE PVC 50mm OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL. MEDIOS AUXILIARES	15,98 17,17 16,00	15,98 4,29 4,80		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>25,07</b>	
E2540	UD	<b>CODO 45° PVC 75mm</b> Codo 45° diámetro 75mm.				
P3135 O0110 P%1011	1,000 UD 0,050 H 30,000 %	CODO 75° OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL. MEDIOS AUXILIARES	3,25 17,17 3,30	3,25 0,86 0,99		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>5,10</b>	

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E4087	UD	<b>TE REDUCCION 110-75mm</b> Te de reducción de junta elástica de PVC de diámetro 110-75mm, colocada.			
P0739 %1015	1,000 UD 10,000 %	TE REDUCCION 110-75 mm PVC MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	15,03 15,00	15,03 1,50	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>16,53</b>
E4086	UD	<b>TE REDUCCION 90-75mm</b> Te de reducción de junta elástica para PVC de diámetros 90-75mm.			
P0740 %1015	1,000 UD 10,000 %	TE REDUCCION 90-75 mm PVC MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	6,01 6,00	6,01 0,60	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>6,61</b>
E4085	UD	<b>TE REDUCCION 75-63mm</b> Te de reducción de junta elástica de diámetro 75-63mm, colocada.			
P0741 %1015	1,000 UD 10,000 %	TE REDUCCION 75-63 mm PVC MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,61 3,60	3,61 0,36	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>3,97</b>
E4084	UD	<b>TE REDUCCION 75-50mm</b> Te de reducción de PVC de diámetros 75-50mm, colocada.			
P0742 %1015	1,000 UD 10,000 %	TE REDUCCION 75-50 mm PVC MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,01 3,00	3,01 0,30	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>3,31</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C5 COLLARINES</b>					
CC6	UD	COLLARIN D 180 mm PARA PVC			
			TOTAL PARTIDA.....		85,00
P100	UD	COLLARIN D 125 mm PARA PVC Collarin diametro 125mm, colocado.			
P1001	1,000	UD COLLARIN 125 mm	15,60	15,60	
P%1011	0	30,000 % MEDIOS AUXILIARES	15,60	4,68	
O0110	0,060 H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
			TOTAL PARTIDA.....		21,31
E2993	UD	COLLARIN D 110 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 110 COLOCADO			
P3121	1,000	UD COLLARIN D 110	3,25	3,25	
P%1011	0	30,000 % MEDIOS AUXILIARES	3,30	0,99	
O0110	0,060 H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
			TOTAL PARTIDA.....		5,27
E2992	UD	COLLARIN D 90 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 90 COLOCADO.			
P3107	1,000	UD COLLAR DM=90	2,64	2,64	
P%1011	1	30,000 % MEDIOS AUXILIARES	2,60	0,78	
O0110	0,060 H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
			TOTAL PARTIDA.....		4,45
E2991	UD	COLLARIN D 75 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 75 COLOCADO.			
P3106	1,000	UD COLLAR DM=75	2,31	2,31	
P%1011	2	30,000 % MEDIOS AUXILIARES	2,30	0,69	
O0110	0,060 H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
			TOTAL PARTIDA.....		4,03
E2990	UD	COLLARIN D 63 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 63 YA COLOCADO			
P3105	1,000	UD COLLAR DM=63	2,19	2,19	
P%1011	1	30,000 % MEDIOS AUXILIARES	2,20	0,66	
O0110	0,050 H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
			TOTAL PARTIDA.....		3,71
E2989	ud	COLLARIN D 50 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 50 COLOCADO Y MEDIOS AUXILIARES YA INCLUIDOS			
P3104	1,000	UD COLLAR DM=50	2,07	2,07	
O0110	0,050 H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
P%1011	1	30,000 % MEDIOS AUXILIARES	2,10	0,63	
			TOTAL PARTIDA.....		3,56

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C6 VALVULAS Y ACCESORIOS</b>					
E2596		<b>UD DERIVACION SIMPLE PARA MOD.</b> Derivación simple de acero A-42-b para modulos de riego, incluye perforación roscada para válvula de ventosa y tornillería para válvula hidráulica, puesta en obra colocada y probada.	Sin descomposición		
				<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>81,74</b>
E3673		<b>Ud ARQUETA VALV. MARIPOSA RAMAL</b> Arqueta para válvula de mariposa montada en tubería de conducción, consistente en tubo de hormigón vibrado de 1200 mm. de diámetro con un tubo troncocónico acabado en diámetro 400 mm, esta arqueta poseerá los orificios correspondientes para el paso de la tubería, tal y como se representa en los planos y una tapa de fundición galvanizada de diámetro 400mm, colocada y acabada.			
P1978	2,000	MI TUB.HORMIGON VIBRADO D=1200mm	51,25	102,50	
%1015	0	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	102,50	10,25	
				<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>112,75</b>
E3670		<b>Ud VALV. TRES VIAS</b> Válvula de tres vías para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.			
P1970	1,000	Ud VALV. TRES VIAS	15,26	15,26	
%1015	10,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	15,30	1,53	
				<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>16,79</b>
E3687		<b>Ud FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE</b> Filtro de 4" de cartucho extraible, para colocación en cada toma de riego según se indica en los planos, colocado y probado.			
P1981	1,000	Ud FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE	279,26	279,26	
%1015	108	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	279,30	2,79	
				<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>282,05</b>
E2597		<b>UD DERIVACION DOBLE PARA MOD.</b> Derivación doble acero A-42-b para módulos de riego, con perforación para válvula de ventosa, y tornilleria incluida para válvulas hidráulicas, puesta en obra colocada y montada.	Sin descomposición		
				<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>94,68</b>
D51IM004		<b>ud Ventosa/purgador autom.DN=100 mm.</b> Válvula ventosa/purgador automática Diámetro 100 mm. Colocada			
U43IN004	1,000	ud Ventosa/purgador autom.DN=100 mm.	800,14	800,14	
%MAP	1,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	800,10	8,00	
				<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>808,14</b>
D51IE011		<b>ud Válv. marip.reduc.c/el s.D=100mm</b> Válvula mariposa reductora con junta esástica diámetro 100 mm. Colocada			
U43IF011	1,000	ud Válv. marip.reduc.c/el s.D=100mm	178,85	178,85	
%MAP	1,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	178,90	1,79	
				<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>180,64</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C7 AUTOMATIZACION DEL RIEGO</b>					
E3264	ML	MICROTUBO COMANDO DE PE 8 mm.			
		Microtubo de comando para autotamismos de la red de riego, fabricado en PE con D= 8mm. puesto en obra colocado y probado.			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>0,04</b>
E3670	Ud	<b>VALV. TRES VIAS</b>			
		Válvula de tres vías para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.			
P1970	1,000 Ud	VALV. TRES VIAS	15,26	15,26	
%1015	10,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	15,30	1,53	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>16,79</b>
E3665	Ud	<b>SOLENOIDE</b>			
		Multisolenoide de operación secuencial para comando eléctrico de válvulas hidráulicas.			
P1972	1,000 Ud	MULTISELENOIDE	74,27	74,27	
%1015	10,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	74,30	7,43	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>81,70</b>
E3680	UD	<b>ORDENADOR HASTA 99 PROGRAMAS</b>			
		Ordenador de 99 programas para control automático de las válvulas de limpieza automática de la estación de filtro.			
P1971	1,000 Ud	ORDENADOR DE 16 ESTACIONES	571,05	571,05	
%1015	10,000 %	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	571,10	57,11	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>628,16</b>
E3677	Ud	<b>PLACA SOLAR 60x25 cm.</b>			
		Placa solar de 60x 25 cm. de superficie.			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>411,46</b>
E3676	Ud	<b>BATERIA 12 V. CORRIE. CONT.</b>			
		Batería de 12 voltios de corriente continua.			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>28,40</b>
E3678	Ud	<b>REGULADOR DE CARGA</b>			
		Regulador de carga.			
			Sin descomposición		
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>16,73</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C8 FERTIRRIGACION</b>					
E1589	UD	DEPOSITO POLIETILENO 10000L Depósito de polietileno, con tratamiento para radiación ultravioleta incluye tape y grifería de esfera de salida. colocado y probado.	Sin descomposición	TOTAL PARTIDA.....	1.322,23
E1590	UD	BOMBA INYECTORA FER. Bomba inyectora hidráulica para fertirrigación de caudal máximo de 400 l/h. incluye valvulas de esfera de control de caudal, y toma para latubería de riego, soportes para su devida instalación y sujeción. montada y probada.	Sin descomposición	TOTAL PARTIDA.....	593,44

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD					



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**PRESUPUESTO GENERAL**

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C1 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
E2602	M3 EXCAVACION ZANJA TERRE. FRANC Excavación de zanjas para tuberías con retroexcavadora, en terreno franco medido sobre perfil.	1.789,24	1,12	2.003,95
E2609	M3 TAPA. ZANJ.PROCE.EXLEN.10m Tapado de zanjas y extendido de tierras procedentes de las zanjas excavadas hasta una distancia media de 10 m.	1.759,48	0,18	316,71
E2610	M3 TRANSP.TIER. C.BASC. D<=3 Km Transporte de tierras o de materiales pétreos en camión basculante, por carreteras o caminos en buenas condiciones a una distancia máxima de 3 km de recorrido de carga, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga, sin incluir el importe de la pala cargadora. Según cálculo en hoja aparte. En el caso de transportes por vías en difíciles condiciones, bien por su estado o por su pendiente superior al 8% , el precio se mayorará en un 15% . Para pendientes superiores al 20% o condiciones extremas de las vías, se estudiarán precios especiales superiores a los propuestos.	21,98	0,79	17,36
E2619	M3 EXCAVACION DE HOYOS EXCAVACION DE HOYOS PARA ASPERSORES	200,42	0,93	186,39
E2620	M3 TAPADO DE HOYOS TAPADO DE HOYOS	200,36	0,46	92,17
<b>TOTAL CAPÍTULO C1 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....</b>				<b>2.616,58</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C2 TUBERIAS</b>				
E3265	<b>ML T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO</b> Tubería de PVC. rígida de 50mm. de diámetro y 6 atm. de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del proyecto.	409,75	1,19	487,60
E2914	<b>MI TUB.PVC 63mm 6atm. J.GOM.COL</b> 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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	455,22	1,36	619,10
E2921	<b>MI TUB.PVC 75mm 6atm. J.GOM.COL</b> 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 pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	669,71	1,78	1.192,08
E2928	<b>MI TUB.PVC 90mm 6atm. J.GOM.COL</b> 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, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	918,00	2,49	2.285,82
E2935	<b>MI TUB.PVC 110mm 6atm. J.GOM.CO</b> Tubería de P.V.C. rígida de 110 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	892,96	3,00	2.678,88
E2942	<b>MI TUB.PVC 125mm 6atm. J.GOM.CO</b> Tubería de P.V.C. rígida de 125 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	102,22	3,61	369,01
E3261	<b>ML TUBERIA PE. D=32mm PN 6 atm</b> TUBERIA DE POLIETILENO 32 PN 6 ATM QUE INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA Y COLOCACION DE LA MISMA.	7.599,33	1,98	15.046,67
E2963	<b>MI TUB.PVC 180mm 6atm. ENCO.COL</b> Tubería de P.V.C. rígida de 180 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. 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. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	314,14	13,16	4.134,08

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D51AAA006	m. Tub.PVC liso j.peg. PN6 DN=140mm. Tubería de P.V.C. rígida de 140 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por encolado, incluye endo 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.	91,05	7,38	671,95
<b>TOTAL CAPÍTULO C2 TUBERIAS.....</b>				<b>27.485,19</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C3 ASPERSORES Y ACCESORIOS</b>				
E2523	<b>UD ASPERSOR SECTORIAL</b> Aspersor sectorial rosca macho 3/4" colocado y probado.	105,00	6,74	707,70
E2521	<b>UD CAÑA 3/4</b> CAÑA DE 3 METROS DE DIAMETRO 3/4 COLOCADA	655,00	4,16	2.724,80
E3628	<b>UD CASQUILLO DE UNION 3/4"</b> Casquillo de unión rosca hembra 3/4",para cañas porta-aspersores.	1.310,00	1,10	1.441,00
E3344	<b>UD DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4"</b> Dado de hormigón para protección de la parte inferior de unión caña con PE puesto en obra y colocado.	655,00	0,86	563,30
E2525	<b>UD CHAP ASPER SECTORIAL</b> CHAPA ASPERSOR CIRCULAR	105,00	5,52	579,60
E3346	<b>UD TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE</b> Te de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor y unión 32mm para polietileno inyectado de 32mm. colocado y probado.	232,00	2,31	535,92
E3347	<b>UD TE FUNDICION ROSCA M 1" PE</b> Te de fundición rosca macho 1" para unión con casquillo en tubería de PVC, para unión de PE inyectado, salida 32mm. colocado y probado.	209,00	3,31	691,79
E3348	<b>UD CODO DE FUNDICION ROSCA H 3/4</b> Codo de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor, unio 32mm para PE inyectado, colocado y probado.	423,00	2,51	1.061,73
E2522	<b>UD ASPERSOR CIRCULAR</b> Apersor circular rosca macho 3/4" colocado y probado.	550,00	5,17	2.843,50
<b>TOTAL CAPÍTULO C3 ASPERSORES Y ACCESORIOS .....</b>				<b>11.149,34</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C4 ACCESORIOS PVC</b>				
E4093	<b>UD CONO REDUCCION 63-50mm</b> Cono de reducción de diámetro 63-50mm para la conexión de tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.,soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	19,00	80,78	1.534,82
E4098	<b>UD CONO REDUCCION 125-110mm</b> Cono de reducción de diámetro 125-110mm.para la conexión de tuberías de polietileno incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.,soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	9,00	125,61	1.130,49
E4097	<b>UD CONO REDUCCION 110-90mm</b> Cono de reducción de diámetro 110-90mm para la conexión de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.,soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	17,00	112,52	1.912,84
E4094	<b>UD CONO REDUCCION 90-75mm</b> Cono de reducción de diámetro 90-75mm.para la conexión de las tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.,soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	18,00	85,22	1.533,96
E4092	<b>UD CONO REDUCCION 75-63mm</b> Cono de reducción de diámetro 75-63mm para la conexión de tuberías de PVC	19,00	67,44	1.281,36
E2537	<b>UD DRENAJE FIN LINEA</b> Drenaje fin de línea encollado y colocado.	19,00	7,51	142,69
E2530	<b>UD TE IGUAL PVC 50mm PN 6 ATM</b> TE DE PVC DE DIÁMETRO 50 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS	19,00	25,07	476,33
E2540	<b>UD CODO 45º PVC 75mm</b> Codo 45º diámetro 75mm.	1,00	5,10	5,10
E4087	<b>UD TE REDUCCION 110-75mm</b> Te de reducción de junta elástica de PVC de diámetro 110-75mm,colocada.	2,00	16,53	33,06
E4086	<b>UD TE REDUCCION 90-75mm</b> Te de reducción de junta elástica para PVC de diámetros 90-75mm.	3,00	6,61	19,83
E4085	<b>UD TE REDUCCION 75-63mm</b> Te de reducción de junta elástica de diámetro 75-63mm,colocada.	2,00	3,97	7,94
E4084	<b>UD TE REDUCCION 75-50mm</b> Te de reducción de PVC de diámetros 75-50mm,colocada.	3,00	3,31	9,93
<b>TOTAL CAPÍTULO C4 ACCESORIOS PVC .....</b>				<b>8.088,35</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C5 COLLARINES</b>				
CC6	UD COLLARIN D 180 mm PARA PVC	5,00	85,00	425,00
P100	UD COLLARIN D 125 mm PARA PVC Collarin diametro 125mm, colocado.	9,00	21,31	191,79
E2993	UD COLLARIN D 110 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 110 COLOCADO	15,00	5,27	79,05
E2992	UD COLLARIN D 90 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 90 COLOCADO.	18,00	4,45	80,10
E2991	UD COLLARIN D 75 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 75 COLOCADO.	19,00	4,03	76,57
E2990	UD COLLARIN D 63 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 63 YA COLOCADO	19,00	3,71	70,49
<b>TOTAL CAPÍTULO C5 COLLARINES .....</b>				<b>923,00</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C6 VALVULAS Y ACCESORIOS</b>				
E3670	<b>Ud VALV. TRES VIAS</b> Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.	9,00	16,79	151,11
E3687	<b>Ud FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE</b> Filtro de 4" de cartucho extraible, para colocación en cada toma de riego según se indica en los planos, colocado y probado.	1,00	282,05	282,05
D51IM004	<b>ud Ventosa/purgador autom.DN=100 mm.</b> Válvula ventosa/purgador automática Diámetro 100 mm. Colocada	9,00	808,14	7.273,26
D51IE011	<b>ud Válv. marip.reduc.c/el s.D=100mm</b> Válvula mariposa reductora con junta esástica diámetro 100 mm. Colocada	9,00	180,64	1.625,76
<b>TOTAL CAPÍTULO C6 VALVULAS Y ACCESORIOS.....</b>				<b>9.332,18</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C7 AUTOMATIZACION DEL RIEGO</b>				
E3264	<b>ML MICROTUBO COMANDO DE PE 8 mm.</b> Microtubo de comando para autotamismos de la red de riego, fabricado en PE con D= 8mm. puesto en obra colocado y probado.	1.589,66	0,04	63,59
E3670	<b>Ud VALV. TRES VIAS</b> Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de las válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.	9,00	16,79	151,11
E3665	<b>Ud SOLENOIDE</b> Multisolenoides de operación secuencial para comando eléctrico de válvulas hidráulicas.	9,00	81,70	735,30
E3680	<b>UD ORDENADOR HASTA 99 PROGRAMAS</b> Ordenador de 99 programas para control automático de las válvulas de limpieza automática de la estación de filtrado.	1,00	628,16	628,16
E3677	<b>Ud PLACA SOLAR 60x25 cm.</b> Placa solar de 60x25 cm. de superficie.	1,00	411,46	411,46
E3676	<b>Ud BATERIA 12 V. CORRIE. CONT.</b> Batería de 12 voltios de corriente continua.	1,00	28,40	28,40
E3678	<b>Ud REGULADOR DE CARGA</b> Regulador de carga.	1,00	16,73	16,73
<b>TOTAL CAPÍTULO C7 AUTOMATIZACION DEL RIEGO.....</b>				<b>2.034,75</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C8 FERTIRRIGACION</b>				
E1589	<b>UD DEPOSITO POLIETILENO 10000L</b> Depósito de polietileno, con tratamiento para radiación ultravioleta incluye tape y grifería de esfera de salida. colocado y probado.	1,00	1.322,23	1.322,23
E1590	<b>UD BOMBA INYECTORA FER.</b> Bomba inyectora hidráulica para fertirrigación de caudal máximo de 400 l/h. incluye valvulas de esfera de control de caudal, y toma para latubería de riego, soportes para su devida instalación y sujeción. montada y probada.	1,00	593,44	593,44
	<b>TOTAL CAPÍTULO C8 FERTIRRIGACION.....</b>			<b>1.915,67</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>				
	TOTAL CAPÍTULO C9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....			<b>3.362,76</b>
	TOTAL.....			<b>66.907,82</b>



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**RESUMEN**

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	2.616,58	3,91
C2	TUBERIAS.....	27.485,19	41,08
C3	ASPERORES Y ACCESORIOS.....	11.149,34	16,66
C4	ACCESORIOS PVC.....	8.088,35	12,09
C5	COLLARINES.....	923,00	1,38
C6	VALVULAS Y ACCESORIOS.....	9.332,18	13,95
C7	AUTOMATIZACION DEL RIEGO.....	2.034,75	3,04
C8	FERTIRRIGACION.....	1.915,67	2,86
C9	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3.362,76	5,03
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>66.907,82</b>	
	13,00% Gastos generales.....	8.698,02	
	6,00% Beneficio industrial.....	4.014,47	
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>12.712,49</b>	
	21,00% I.V.A.....	16.720,27	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>96.340,58</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>96.340,58</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de NOVENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS CUARENTA EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Sariñena, a 27 DE MAYO DE 2013.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

ENRIQUE VEINTEMILLA MARTIN



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**MEMORIA**

# **MEMORIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **Índice:**

<b>1. Objetivo del proyecto.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Características de la obra.....</b>	<b>1-2</b>
<b>2.1 Descripción de la obra, situación y emplazamiento.....</b>	<b>1</b>
<b>2.2 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Interferencias y servicios afectados.....</b>	<b>2</b>
<b>2.3 Unidades constructivas que componen la obra.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Riesgos y medidas preventivas.....</b>	<b>2-13</b>
<b>3.1 Riesgos profesionales.....</b>	<b>3-10</b>
<b>3.2 Riesgos laborales especiales según el anexo II del         R.D.1627/97.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Riesgos de daños a terceros y su prevención.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Color y señalización.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Formación.....</b>	<b>12</b>
<b>3.6 Medicina preventiva y primeros auxilios.....</b>	<b>12-13</b>
<b>3.7 Orden y limpieza.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Instalaciones provisionales.....</b>	<b>14-15</b>
<b>4.1 Instalación eléctrica.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 Almacenes.....</b>	<b>14</b>
<b>4.3 Protección de incendios.....</b>	<b>14-15</b>

<b>5. Instalaciones eléctricas.....</b>	<b>15-16</b>
<b>6. Organización y planificación de la seguridad de la obra.....</b>	<b>16-17</b>

## **1- Objetivo del proyecto:**

Este proyecto de seguridad y salud laboral establece, durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un estudio de seguridad y salud laboral en los proyectos de edificación y obras públicas.

En aplicación de este decreto, la empresa constructora adjudicataria de la obra elaborará un plan de seguridad y salud laboral.

## **2- Características de la obra:**

### **2.1- Descripción de la obra, situación y emplazamiento:**

El proyecto contempla las obras necesarias para la distribución del agua en parcela mediante coberturas totales enterradas, desde los hidrantes de cada una de ellas.

Dichas obras consisten en:

- Conexión con hidrante
- Tuberías de distribución de PVC de diámetros variables entre 40 y 200 mm y de PE de Alta Densidad de 32 mm.
- Accesorios y aspersores.
- Todas las redes llevan elementos de control y regulación, valvulería y arquetas de hormigón para el alojamiento de estos elementos.

El proyecto se realiza en una finca de 19 hectáreas, perteneciente al término municipal de Pallaruelo de Monegros (Huesca).

## **2.2- Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra:**

El presupuesto al que asciende la obra es de 96.340,57 euros.

El plazo de ejecución de la obra es de 2 meses, siempre ateniéndose a lo que se acordó en el momento de la contratación en el pliego de cláusulas particulares.

El número de personas que estarán trabajando en la obra, será las que desee la empresa contratada, siempre que la obra esté entregada en la fecha acordada, y todo el personal cumpla con las normas de seguridad y salud.

## **2.3- Interferencias y servicios afectados:**

Al ser una obra lineal se interceptarán con la misma: caminos, líneas eléctricas, tuberías y cauces de agua.

## **2.4- Unidades constructivas que componen la obra:**

Las unidades constructivas que componen la obra son las siguientes:

- Excavaciones en zanja.
- Transportes y vertidos en tajo, con sus correspondientes montaje de tuberías, extendido y compactación de tierras.
- Ejecución de arquetas y pequeñas obras de fábrica en las conducciones.
- Construcción del edificio de control de mandos.

## **3- Riesgos y medidas preventivas:**

Según los establecidos en la Ley 31/1995 de 8 de noviembre sobre prevención de riesgos laborales, las empresas están obligadas a efectuar un análisis o valoración de riesgos previa al inicio de las obras. Para la obra proyectada son los que se describen en los siguientes puntos:

### **3.1- Riesgos profesionales:**

Riesgos laborales evitables mediante técnicas y/u organizativas

<b>Riesgos evitables</b>	<b>Medidas técnicas a adoptar</b>
Derivados de la rotura de instalaciones existente.	Neutralizaciones de las instalaciones existentes, señalización de las mismas y presencia de técnico de la compañía a pie de tajo.
Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas.	Cortes del fluido, puestas a tierra y cortocircuitos de los cables.
Derrumbes y excavaciones de zanjas y vaciados.	Ataluzamiento según el tipo de terreno determinado por estudio geotécnico del mismo.
Caídas de altura en realización de estructuras y soportes.	Prearmado o premontaje de tramos o módulos en taller.

Riesgos laborales no eliminables completamente

<b>En excavaciones y zanjas</b>
<b>Riesgos</b>
Desprendimientos
Caídas de personas al mismo y distinto nivel
Vuelco por accidentes de vehículos y máquinas
Atropellos por máquinas o vehículos
Atrapamientos
Cortes y golpes
Ruidos
Vibraciones
Proyección de partículas a los ojos
Polvos y gases
Interferencias y contactos con líneas eléctricas en tensión
Explosiones

<b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b>	<b>Grado de adopción</b>
Observación y vigilancia del terreno	Diaria
Sistema de apuntalado o entibación en zanjas	Frecuente
Vallas de limitación y protección	Permanente
Cinta de balizamiento	Permanente
Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria en movimiento	Permanente
Barandillas de protección en proximidad de zonas de paso y trabajo	Permanente
Señales de tráfico	Ocasional
Señales de seguridad	Permanente
Sistema de señalización nocturna	Permanente
Regados de pista	Frecuente
Topes de vertederos	Permanente
Pórticos protectores de líneas eléctricas	Permanente
Detector de instalaciones enterradas	Ocasional

<b>Equipos de protección individual</b>	<b>Empleo</b>
Monos o buzos	Permanente
Prendas reflectantes	Ocasional
Botas de seguridad de cuero	Permanente
Botas impermeables al agua y a la humedad	Ocasional
Guantes de cuero	Ocasional
Guantes de goma	Ocasional
Cinturón anti vibratorio	Ocasional
Mascarillas antipolvo	Ocasional
Gafas contra impactos y antipolvo	Ocasional
Protectores auditivos	Ocasional
Trajes de agua	Ocasional
Cascos para toda persona que entre en la obra	Permanente

<b>En obras de fabrica de arquetas</b>
<b>Riesgos</b>
Caída de personas a nivel
Caída de personas desde altura
Caída de piedras u objetos
Atropello por máquinas y vehículos
Heridas con herramientas manuales
Derrumbes de tierra
Golpes y atrapamientos con tubos
Contacto con líneas eléctricas
Quemaduras cáusticas con el hormigón
Salpicaduras y motas en los ojos

<b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b>	<b>Grado de adopción</b>
Sistema de apuntalado y entibación en zanja	Frecuente
Escaleras y sistemas de acceso protegidos	Ocasional
Estudio de la maniobra de los vehículos y maquinaria automotriz	Permanente
Impartición de las órdenes necesarias para que el orden de las operaciones sea el correcto	Permanente
Comprobación de máquinas, herramientas y medios auxiliares antes de su utilización	Diaria
Cintas de balizamiento	Permanente
Señales acústicas y luminosas de aviso de maquinaria en movimiento	Permanente
Vallas de limitación y protección	Permanente
Señales de seguridad	Permanente
Topes para vehículos	Permanente
Señales de tráfico	Ocasional
Pórticos protectores de líneas eléctricas	Permanente

<b>Equipos de protección individual</b>	<b>Empleo</b>
Cascos para todas las personas en obra	Permanente
Mono o buzos	Permanente
Prendas reflectantes	Ocasional
Botas de seguridad de cuero	Permanente
Botas impermeables al agua y a la humedad	Ocasional
Guantes de cuero	Ocasional
Guantes de goma	Ocasional
Gafas contra impactos y antipolvo	Ocasional
Trajes de agua	Ocasional

<b>En conducciones hidráulicas</b>
<b>Riesgos</b>
Desplomes y hundimientos del terreno
Golpes contra tubos u objetos
Caídas de objetos y materiales
Erosiones y contusiones en manipulación
Lumbalgias por sobreesfuerzos, posturas inadecuadas
Atropellos por máquinas o vehículos
Atrapamientos por maquinaria
Heridas por máquina cortadoras
Heridas con herramientas manuales
Salpicaduras y motas en los ojos
Electrocuciones

<b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b>	<b>Grado de adopción</b>
Apuntalamientos y apeos	permanente
Escaleras y sistemas de acceso protegidos a las zonas de trabajo	ocasional
Pórticos protectores de líneas eléctricas	permanente

<b>Equipos de protección individual</b>	<b>Empleo</b>
Cascos: para todas las personas en obra	permanente
Monos o buzos	permanente
Prendas reflectantes	ocasional
Botas de seguridad de cuero	Permanente
Botas impermeables al agua y a la humedad	Ocasional
Guantes de cuero	Ocasional
Guantes de goma	ocasional
Gafas contra impactos y antipolvo	ocasional
Trajes de agua	Ocasional

<b>En anclajes de piezas especiales de calderería</b>
<b>Riesgos</b>
Desplomes y hundimientos del terreno
Golpes contra objetos
Caídas de personas al mismo y a distinto nivel
Caída de objetos y materiales
Heridas punzantes en pies y manos
Salpicaduras de hormigón en ojos
Dermatosis por cementos
Erosiones y contusiones en manipulación
Atropellos por máquinas o vehículos
Atrapamientos por maquinaria
Heridas por máquinas cortadoras
Electrocuciones
Interferencias con el tendido eléctrico

<b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b>	<b>Grado de adopción</b>
Apuntalamientos y apeos	permanente
Escaleras y sistemas de acceso protegidos a las zonas de trabajo	ocasional
Pórticos protectores de líneas eléctricas	permanente

<b>Equipos de protección individual</b>	<b>Empleo</b>
Cascos: para todas las personas en obra	permanente
Monos o buzos	permanente
Prendas reflectantes	ocasional
Botas de seguridad de cuero	permanente
Botas impermeables al agua y a la humedad	ocasional
Guantes de cuero	ocasional
Guantes de goma	ocasional
Cinturón de seguridad de sujeción	ocasional
Cinturón de seguridad de caída	ocasional
Gafas contra impactos y antipolvo	ocasional
Trajes de agua	ocasional

<b>En instalaciones</b>
<b>Riesgos</b>
Caídas a distinto y mismo nivel
Lesiones y cortes en manos y brazos
Dermatosis por contacto con materiales
Inhalación de sustancias tóxicas
Quemaduras
Golpes y aplastamiento de pies
Incendio por almacenamiento de productos combustibles
Electrocuciones
Contactos eléctricos directos e indirectos
Ambiente pulvígeno

<b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b>	<b>Grado de adopción</b>
Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	permanente
Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	frecuente
Realizar las conexiones eléctricas sin tensión	permanente

<b>Equipos de protección individual</b>	<b>Empleo</b>
Gafas de seguridad	ocasional
Guantes de cuero o goma	frecuente
Botas de seguridad	frecuente
Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
Mástiles y cables fiadores	ocasional
Mascarilla filtrante	ocasional

<b>Soldaduras</b>
<b>Riesgos</b>
Explosiones
Humos metálicos
Radiaciones

<b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b>	<b>Grado de adopción</b>
Válvulas antirretroceso de llama	permanente
Manómetros, mangueras, bridás y racores en buen estado	permanente
Carros para el transporte grupo soldadura	ocasional
Pantallas protectoras	ocasional
Carro portacilindros oxicorte	permanente

<b>Equipos de protección individual</b>	<b>Empleo</b>
Cascos de seguridad	ocasional
Monos o buzos ignífugos	permanente
Botas de seguridad de cuero	permanente
Guantes de soldador	permanente
Cinturón de seguridad de sujeción	ocasional
Cinturón de seguridad de caída	ocasional
Gafas contra impactos y antipolvo	ocasional
Protectores auditivos	ocasional
Pantalla de seguridad para soldador eléctrico	permanente
Gafas de soldadura autógena	permanente

<b>Incendios</b>
<b>Riesgos</b>
Almacenes
Vehículos
Encofrados de madera

<b>Medidas preventivas y protecciones colectivas</b>	<b>Grado de adopción</b>
Extintores portátiles	permanente

<b>Equipos de protección individual</b>	<b>Empleo</b>
Monos o buzos ignífugos	permanente

### **3.2 Riesgos laborales especiales según el anexo II del R.D.1627/97**

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que, siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

<b>Trabajos con riesgos especiales</b>	<b>Medidas específicas a adoptar</b>
Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	Las determinaciones en las instrucciones y procedimientos operativos de seguridad específicos para la fase en que aparecen
En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.	Calzado de seguridad. Señalizar y respetar la distancia de seguridad de 5 metros de altura.

### 3.3 Riesgos de daños a terceros y su prevención

Riesgos	
<p>Habrá riesgos de atropellos o golpes a personas derivadas de la actividad de la obra, fundamentalmente por circulación de vehículos, y la utilización de máquinas propias de la actividad que se desarrolla: camiones, máquinas excavadoras, zona de influencia del radio de giro de la pluma de los camiones grúa, etc.</p>	
<p>También existirá riesgo de choque o vuelco de vehículos a consecuencia del deterioro de la carretera actual por los trabajos y la existencia de desniveles, y taludes, o por la caída de materiales u objetos desde los vehículos de la obra a la vía pública</p> <td data-kind="ghost"></td>	
<p>Asimismo, existirá riesgo de caída de viandantes por arquetas y zanjas de la obra</p>	
Medidas preventivas y protecciones colectivas	Grado de adopción
En evitación de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de información y advertencia de que se encuentran en una zona de obras señalizándose los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, y colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios	Permanente
Si algún camino o zona de paso de vehículos pudiera ser afectado por los trabajos, se efectuarán los desvíos necesarios con las señales de aviso y advertencia que sean precisas y se establecerá el oportuno servicio de dirección y guía del tránsito	Ocasional
Las máquinas de la obra que circulen e interfieran con las vías públicas deberán poseer los sistemas de señalización obligatorios y, cuando sea necesario, se guiarán su movimiento y actuaciones	Ocasional
Los vehículos y camiones de transporte de la obra deberán proteger su carga con lonas que impidan la caída de tierras o materiales a la calzada pública. En caso necesario, se pondrán los medios para la limpieza de la misma.	Ocasional
Las arquetas y zanjas deberán estar convenientemente protegidas y señalizadas, procurándose con las primeras agilizar la colocación de las tapas definitivas	Ocasional

### **3.4 Color y señalización:**

Los colores están definidos por norma ISO en función del tipo de riesgo. Así pues:

- **Rojo** → Indica peligro, prohibición o actividad nociva.
- **Azul** → Indica obligatoriedad.
- **Amarillo** → Indica atención, precaución y advertencia.
- **Verde** → Indica información y seguridad.
- **Blanco y negro** → Son colores auxiliares.

La señalización de seguridad debe situarse principalmente en:

- Zonas de tránsito.
- Donde haya elementos de lucha contra el fuego.
- Peligros especiales.
- Advertencias de tipo general.
- Vallado.

### **3.5 Formación:**

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, junto con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud laboral, al personal de la obra.

### **3.6 Medicina preventiva y primeros auxilios:**

#### Botiquines

Se prevé la instalación de un botiquín general y de varios botiquines en obra para primeros auxilios.

### Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

### Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo de un año.

Si el suministro de agua potable para el personal no se toma de la red municipal de distribución, sino de fuentes, pozos, etc., en este último caso hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalarán aparatos para su cloración.

### **3.7 Orden y limpieza:**

Se entiende que un lugar de trabajo está limpio y ordenado cuando cumple los siguientes requisitos:

Cuando los restos de los materiales de trabajo se dejan en lugares apropiados.

Cuando los pasillos estén perfectamente señalizados y sin obstáculos de ningún tipo.

Cuando las zonas de paso y de trabajo están libres de elementos resbaladizos o que puedan provocar la caída (agua, jabones, grasas, aceites, clavos, herramientas, etc.).

Los instrumentos de trabajo están en perfecto estado de uso.

Los cables y conducciones no deben interceptar el paso.

#### **4- Instalaciones provisionales:**

##### **4.1 Instalación eléctrica:**

Solamente se prevé la utilización de un equipo de soldadura, alimentando por un grupo electrógeno. Para ello se disponen medidas de prevención de daños eléctricos.

##### **4.2 Almacenes:**

Los almacenes son locales cerrados, cobertizos y zonas al aire libre que albergan los materiales siguientes:

- Materiales de construcción
- Materiales de montaje
- Útiles y herramientas
- Repuestos
- Material y medios de Seguridad
- Varios

Los almacenes estarán comunicados con las zonas de actividad que se suministran de éstos, mediante los adecuados accesos. La distribución interior de los almacenes será la adecuada para que cumplan su finalidad de la forma más eficaz, teniendo presente la evitación de riesgos del personal que ha de manipular los materiales almacenados. La disposición de pasillos, zonas de apilamiento, etc., se hará teniendo presente estas circunstancias.

Las operaciones que se realizan habitualmente en los almacenes incluyen la descarga, recepción de materiales, su almacenamiento y la salida seguida del transporte hasta el lugar de utilización de los materiales.

##### **4.3 Protección de incendios:**

El riesgo de incendios por existencia de fuentes de ignición (trabajos de soldadura, instalación eléctrica, fuegos en períodos fríos, cigarrillos, etc.) y de sustancias combustibles (madera, carburantes, disolventes, pinturas, residuos, etc.) estará presente en la obra requiriendo atención a la prevención de estos riesgos.

Se realizarán revisiones periódicas y se vigilará permanentemente la instalación eléctrica provisional de la obra, si la hubiera, así como el correcto acopio de sustancias combustibles situando estos acopios en lugares adecuados, ventilados y con medios de extinción en los propios recintos.

Se dispondrá de extintores portátiles en los lugares de acopio que lo requieran, oficinas, almacenes, etc.

Se dispondrá del teléfono de los bomberos junto a otros de urgencia, que se colocará en lugar visible.

Las vías de evacuación estarán libres de obstáculos como uno de los aspectos del orden de limpieza que se mantendrá en todos los tajos, lugares de circulación y permanencia de trabajadores.

Se dispondrá la adecuada señalización indicando los lugares con riesgo elevado de incendio, prohibición de fumar y situación de extintores.

Estas medidas se orientan a la prevención de incendios y a las actividades iniciales de extinción hasta la llegada de los bomberos, caso que fuera precisa su intervención.

## **5 Instalaciones eléctricas:**

La instalación eléctrica de la obra se obtendrá del provisional de Obra que se alimentará de grupo electrógeno, de la potencia (Kw) que corresponda, con mandos y elementos de protección reglamentarios, según la relación de maquinaria e instalación eléctrica a emplear y que estará protegido de las acciones vandálicas y de las inclemencias atmosféricas por un armario bajo llave. Además existirán cuadros distribuidores con diferenciales de 300 mA y conexionado a maquinaria fija y de taller y cuadros de tajo con diferenciales de 300 mA para maquinaria móvil y de 30 mA para alumbrado y herramienta eléctrica manual.

Los diferenciales de 300 mA deberán estar conectados a la red de tomas de tierras de la instalación, estando el conjunto convenientemente calibrado para su correcto funcionamiento.

Las conexiones de entrada y salida deberán efectuarse con las clavijas normalizadas tipo CETAC.

Tanto los cuadros eléctricos como la maquinaria, máquinas y herramientas eléctricas, así como las cassetas y barrancas, deberán tener conectadas sus masas metálicas a una red o instalación de toma de tierra.

Los conductores empleados en la instalación estarán aislados para una tensión mínima de 1.000 V.

Los aparatos portátiles y lámparas de alumbrado accesibles serán estancos al agua, convenientemente aislados y protegidos con una carcasa de posibles golpes.

Sólo podrá intervenir y efectuar cambios en la instalación eléctrica personal expresamente autorizado.

Toda la instalación eléctrica deberá estar efectuada según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias del M.I.E. Su instalación deberá ser conformada por Certificado Oficial expedido por Instalador Autorizado.

## **6 Organización y planificación de la seguridad de la obra:**

El Plan de Seguridad que el contratista adjudicatario de las obras deberá presentar para su aprobación, como documentación aneja al contrato deberá detallar los siguientes aspectos:

- Plan de accesos, zonificaciones y circulación de la obra
- Plan de orden, manutención y limpieza
- Plan de revisiones y mantenimiento periódico de máquinas, vehículos, herramientas, aparatos eléctricos y demás aparatos empleados.

- Plan de Higiene Industrial. Sustancias y materiales peligrosos
- Plan sanitario, de primeros auxilios, de servicios asistenciales y de emergencia
- Plan de formación e información ligado al Plan de realización de la obra
- Plan de implantación y utilización de los medios y elementos de seguridad
- Detalle de gestión y control de la seguridad: personas responsables y delegado y organismos colegiados.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**PLANOS**

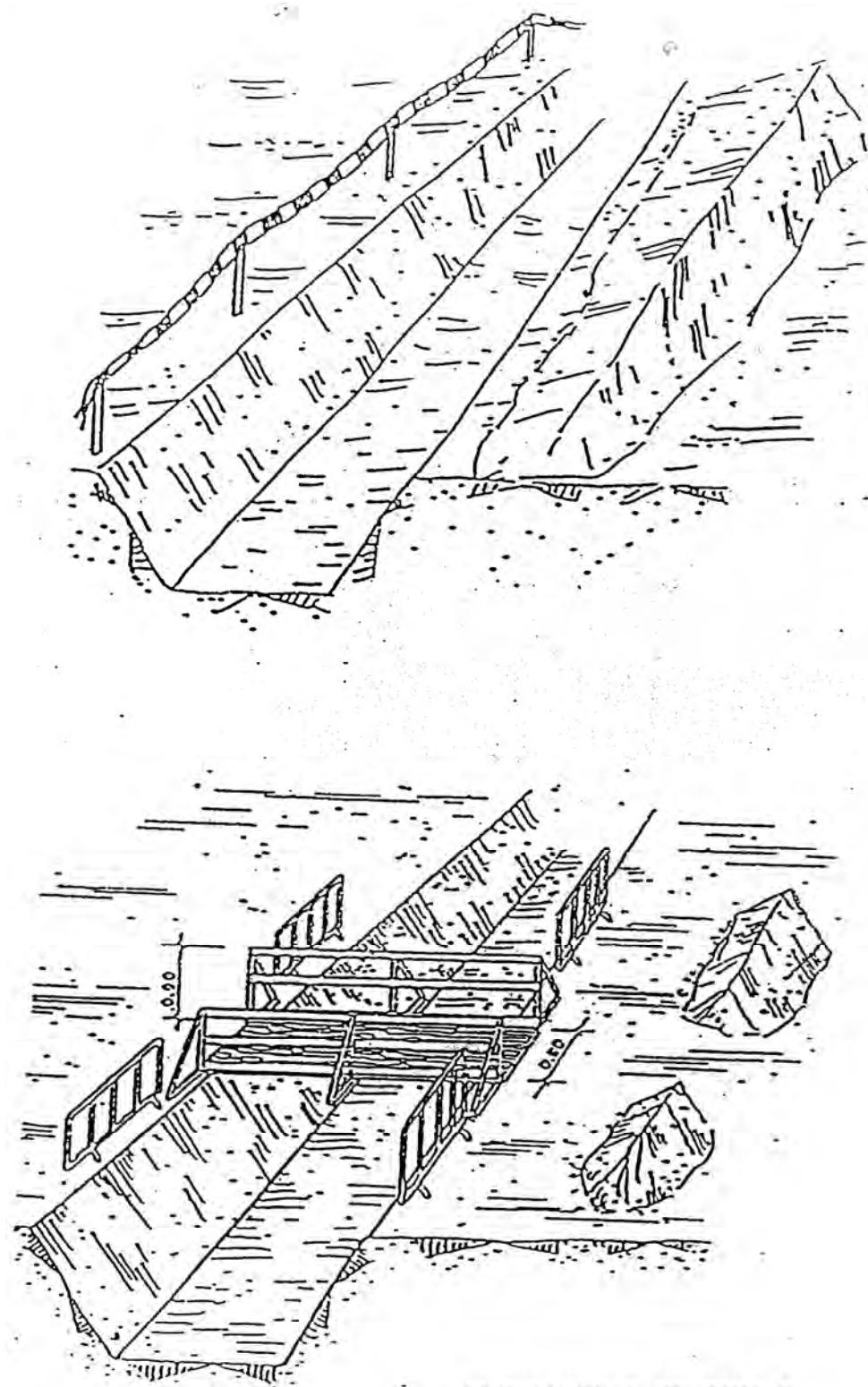
# **PLANOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **Índice:**

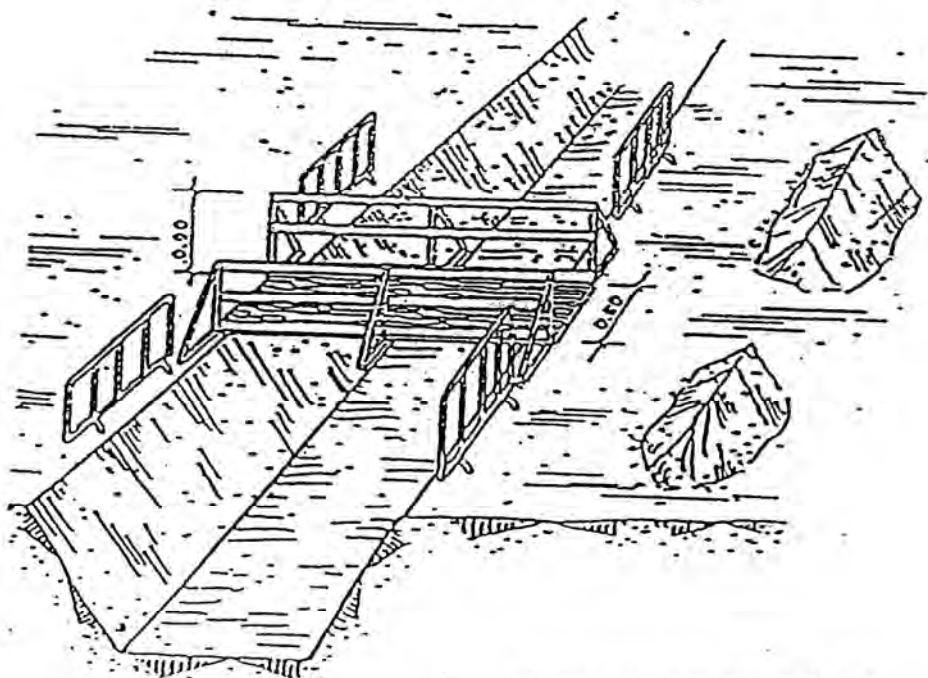
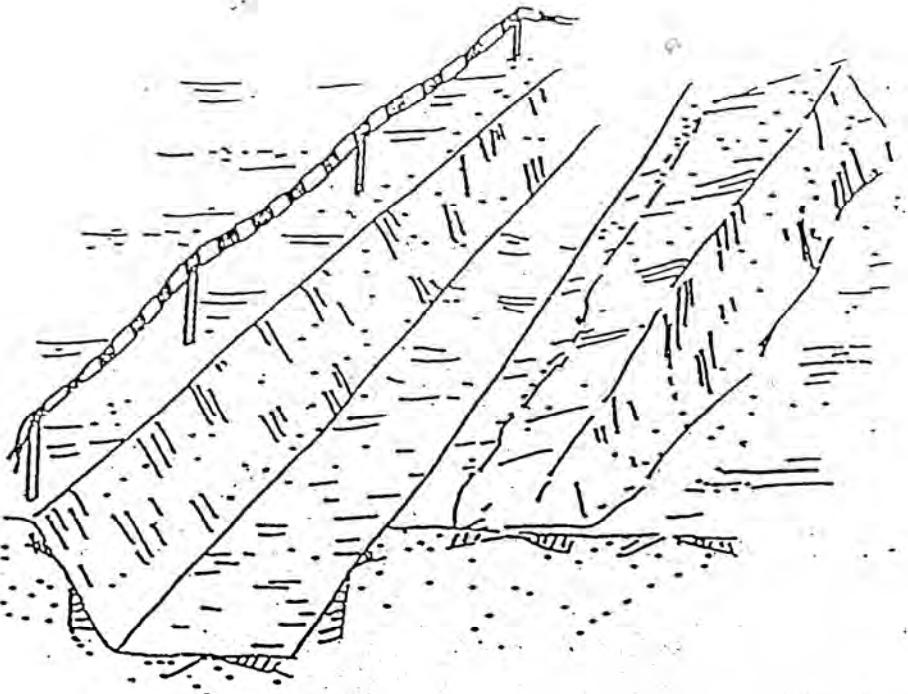
<b>1. Protección de zanjas.....</b>	<b>1-3</b>
<b>2. Barandilla de protección.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Tope en retroceso en vertidos.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Señalizaciones en carretera.....</b>	<b>6</b>
<b>5. Elementos auxiliares de señalización.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Grupo oxicorte.....</b>	<b>8</b>
<b>7. Balizamiento en cortes de carretera con desvío.....</b>	<b>9</b>
<b>8. Hormigonado por vertido directo en zanjas o cimentaciones.....</b>	<b>10</b>
<b>9. Señalización de seguridad en obras (prohibición).....</b>	<b>11</b>
<b>10. Señales de seguridad en obras (advertencias de peligro).....</b>	<b>12</b>
<b>11. Señales de seguridad en obras (salvamento).....</b>	<b>13</b>
<b>12. Señales de seguridad en obras (señales de prescripción y peligro).....</b>	<b>14</b>

<b>13. Señales de seguridad en obras (obligación).....</b>	<b>15</b>
<b>14. Modelo de instalación para comedor, sala de reuniones y oficina, aseos y vestuario.....</b>	<b>16</b>

**1- Protección de zanjas:**

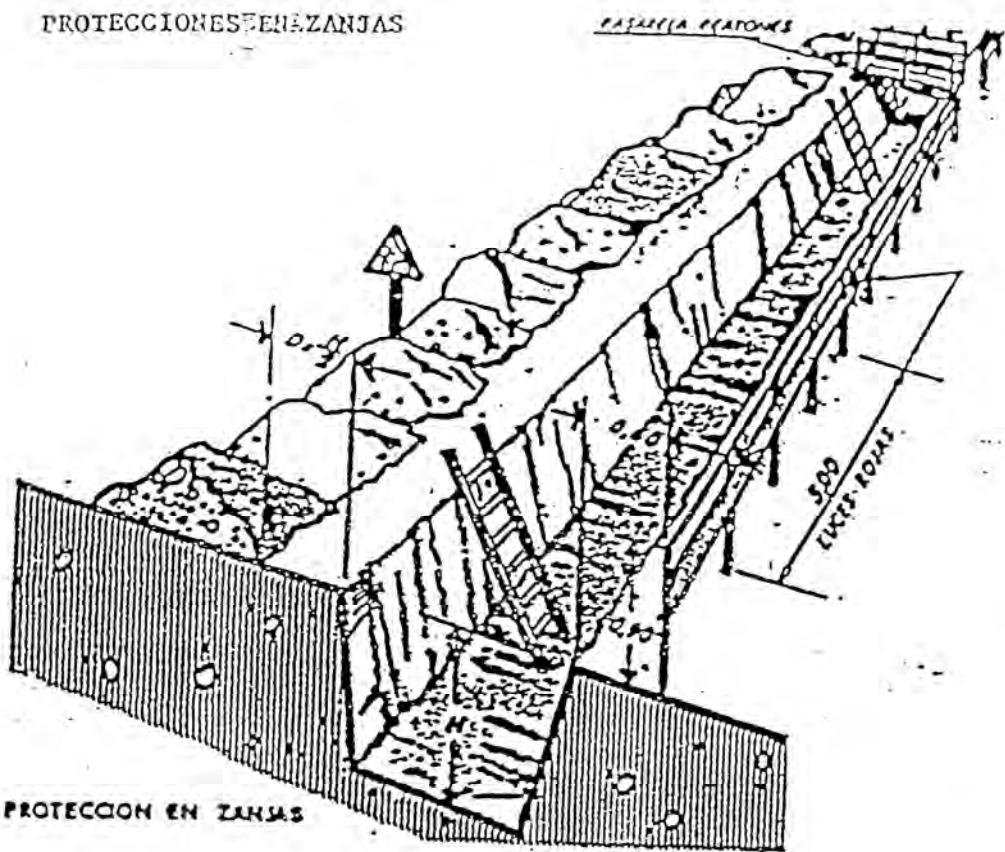


PROTECCIONES EN ZANJAS

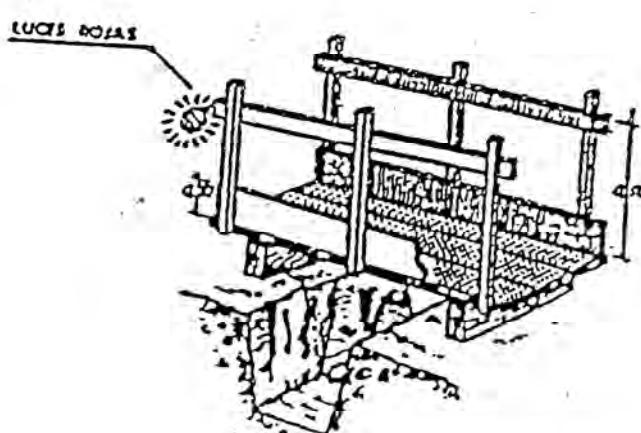


PROTECCIONES EN ZANJAS

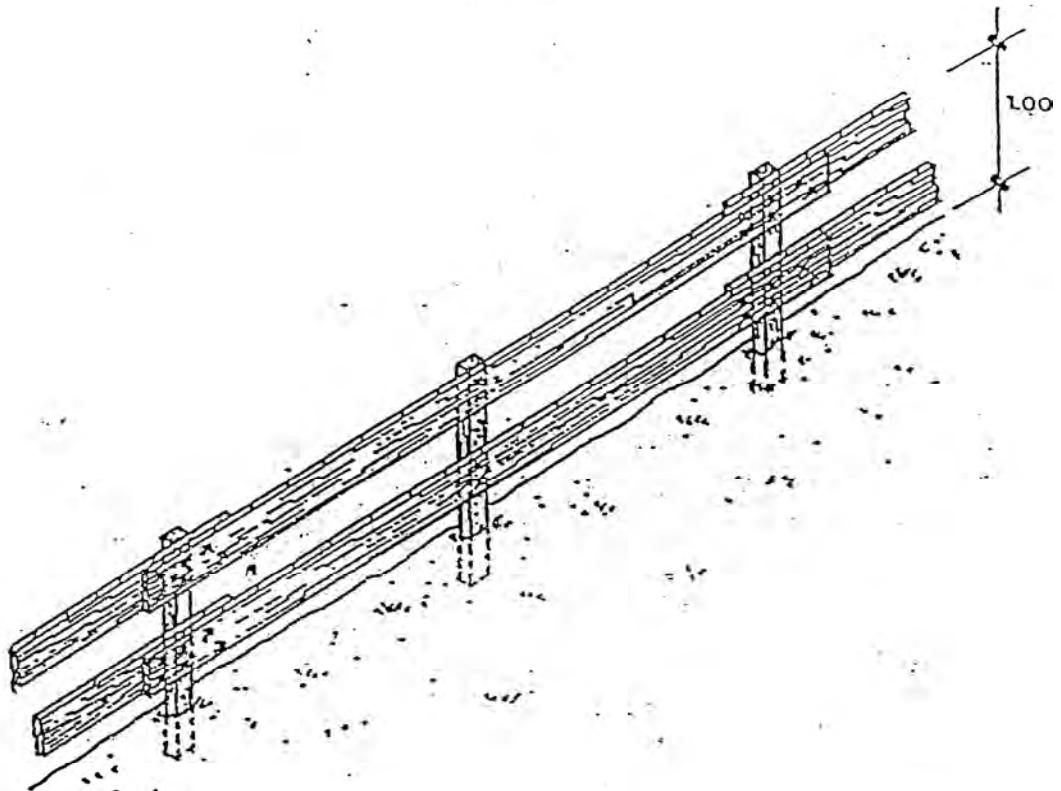
PROTECCIONES EN ZANJAS



DETALLE DE PASARELA PEATONES

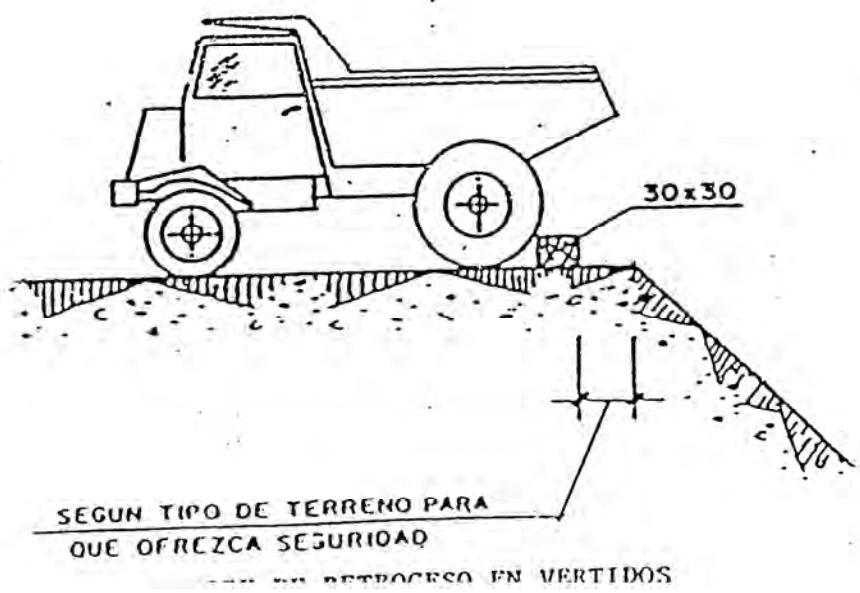
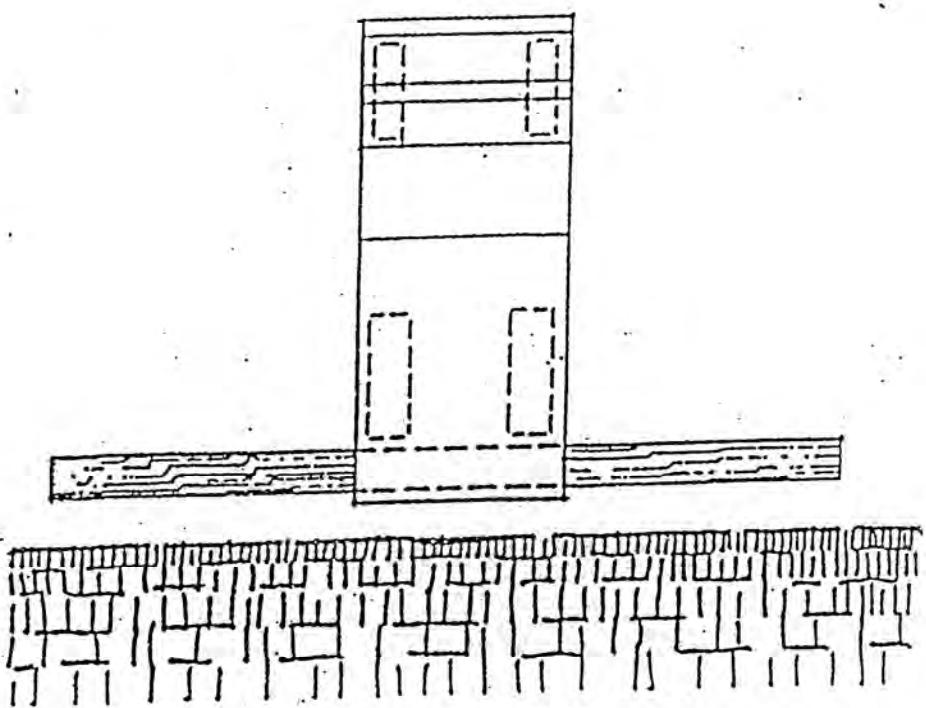


**2- Barandilla de protección:**

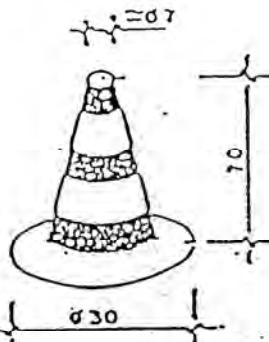
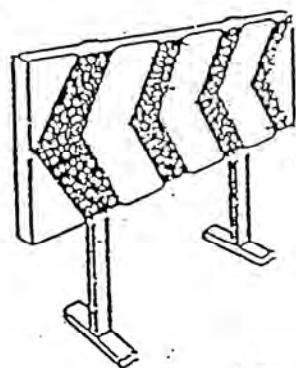


BARANDILLA DE PROTECCION

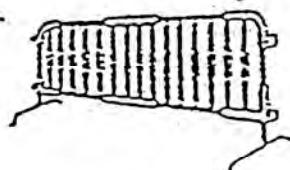
**3- Tope en retroceso en vertidos:**



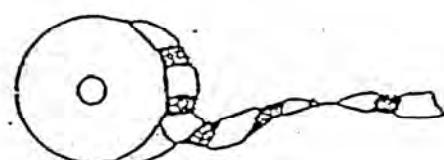
#### 4- Señalizaciones en carretera:



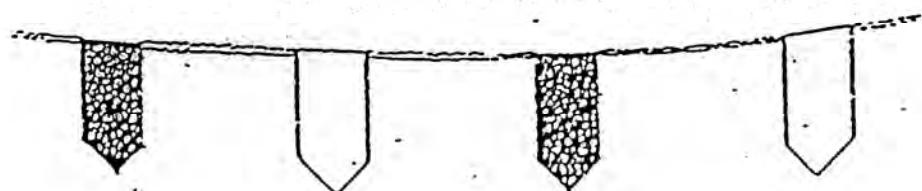
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

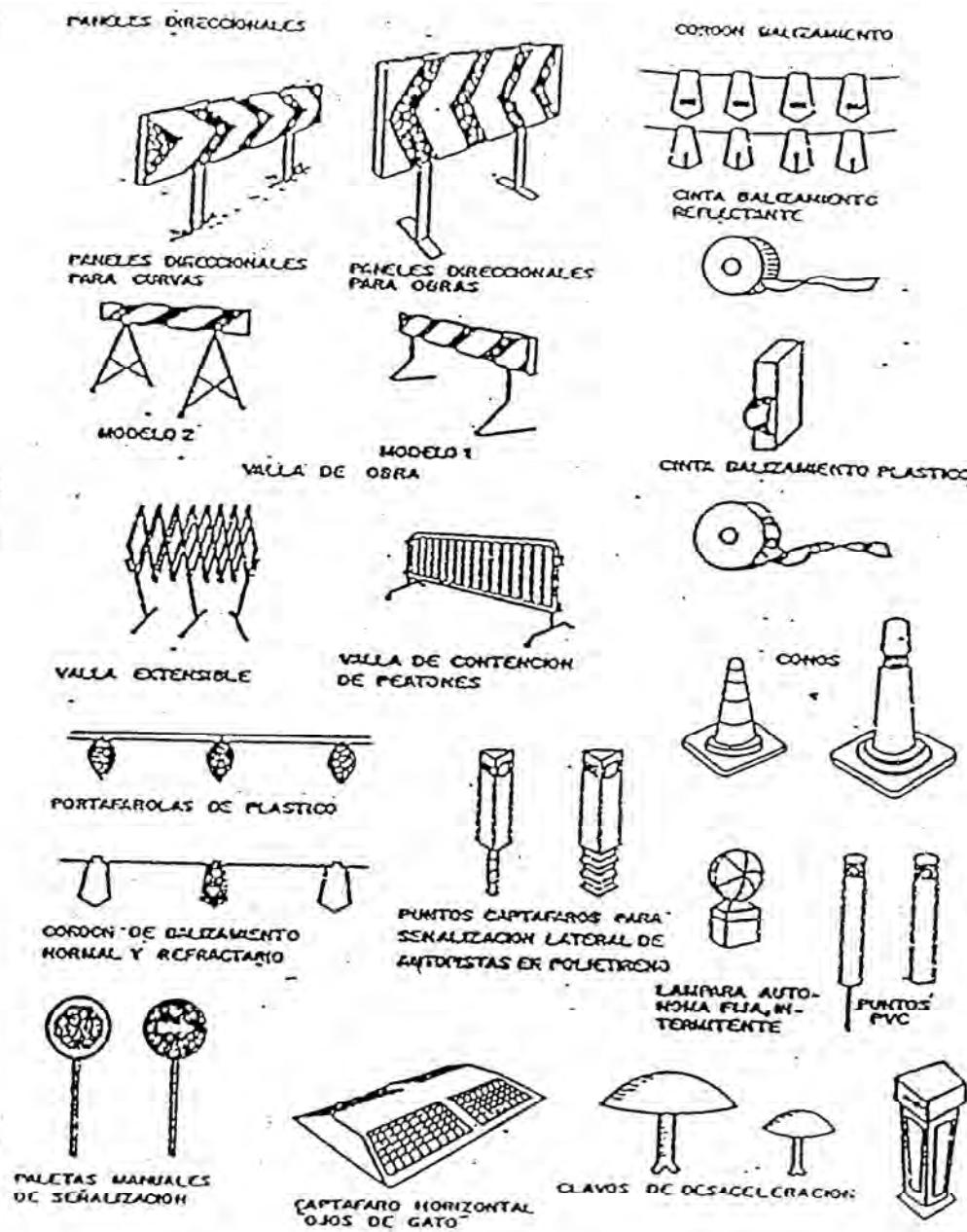


CINTA BALIZAMIENTO

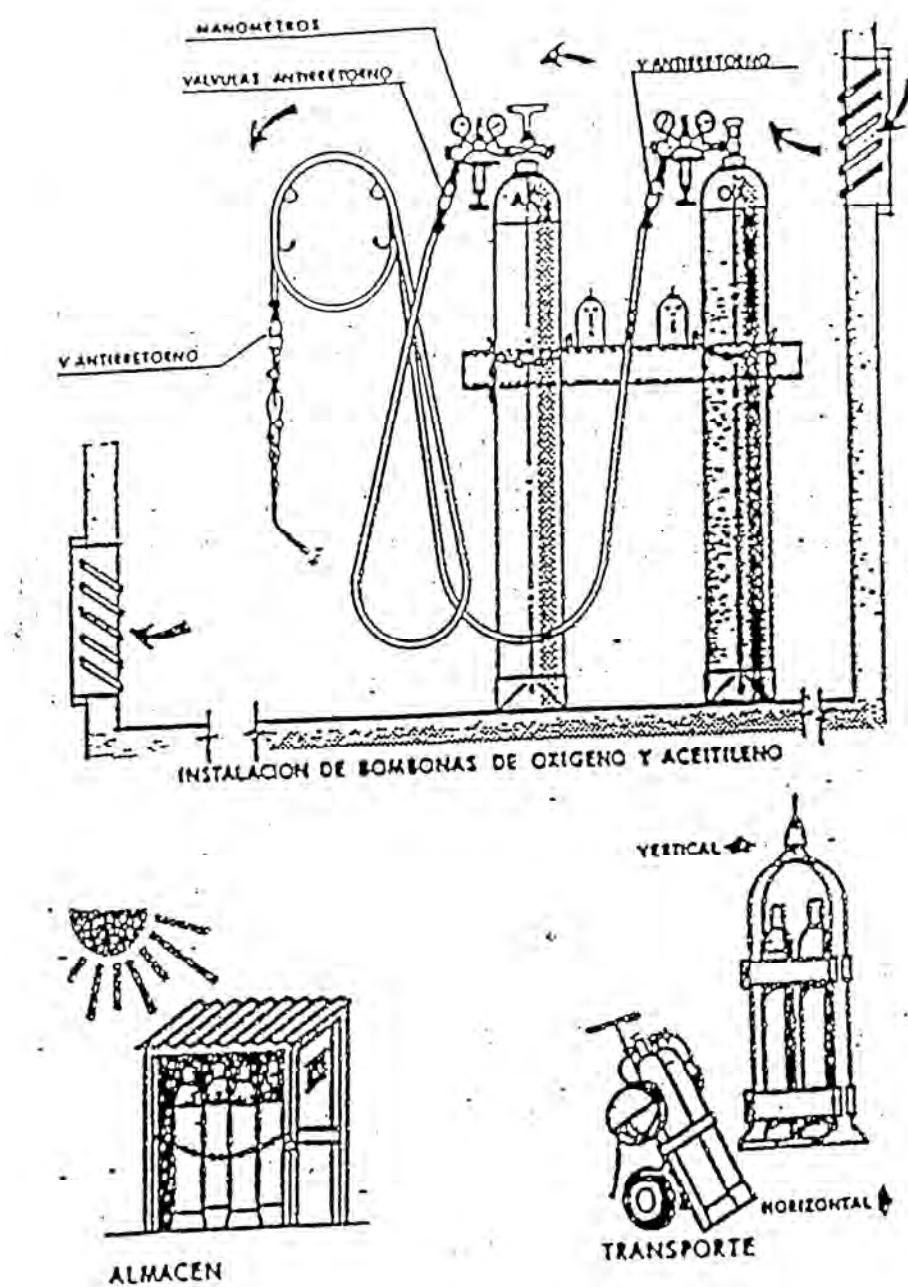


CORDON BALIZAMIENTO

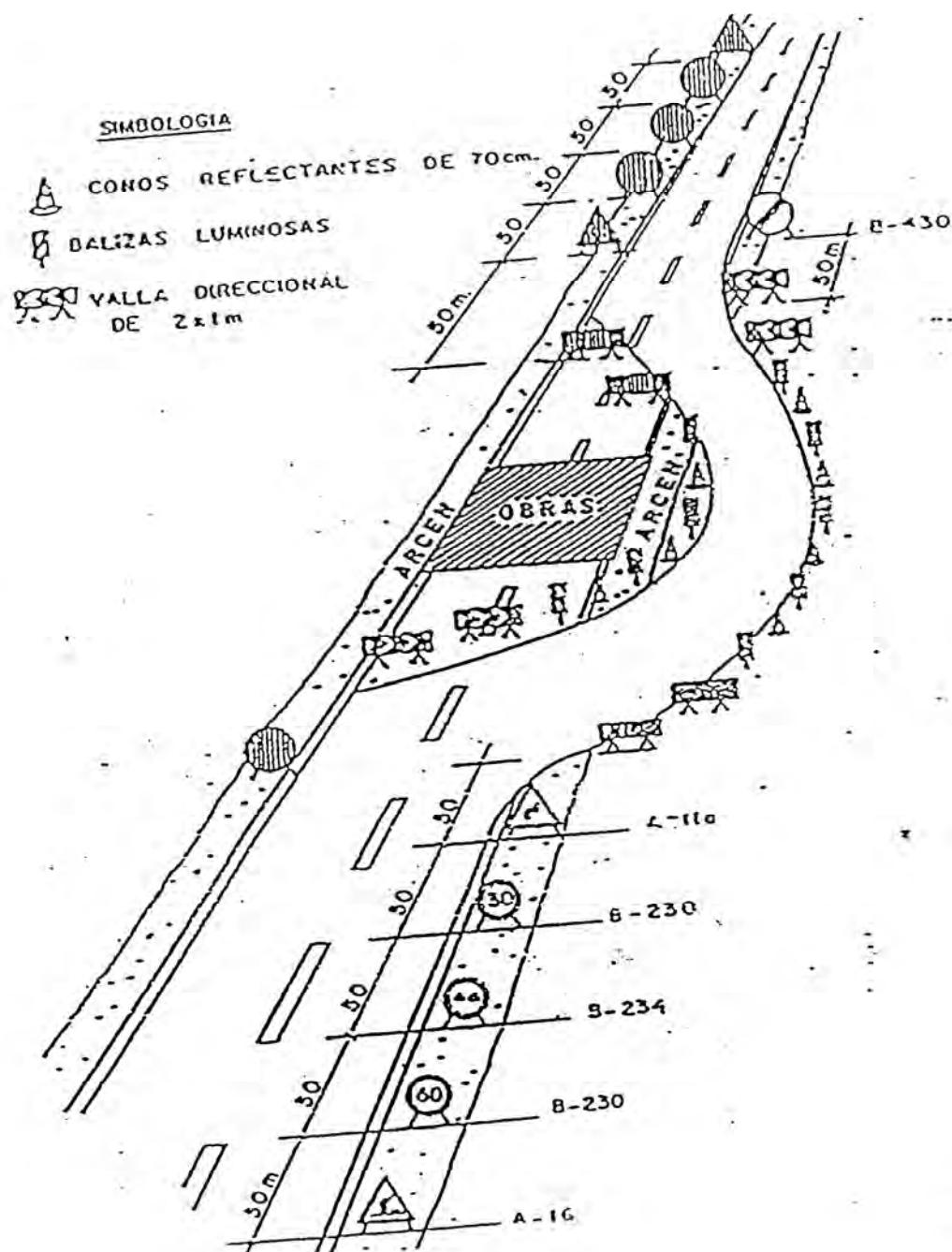
## 5- Elementos auxiliares de señalización:



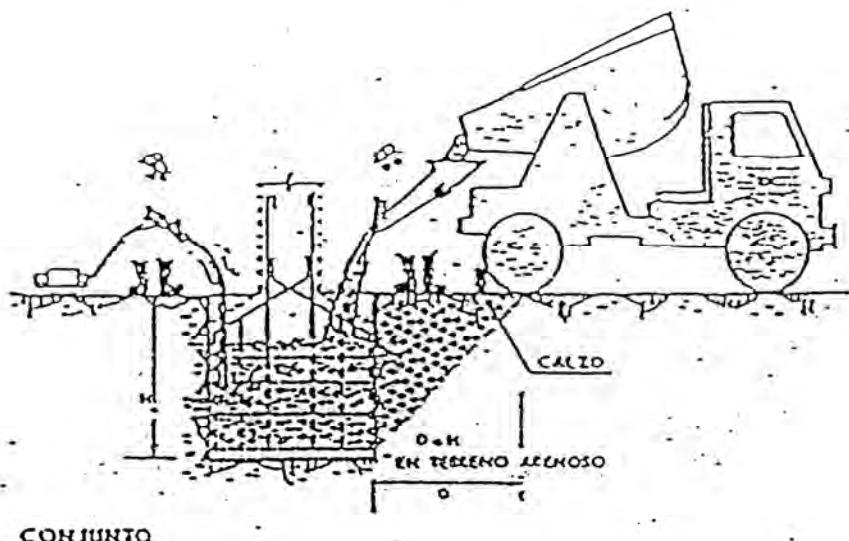
6- Grupo oxicorte:



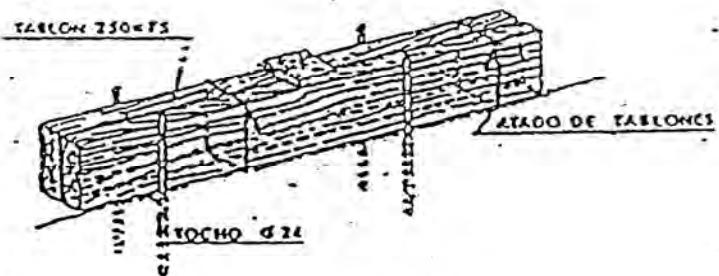
7- Balizamiento en cortes de carretera con desvio:



8- Hormigonado por vertido directo en zanjas o cimentaciones:

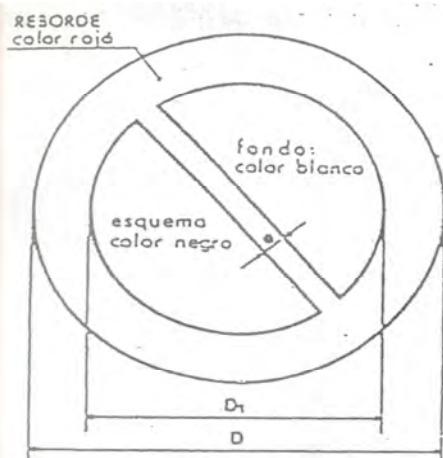


CONJUNTO



DETALLE DEL CALZO

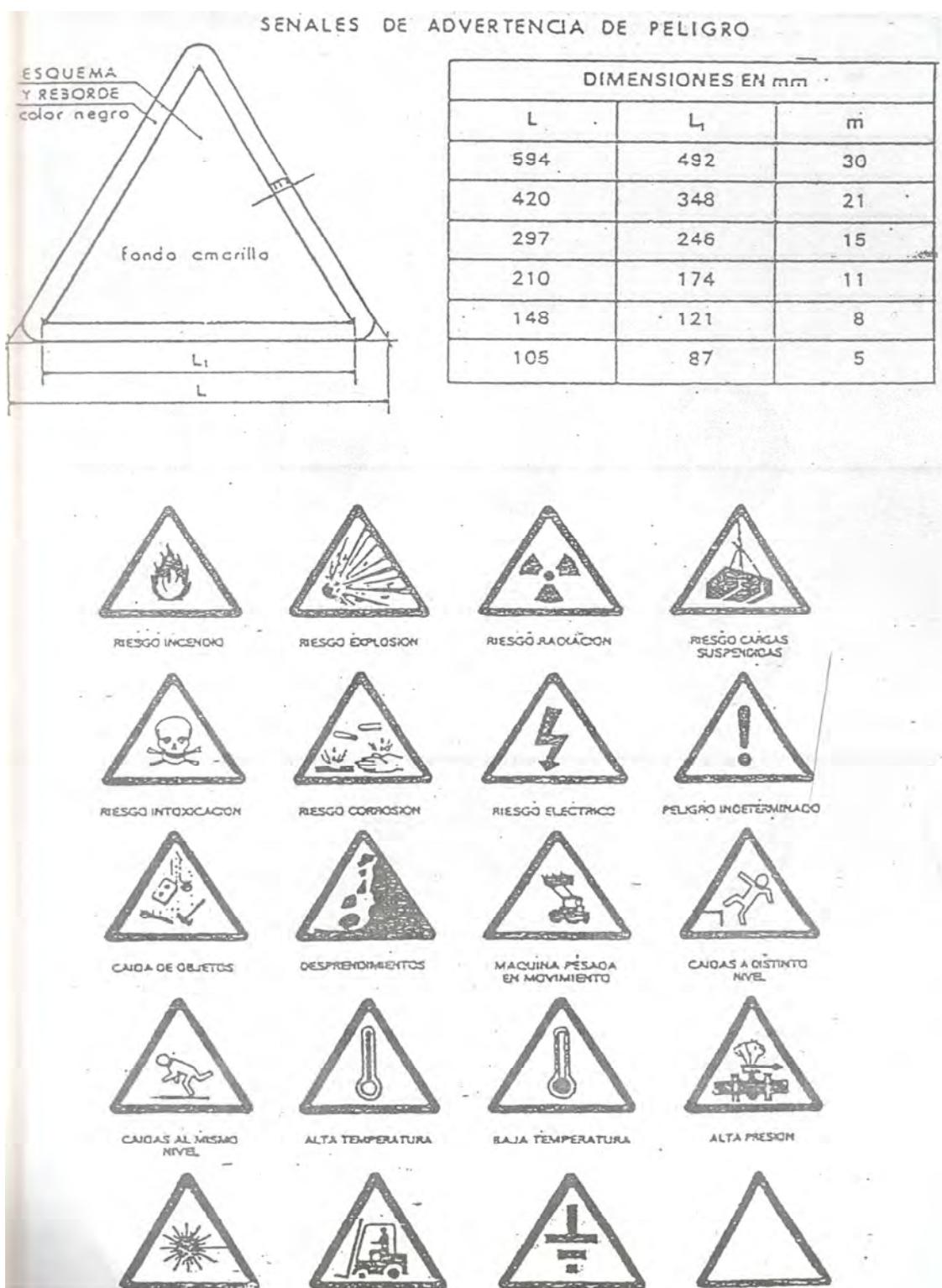
#### **9- Señalización de seguridad en obras (prohibición):**



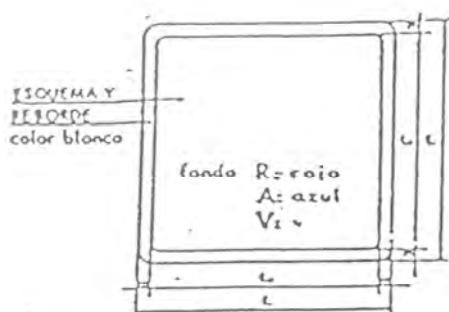
DIMENSIONES EN mm		
D	D <sub>1</sub>	e
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8



## 10- Señales de seguridad en obras (advertencias de peligro):



## 11- Señales de seguridad en obras (salvamento):



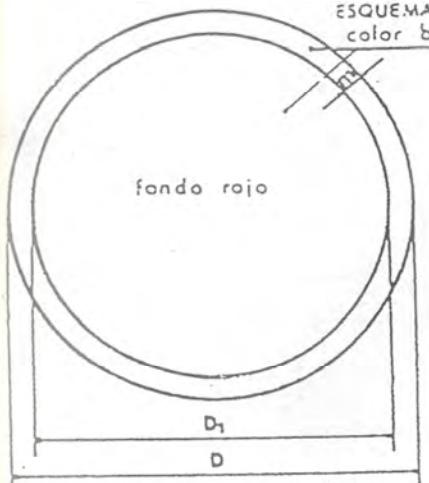
DIMENSIONES EN mm		
L	L <sub>u</sub>	m
664	634	20
420	376	21
237	247	16
210	144	11
144	132	8
105	85	5



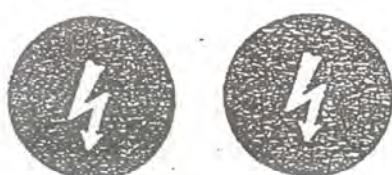
GRÁFICO DE SEÑALISACIÓN DE SEGURIDAD EN OBRAS (SALVAMENTO).

## 12- Señales de seguridad en obras (señales de prescripción y peligro):

### SEÑALES DE PRESCRIPCION IMPERATIVAS Y DE PELIGRO



DIMENSIONES EN mm		
D	D <sub>1</sub>	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



RIESGO ELECTRICO



RIESGO ELECTRICO



RIESGO ELECTRICO



RIESGO DE EXPLOSION



RIESGO DE INTOXICACION



RIESGO DE RADIACTIVIDAD



RIESGO DE INCENDIO



RIESGO ELECTRICO



RIESGO DE CORROSION



TIERRAS PUESTAS



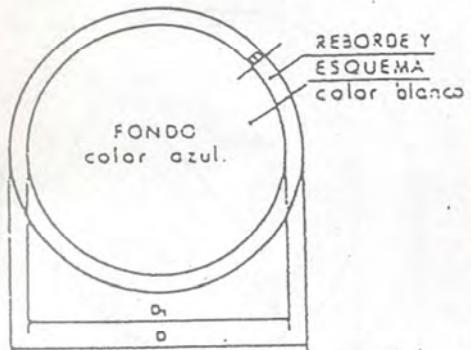
RIESGO ELECTRICO



RIESGO ELECTRICO

### 13- Señales de seguridad en obras (obligación):

SEÑALES DE OBLIGACION



DIMENSIONES EN mm		
D	D <sub>1</sub>	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5



USO MASCARILLA



USO CASCO



USO PROTECTORES AUDITIVOS



USO GAFAS



USO GUANTES



USO GUANTES DIELECTRICOS



USO BOTAS



USO BOTAS DIELECTRICOS



ELIMINAR PUNTAS



USO CINTURON DE SEGURIDAD



USO CINTURON DE SEGURIDAD



USO CALZADO ANTISTATICO



USO DE GAFAS O PANTALLAS



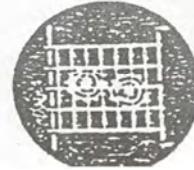
USO DE PANTALLA



OBLIGACION LAVARSE LAS MANOS

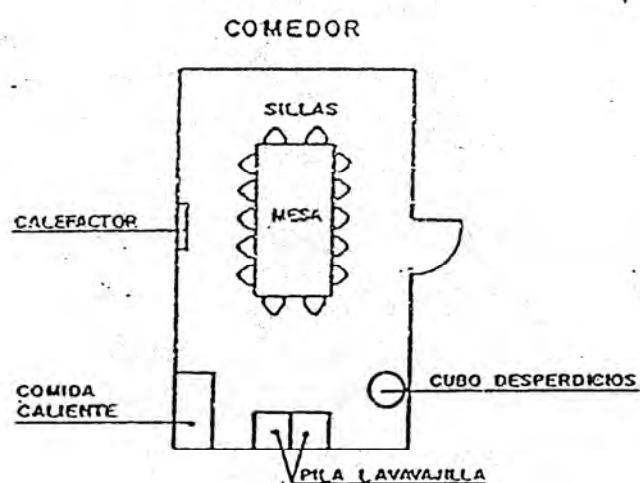
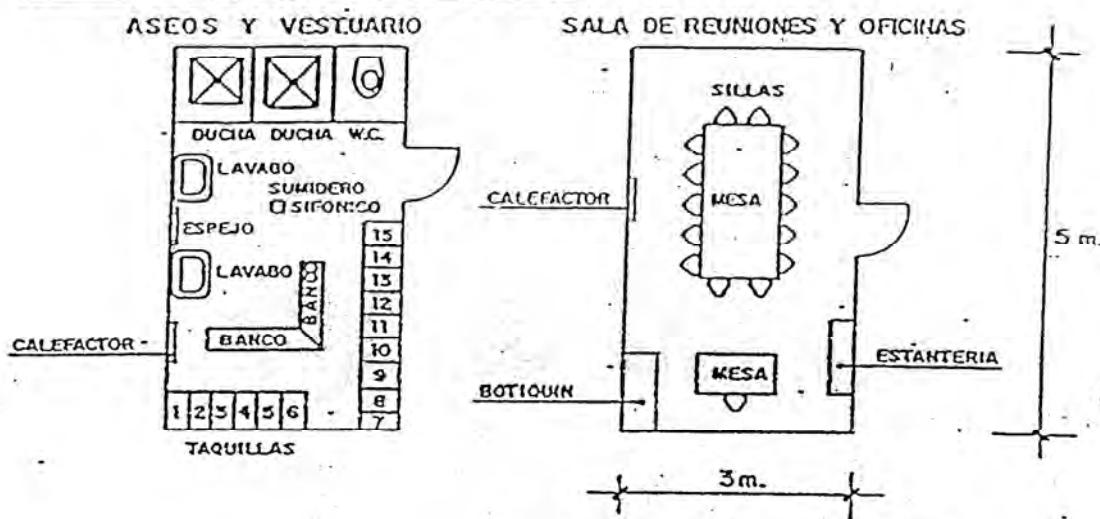


USO DE PROTECTOR AJUSTABLE



**14- Modelo de instalación para comedor, sala de reuniones y oficina, aseos y vestuario:**

**MODELO DE INSTALACION PARA COMEDOR, SALA DE REUNIONES Y OFICINAS, ASEOS Y VESTUARIO.**





e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**PLIEGO DE CONDICIONES**

# **PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **Índice:**

<b>1. Disposiciones legales y reglamentarias de aplicación.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Medios de protección.....</b>	<b>1-9</b>
<b>2.1 Condiciones de las protecciones personales.....</b>	<b>2-4</b>
<b>2.2 Empleo de las protecciones personales.....</b>	<b>4-5</b>
<b>2.3 Condiciones y empleo de las protecciones colectivas.....</b>	<b>5-9</b>
<b>2.4 Empleo y conservación de máquinas útiles y herramientas.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Riesgos y medidas de protección debido a las interferencias y características del emplazamiento de la obra.....</b>	<b>9-16</b>
<b>3.1 Conducciones de agua.....</b>	<b>9-10</b>
<b>3.2 Instalación eléctrica y provisional de las obras.....</b>	<b>10-12</b>
<b>3.3 Ruido y vibraciones.....</b>	<b>13-15</b>
<b>3.4 Climatología.....</b>	<b>16</b>
<b>4. Riesgos y medidas de protección para las unidades de construcción de la obra.....</b>	<b>16-30</b>
<b>4.1 Excavaciones en vacíos.....</b>	<b>16-18</b>
<b>4.2 Zanjas.....</b>	<b>18-20</b>
<b>4.3 Hormigón armado.....</b>	<b>20-21</b>
<b>4.4 Maquinaria en obra.....</b>	<b>21-30</b>

<b>5. Servicios de prevención.....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Servicios médicos.....</b>	<b>30</b>
<b>6. Formación en seguridad y salud de los trabajadores.....</b>	<b>31</b>
<b>7. Instalaciones médicas.....</b>	<b>31</b>
<b>8. Instalaciones de higiene y bienestar.....</b>	<b>31-32</b>
<b>8.1 Oficina.....</b>	<b>31-32</b>
<b>8.2 Aseos y vestuarios.....</b>	<b>32</b>
<b>9. Señalización general de la obra.....</b>	<b>33-35</b>
<b>10. Plan de seguridad y salud laboral.....</b>	<b>36</b>

## **1- Disposiciones legales y reglamentarias de aplicación:**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones referidas a seguridad y salud laboral contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores.
- La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (**Ley 13/1995 de 8 de Noviembre**). **R.D. (1627/1997) de fecha 24 de Octubre**, de disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- **R.D. (486/1997) de fecha 14 de Abril**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- **R.D. (949/1997) de fecha 30 de Mayo**, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- **R.D. (1215/1997) de fecha 18 de Julio**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión (**Decreto 2413/1973**).
- Reglamento de líneas eléctricas de Alta Tensión (**Decreto 3151/1968**).
- Norma de señalización de obras (**8.3.-IC**).
- Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (**R.D. 485/1997**).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás provisiones oficiales relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realcen en la obra.

## **2- Medios de protección:**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desecharlo y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Los medios de protección personal, se dispondrán en almacén previamente a la iniciación de los trabajos, en cantidades suficientes, para dotar al personal que los ha de utilizar. Se controlará la disponibilidad de cada medio de protección para, oportunamente, hacer las reposiciones necesarias.

Los medios de protección colectiva, que no sean los ya incorporados a maquinaria, se dispondrán antes de iniciar los trabajos que puedan precisarlos.

Las revisiones de los medios de protección, en el caso de elementos de protección incorporados a máquinas, estarán encomendadas a personal especializado, siendo el grado de exigencia el mismo que para cualquier otro dispositivo necesario para la autorización de trabajo de cada máquina.

## **2.1 Condiciones de las protecciones personales:**

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74)(**B.O.E. 29-5-74**), siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista norma de homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### Casco de seguridad no metálico

Los cascos utilizados por los operarios pueden ser: Clase F, cascos de uso normal, aislantes para baja tensión (1.000V), o Clase E, distinguiéndose la Clase E-AT aislantes para alta tensión (25.000 V) y Clase E-B resistente a muy baja temperatura (-15° C). Sus características se ajustarán a la **MT-1 (B.O.E. 30-12-1974)**

### Calzado de seguridad

El calzado de seguridad estará provisto de puntera de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos debidos a caídas de objetos, golpes y aplastamientos, y suela de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos. Sus características se ajustarán a la **MT-5 (B.O.E. 12-2-1980)**.

### Protector auditivo

El protector auditivo que utilizarán los operarios será como mínimo Clase E. Sus características se ajustarán a la **MT-2 (B.O.E. 1-9-1975)**.

### Guantes de seguridad

Los guantes de seguridad utilizados por los operarios serán de uso general anticorte, antipinchazos y antideslizamiento para el manejo de materiales, objetos y herramientas.

Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.

La talla, medida de perímetro del contorno del guante a la altura de la base de los dedos, será la adecuada al operario.

### Cinturones de seguridad

Los cinturones de seguridad empleados por los operarios se ajustarán a las características definidas en la **MT-13 (B.O.E. 2-9-1977)** para cinturones de sujeción.

### Gafas de seguridad

Las gafas de seguridad que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria **MT-16**, resolución de la Dirección General de Trabajo del **14-6-1978**.

### Mascarilla antipolvo

Las mascarillas antipolvo que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria **MT-7**, resolución de la Dirección General de Trabajo del **28-7-1975**.

### Botas impermeable al agua y a la humedad

Las botas impermeables utilizada por los operarios deberán ser homologadas de acuerdo con las especificaciones y ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria **MT-27**, resolución de la Dirección General de Trabajo del **3-12-1981**.

### Equipos de soldador

El equipo estará compuesto por los elementos que siguen: pantalla de soldador, mandil de cuero, par de manguitos, par de polainas y par de guantes para soldador. La pantalla se ajustará a la **MT-3 (B.O.E. 2-9-1975)**. Los oculares se ajustarán a la **MT-18 (B.O.E. de 7-2-1979)**. Los cubrefiltros y antecristales de la pantalla se ajustarán a la **MT-18 (B.O.E. 7-2-1979)**.

El resto de los elementos del equipo de soldador, de los que no hay norma de homologación, serán de calidad y características adecuadas al trabajo de soldadura.

## **2.2 Empleo de las protecciones personales:**

### Protección de la cabeza

- Casco de Seguridad no metálico para todas las personas que trabajen en la obra y visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla autofiltrante.
- Filtros para mascarillas.
- Pantalla de seguridad contra proyección de partículas.
- Gafas de cristales filtro para soldador.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de cabeza o mano para soldador.
- Auriculares o tapones antiruido.

### Protecciones del cuerpo

- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Monos o buzo de trabajo.
- Traje impermeable.
- Chaqueta de soldador.

- Mandiles de soldador.
- Chaleco reflectante.
- Chaleco salvavidas.

#### Protecciones de extremidades superiores

- Guantes de P.V.C. de uso general.
- Guantes de cuero para manejo de maquinaria.
- Guantes de soldador.
- Manguitos de soldador.

#### Protecciones de extremidades inferiores

- Botas impermeables.
- Botas de seguridad para carga, descarga y manejo de materiales pesados.
- Polainas de soldador.
- Plantillas imperforables.

#### **2.3 Condiciones y empleo de las protecciones colectivas:**

Sin olvidar la importancia de los medios de protección personal, necesarios para la prevención de riesgos que no pueden ser eliminados mediante la adopción de protecciones de ámbito general, se deben prever la adopción de protecciones colectivas en todas las fases de la obra, en las que pueden servir para eliminar o reducir riesgos de los trabajos.

Se deben contemplar los medios de protección colectiva durante los trabajos, con la amplitud necesaria para una actuación eficaz, ampliando el concepto de protección colectiva más allá de lo que específicamente puede ser considerado como tal.

Además de medios de protección, como puede ser una red que evite caídas, se prestará atención a otros aspectos, como una iluminación adecuada, una señalización eficaz, una limpieza suficiente de la obra; que sin ser medios específicos de protección colectiva, tienen su carácter en cuanto que con la atención debida de los mismos se mejora el grado de seguridad al reducir los riesgos de accidentes.

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características señaladas a continuación:

Vallas de limitación y protección.

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

Topes de desplazamiento de vehículos.

Se podrán realizar con un par de tablones embriddados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

Contactos eléctricos.

Con independencia de los medios de protección personal de que dispondrán los electricistas y las medidas de aislamiento de conducciones, interruptores, transformadores y en general de todas las instalaciones eléctricas, se instalarán relés magnetotérmicos, interruptores diferenciales o cualquier otro dispositivo, que en caso de alteraciones produzca el corte del suministro eléctrico.

Los interruptores automáticos de corriente de defecto, con dispositivo diferencial de intensidad nominal máximo de 63 A, cumplirán los requisitos de la norma **UNE 20-383-75**.

Los interruptores y relés instalados en distribuciones de iluminación o que tengan tomas de corriente en los que se conecten aparatos portátiles, serán de una intensidad diferencial nominal de 0,03 A.

Interruptores y relés deberán dispararse o provocar el disparo del elemento de corte de corriente cuando la intensidad de defecto esté comprendida entre 0,5 y 1 veces la intensidad nominal de defecto.

Señales de seguridad.

Estarán de acuerdo con la normativa vigente, **Real Decreto 1403/1986 de 9 de Mayo (B.O.E. nº 162 del 8 de Julio)**. Se dispondrán sobre soporte o adosados a un muro, pilar, máquina, etc.

### Señales de tráfico.

La señalización se ajustará a la **O.M. del M.O.P.U. de 31 de agosto de 1987 (B.O.E. 18-9-1987).**

### Barandillas.

Dispondrán de listón superior a una altura de 90 cm, de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, y llevarán un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.

La ejecución de la barandilla será tal que ofrezca una superficie con ausencia de partes punzantes o cortantes que puedan causar heridas.

### Redes.

Serán de poliamida. Sus características serán tales que cumplan con garantía, la función protectora para la que están previstas. Los anclajes de la red tendrán la suficiente resistencia como para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

### Lonas.

Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.

### Cables de sujeción de cinturón de seguridad.

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

### Puestas a tierra.

Las puestas a tierra estarán de acuerdo con lo expuesto en la **MI. BT. 039** del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

### Escaleras de mano.

Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.

### Extintores

Serán adecuados, en agente extintor y tamaño, al tipo de incendio previsible. Se revisarán cada 6 meses como máximo.

### Riesgos.

Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.

### Protecciones contra incendios.

Se dispondrán, con las características señaladas, en almacenes, depósitos de combustibles y otras dependencias con riesgo de incendios.

### Comunicaciones.

Los frentes de trabajo deberán estar comunicados telefónicamente con el responsable del mismo y con un teléfono accesible a todo el personal. Puede emplearse un teléfono móvil a cargo del oficial del tajo.

Los conductores de maquinaria deberán disponer de un sistema de comunicación con el personal situado en el tajo.

### Caídas de cargas suspendidas.

Los ganchos de los mecanismos de elevación estarán dotados de cierre de seguridad.

### Dispositivos de seguridad de maquinaria.

Serán mantenidos en correcto estado de funcionamiento, revisando su estado periódicamente.

### Limpieza de obra.

Se considera como medio de protección colectiva de gran eficacia. Se establecerá como norma a cumplir por el personal la conservación de los lugares de trabajo en adecuado estado de limpieza.

### Señalización.

Entre los medios de protección colectiva, se cuenta la señalización de seguridad como medio de reducir riesgos, advirtiendo de sus existencias de una manera permanente.

La señalización se hará con arreglo a lo establecido por el **R.D. 1403/1986 de 9 de Marzo (B.O.E. nº 162 del 8 de Julio).**

- Señales de prohibición.
- Señales de obligación.
- Señales de advertencia.
- Señales de indicación.

Las dimensiones de las señales serán las normalizadas conforme a las normas U.N.E.

### **2.4 Empleo y conservación de máquinas útiles y herramientas:**

#### Empleo y conservación de máquinas.

Se cumplirá lo indicado en el Reglamento de Seguridad en las máquinas, **R.D. 1495/86**, sobre todo en lo que se refiere a las instrucciones de uso.

#### Empleo y conservación de útiles y herramientas.

En el empleo y conservación de los útiles y herramientas se exigirá a los trabajadores el cumplimiento de las especificaciones emitidas por el fabricante para cada útil o herramienta.

Se establecerá un sistema de control de los útiles y herramientas a fin y efecto de que se utilicen con las prescripciones de seguridad específicas para cada una de ellas.

## **3 Riesgos y medidas de protección debido a las interferencias y características del emplazamiento de la obra**

### **3.1 Conducciones de agua**

#### Riesgos

Aparición de caudales importantes de agua por rotura de conducciones.

Riesgo eléctrico por contacto con bombas de achique, líneas alimentadoras de las mismas u otras instalaciones en caso de anegamiento por rotura de conducciones.

### Medidas de protección

Toda conducción de agua existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos, recabando la información precisa.

Caso que no pueda procederse a su desvío o supresión, aun interfiriendo la ejecución de la obra, se señalizará oportunamente su trazado, y en los trabajos de excavación o de cualquier otra clase a efectuar en sus proximidades, se extremarán las medidas para evitar su rotura.

### **3.2 Instalación eléctrica y provisional de las obras:**

#### Riesgos

Electrocución por contacto directo o excesiva proximidad de personas o maquinaria a líneas eléctricas.

#### Medidas de protección

##### - Suministro y cuadros de distribución:

El suministro de energía eléctrica a las obras se podrá realizar a través de grupos generadores de corriente o por enganche directo de las líneas de la compañía suministradora en el ámbito de la zona donde se vayan a desarrollar los trabajos.

Los cuadros de distribución irán provistos de protección magnetotérmica y de relé diferencial con base de enchufe y clavija de conexión. Serán de chapa metálica, estancos a la proyección de agua y polvo y cerrados mediante puerta con llave, se mantendrán sobre pies derechos o eventualmente colgados de muros o tabiques, pero siempre con suficiente estabilidad y sólo serán manipulados por el personal especializado.

##### - Enlaces entre los cuadros y máquinas

Los enlaces se harán con conductores cuyas dimensiones estén determinadas por el valor de la corriente que deben conducir.

Debido a las condiciones meteorológicas desfavorables de una obra, se aconseja que los conductores lleven aislantes de neopreno por las ventajas que representan en sus cualidades mecánicas y eléctricas sobre los tradicionales con aislamiento de P.V.C.

Un cable deteriorado debe forrarse con cinta autovulcanizante cuyo poder de aislamiento es muy importante.

Todos los enlaces se harán mediante manguera de 3 ó 4 conductores con toma de corriente en sus extremos, con enclavamiento del tipo 2P+T o bien 3P+T, quedando así aseguradas las tomas de tierra y los enlaces equipotenciales.

Toda maquinaria conexiónada a un cuadro principal o auxiliar dispondrá de manguera con hilo de tierra.

- Protección contra contactos directos

Alejamiento de las partes activas de la instalación para evitar un contacto fortuito con las manos o por manipulación de objetos.

Interposición de obstáculos que impidan el contacto accidental.

Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de aislamiento apropiado, que conserve sus propiedades con el paso del tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA.

- Protección contra contactos indirectos

Se tendrá en cuenta dos aspectos:

1) Instalaciones con tensión hasta 250 V. con relación a la tierra.

- Con tensiones hasta 50 V. en medios secos y no conductores, o 24 V. en medios húmedos o mojados, no será necesario sistema de protección alguno.
- Con tensiones superiores a 50 V., será necesario sistema de protección.

2) Instalaciones con tensiones superiores a 250 V. con relación a la tierra

- Puesta a tierra de las masas

La puesta a tierra se define como toda ligazón metálica directa sin fusible ni dispositivo de corte alguno, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no haya diferencia de potencial peligrosa y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de corrientes de derecho o las descargas de origen atmosférico.

En cada caso se calculará la resistencia apropiada, que según la Reglamentación Española no excederá de 20 ohmios.

Según las características del terreno se usará el electrodo apropiado.

Se mantendrá una vigilancia y comprobación constante de las puestas a tierra.

- Otras medidas de protección

Se extremarán las medidas de seguridad en los emplazamientos cuya humedad relativa alcance o supere el 70%.

Todo conmutador, seccionador, interruptor, etc., deberá estar protegido mediante carcásas, cajas metálicas, etc.

Cuando se produzca un incendio en una instalación eléctrica lo primero que deberá hacerse es dejarla sin tensión.

En caso de reparación de cualquier parte de la instalación, se colocará un cartel visible con la inscripción: "no meter tensión, personal trabajando".

Siempre que sea posible, se enterrarán las líneas de conducción, protegiéndolas adecuadamente por medio de tubos que posean una resistencia, tanto eléctrica como mecánica, probada.

### **3.3 Ruido y vibraciones:**

#### Criterio de medida de nivel de ruido y vibración

Se considerarán en lo que sigue, de forma explícita o implícita tres tipos de vibraciones y ruidos:

- 1) **Pulsatorios**: con subida rápida hasta un valor punta seguido por una caída amortiguada que puede incluir uno o varios ciclos de vibración; por ejemplo, voladuras, etc.
- 2) **Continuos**: vibración continua e ininterrumpida durante largos períodos; por ejemplo, vibrohincadores, compresores estáticos pesados, etc.
- 3) **Intermitentes**: conjunto de vibraciones o episodios vibratorios, separados por intervalos sin vibración o con vibración mucho menor, por ejemplo, martillos rompedores neumáticos pesados, hinca de pilotes o tablestacas por percusión, etc.

Se adoptan los siguientes parámetros de medida:

**Para vibración**: máxima velocidad punta de partículas. Los niveles de vibración especificados se referirán a un elemento concreto y no se establecen para aplicar en cualquier lugar de forma global y generalizada.

**Para ruido**: máximo nivel sonoro admisible expresado en decibelios de escala "A" (dB).

#### Vibraciones

La medida de vibraciones deberá realizarse bajo la supervisión de la dirección de obra a la que se proporcionará copias de los registros de vibraciones.

El equipo de medida registrará la velocidad punta de partícula en tres direcciones perpendiculares.

Se deberá tomar un conjunto de medidas y cuando los niveles de vibración estén próximos a los especificados como máximos admisibles, se efectuarán medidas adicionales.

La velocidad de partícula máxima admisible es la que se indica para cada caso.

En todo caso, deberá someterse a la aprobación de la dirección de obra la alteración de los límites de vibración correspondiente al nivel II (12, 9 y 6 mm/s), respectivamente, para los tres tipos de vibración, mediante informe de un especialista. Tal aprobación, de producirse, no eximirá en absoluto de la total responsabilidad sobre posibles daños ocasionados.

En ningún caso los límites más arriba mencionados superarán los siguientes:

- 35 mm/s (vibración pulsatoria).
- 25 mm/s (vibración intermitente).
- 12 mm/s (vibración continua).

#### Medidas de protección

Antes del comienzo de los trabajos en cada lugar y según el tipo de maquinaria previsto, se realizará un inventario de las posibles afecciones, respecto a su estado y a la existencia de defectos.

Donde se evidencien daños con anterioridad al comienzo de las obras, se registrarán los posibles movimientos antes de dicho comienzo y mientras duren éstas.

Esto incluirá la determinación de asientos, fisuración, etc., mediante el empleo de marcas testigo.

#### Ruido

Además de lo especificado, se tendrán en cuenta las limitaciones siguientes:

##### - Niveles

Se utilizarán los medios adecuados a fin de limitar a 75 decibelios el nivel sonoro continuo equivalente.

En casos especiales el director de la obra podría autorizar otros niveles continuos equivalentes.

##### - Ruidos mayores durante cortos períodos de tiempo

El uso de la escala Neq posibilita contemplar el trabajo con mayor rapidez sin aumentar la energía sonora total recibida ya que puede respetarse el límite para la jornada completa aun cuando los niveles generados realmente durante alguna

pequeña parte de dicha jornada excedan del valor del límite global, siempre que los niveles de ruido en el resto de la jornada sean mucho más bajos que el límite.

Se pueden permitir aumentos de 3dB durante el período más ruidoso, siempre que el período anteriormente considerado se reduzca a la mitad para cada incremento de 3 dB. Así por ejemplo, si se ha impuesto una limitación para un período de 12 horas, se puede aceptar un aumento de 3dB durante 6 horas como máximo: un aumento de 6 dB durante 3 horas como máximo; un aumento de 9dB durante 1,5 horas máximo, etc.

Todo esto en el entendimiento de que como el límite para el período total debe mantenerse, sólo pueden admitirse mayores niveles durante cortos períodos de tiempo si en el resto de la jornada los niveles son progresivamente menores que el límite total impuesto.

#### - Funcionamiento

Como norma general a observar, la maquinaria situada al aire libre se organizará de tal forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

Se cumplirá lo previsto en las normas vigentes, sean de ámbito estatal (Reglamento de Seguridad e Higiene) o municipal. En caso de discrepancia se aplicará la más restrictiva.

Se podrá ordenar la paralización de la maquinaria o actividades que incumplan las limitaciones respecto al ruido hasta que se subsanen las deficiencias observadas.

### **3.4 Climatología:**

#### Riesgos

Los vientos, frecuentes precipitaciones, elevada pluviometría, máximos o mínimos de temperatura extremados, pueden originar riesgos a los trabajos que sea preciso tener en cuenta, adoptando las medidas de protección oportunas.

#### Medidas de protección

Caso de condiciones climatológicas extremas (fuertes vientos, precipitaciones elevadas, temperaturas extremadamente bajas, etc.), se suspenderán los trabajos parcial o totalmente, según circunstancias.

La posible acentuación de riesgos por las condiciones atmosféricas (caídas de altura o a nivel del suelo, abatimiento de grúas u otros elementos, etc.) será tenida en cuenta, adoptando las medidas de protección correspondientes.

## **4 Riesgos y medidas de protección para las unidades de construcción de la obra:**

### **4.1 Excavaciones en vacíos:**

#### Riesgos más frecuentes

Los riesgos específicos de esta unidad de obra son:

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Atropellos y golpes de máquinas.
- Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil.
- Caída de personas.

#### Medidas de protección

-Protecciones personales

Será obligatorio el uso de casco.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

-Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las tareas de trabajo siempre que sea posible la circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Las rampas de acceso de vehículos al área de trabajo serán independientes de los accesos de peatones.

Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes, se delimitarán los de peatones por medio de vallas, aceras u otros medios adecuados.

Se dispondrá la señalización adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

#### -Previsiones iniciales

Previamente a la iniciación de los trabajos, se estudiarán las repercusiones del vaciado en las áreas colindantes y se resolverán las posibles interferencias con canalizaciones de servicios existentes.

#### -Normas de actuación durante los trabajos

Los materiales precisos para refuerzos y entibación se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la excavación sea seguido inmediatamente por la colocación de los mismos.

Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.

Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento, lo anunciará con una señal acústica.

Las áreas de trabajo en las que el avance de la excavación determine riesgos de caída de altura, se acotará rápidamente con barandilla de 0,90 m. de altura siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

#### -Revisiones

Se vigilará permanentemente el estado de entibaciones y refuerzos.

Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria de excavación y transporte con especial atención al estado del mecanismo de frenado, dirección, elevadores hidráulicos, señales acústicas e iluminación.

### **4.2 Zanjas:**

#### Riesgos más frecuentes

Los riesgos específicos de esta unidad de obra son:

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Caídas de personas.
- Golpes de objetos.

#### Medidas de protección

- Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

- Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

- Previsiones iniciales

Las zanjas estarán valladas en las zonas de paso en las que se presuma riesgo para peatones o vehículos.

Las zonas de construcción de obras singulares, como pozos, etc., estarán completamente valladas

Las vallas de protección distarán no menos de 1 m del borde de la excavación cuando se prevea paso de peatones paralelo a la dirección de la misma y no menos de 2 m cuando se prevea paso de vehículos.

Cuando los vehículos circulen en sentido normal al eje de una zanja, la zona acotada se ampliará a dos veces la profundidad de la zanja en ese punto, siendo la anchura mínima de 4 m y limitándose la velocidad de los vehículos en cualquier caso.

El acopio de materiales y tierras extraídas en cortes de profundidad mayor de 1,50 m, se dispondrán a una distancia no menor de 1,5 m del borde.

En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,25 m, siempre que haya operarios trabajando en el interior, se mantendrá uno de retén en el exterior.

Las zanjas de profundidad mayor de 1,25 m estarán provistas de escaleras que alcancen hasta 1 m de altura sobre la arista superior de la excavación.

Como complemento a los cierres de zanjas y pozos se dispondrá la señalización de tráfico pertinente y se colocarán señales luminosas en número suficiente para evitar los riesgos estimados.

Previamente a la iniciación de los trabajos, se estudiará la posible alteración en la estabilidad de áreas próximas como consecuencia de los mismos con el fin de adoptar las medidas oportunas. Igualmente se resolverán las posibles interferencias con conducciones aéreas o subterráneas de servicios.

#### Normas de actuación durante los trabajos

Cuando no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable, se entibará.

Los materiales precisos para refuerzos y entibados de las zonas excavadas se acopiarán en obra con la antelación suficiente para que el avance de la apertura de zanja y pozos pueda ser seguido inmediatamente por su colocación.

Las áreas de trabajo en las que la excavación de cimentaciones suponga riesgo de caídas de altura, se acotarán siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Cuando la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,50 m, se colocarán escaleras para facilitar el acceso o salida de la excavación.

Los laterales de la excavación se sanearán, antes del descenso de personal, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, ampliando esta medida a las inmediaciones de la excavación siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran ser proyectados o rodar al fondo de la misma.

Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caída de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones, se dispondrá un rodapié alrededor de éstas.

En la entibación o refuerzo de las excavaciones, se tendrá en cuenta la sobrecarga móvil que pueda producir sobre el borde de éstas la circulación de vehículos o maquinaria pesada o el acopio del material excavado.

#### **4.3 Hormigón armado:**

##### Riesgos más frecuentes

Los riesgos específicos de esta unidad de obra son:

- Caída de personas.
- Caída de materiales.
- Golpes de herramientas de mano.
- Heridas punzantes en extremidades.

##### Medidas de protección

- Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco.

En los trabajos en altura en que no se disponga de protección de barandillas o dispositivo equivalente, se usará cinturón de seguridad.

El personal que manipule hierro de armar, se protegerá con guantes.

El personal encargado de la puesta en obra del hormigón empleará gafas, guantes y botas de goma.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de los mismos.

- Protecciones colectivas

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

A nivel del suelo se acotarán las áreas de paso o trabajo en las que haya riesgo de caída de objetos.

Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los trabajadores situados en niveles inferiores con redes, viseras o elementos de protección equivalentes

Se dispondrá la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

Normas de actuación de los trabajos

Se habilitarán accesos suficientes a las zonas de hormigonado.

Se vigilará el buen estado de la maquinaria con especial atención a la de puesta en obra del hormigón.

Periódicamente se revisarán las tomas de tierra de hormigoneras y de más maquinaria accionada eléctricamente.

**4.4 Maquinaria en obra:**

*Grupo de soldadura*

Riesgos más frecuentes

Los riesgos específicos de esta unidad de obra son:

- Quemaduras.
- Intoxicaciones.
- Descargas eléctricas.
- Lesiones en la vista.
- Caída desde alturas.
- Golpes.

## Medidas de protección

### - Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco.

Será obligatorio el uso de la mascarilla para soldar, guantes de cuero, polainas y mandil.

### - Protecciones colectivas

En lugares de trabajo se instalará una extracción forzada.

Las máquinas se conectarán a tierra.

## ***Máquina retroexcavadora***

### Riesgos más frecuentes

Los riesgos específicos de esta unidad de obra son.

- Golpes y atropellos.
- Electrocuciones y descargas eléctricas.
- Vuelcos.

### Equipo individual de protección

-Casco.

-Ropa de trabajo.

-Protección de la vista.

-Protección de vías respiratorias.

-Calzado protector.

-Cinturón antivibratorio.

### Normas de actuación

Se evitará subir a la máquina con el calzado lleno de barro o grasa.

Se mantendrá la cabina en las debidas condiciones de orden y limpieza.

No deberá acercarse demasiado al borde de taludes y excavaciones.

Al circular, lo hará siempre con la cuchara en posición de traslado.

No se permitirá la presencia de personas en las proximidades de la máquina, cuando ésta esté en funcionamiento.

Cuando se esté cargando un camión, se procurará no pasar con el cazo lleno por encima de la cabina del mismo.

Se prestará atención a las líneas eléctricas, tanto aéreas como subterráneas. En caso de contacto, el conductor permanecerá quieto en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si es preciso bajar de la máquina, lo hará de un salto lo mayor posible.

Si en alguna excavación se descubriese o averiase alguna conducción, se detendrá el trabajo y se avisará enseguida al responsable de los trabajos.

Al finalizar la jornada o durante los descansos se observarán los siguientes puntos:

- El cazo debe apoyarse en el suelo, o en su sitio en la máquina.
- Se dejarán los calzos apoyados en el suelo.
- La batería debe quedar desconectada.

Queda terminantemente prohibido:

- Bajarse del vehículo sin dejarlo frenado y sin que esté sobre una superficie horizontal.
- Permitir que personal no autorizado manipule la máquina.
- Transportar personal en la máquina.

### ***Camiones basculantes***

#### Riesgos más frecuentes

Los riesgos específicos de esta unidad de obra son:

- Vuelcos.
- Colisiones.
- Golpes.
- Atropellos.

#### Medidas de protección

- Protecciones personales

Será obligatorio el uso del casco.

El chófer deberá tener buena visibilidad durante toda la conducción y respetará la norma del Código de Circulación.

- Protecciones colectivas

Periódicamente se revisarán frenos y neumáticos.

No se circulará con la caja del basculante levantada.

En marcha atrás el camión dispondrá de señales acústicas.

Todo el personal efectuará sus labores fuera de la zona de circulación de los camiones.

### ***Buldozer***

#### Equipo individual de protección

- Casco.
- Ropa de trabajo.
- Protección de la vista.
- Calzado protector.
- Cinturón antivibratorio.

#### Normas de actuación

No permitir la presencia de grupos de personas en las cercanías de donde se realice el trabajo, o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.

Prestar especial atención al realizar la maniobra de marcha atrás, comprobando el buen funcionamiento del chivato de advertencia.

Observar las siguientes reglas al finalizar la jornada o durante los descansos:

- La cuchilla y el ripper se deben apoyar en el suelo.
- La batería debe quedar desconectada.
- Se debe echar el freno.
- Limpiar el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina

Hacer toda operación de engrase, limpieza, revisión, reparación o repostaje a máquina parada y con la cuchilla apoyada en el suelo. Si la reparación se hiciese en la misma cuchilla, se utilizarán calzos para apoyarla, evitando de esta forma el riesgo de caída inesperada.

Realizar escrupulosamente las revisiones prescritas por el servicio de maquinaria.

Prohibición de:

- Bajar sin dejar frenada la máquina, apoyada la cuchilla y el ripper en el suelo y sobre superficie horizontal
- Permitir la manipulación de la máquina por personas no autorizadas.

- Transportar personas en la máquina.

### ***Pala cargadora***

#### Equipo individual de protección

- Casco.
- Ropa de trabajo.
- Protección de la vista.
- Calzado protector.
- Cinturón antivibratorio.

#### Normas de actuación

La máquina llevará conectado a la marcha atrás un silbato que funcionará cuando la máquina se mueva en dicho sentido.

Se evitara el acercarse demasiado al borde de taludes y excavaciones en los que pudiera haber derrumbes y vuelcos.

Cuando se efectúen operaciones de reparación, engrase o repostaje, es obligatorio parar el motor y apoyar la cuchara en el suelo en caso de reparaciones de ésta, se pondrán topes para evitar la caída intempestiva de la misma.

Siempre que se desplace de un lugar a otro, se mantendrá la cuchara lo más cerca posible del suelo y se circulará a velocidad moderada, respetando la señalización existente.

No se permitirá la presencia de grupos de personas en las cercanías de la zona de trabajo, o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.

Hay que limpiarse el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina.

Cuando se carguen camiones, no se colocará ni pasará la pala por encima de la cabina.

En los desplazamientos y maniobras se prestará especial atención a las líneas eléctricas, respetando siempre las distancias de seguridad, previniendo los movimientos de la cuchara y la carga, por acción de la suspensión o de las irregularidades del terreno.

La distancia mínima a una línea eléctrica será:

4 m hasta 66.000 voltios.

5 m para más de 66.000 voltios.

Cuando la máquina se encuentre averiada se señalará con un cartel de "**MÁQUINA AVERIADA**", y se señalizará la máquina si quedara en zona de paso de vehículos.

Cualquier anomalía observada en el funcionamiento de la máquina deberá ser puesta en conocimiento del Inmediato Superior.

Al finalizar la jornada, o durante los descansos, se observarán las siguientes reglas:

La cuchara debe quedar apoyada contra el suelo.

La batería debe desconectarse.

Debe echarse el freno de aparcamiento.

No se transportarán personas en la máquina, especialmente dentro del cucharón.

### ***Dumper***

#### Equipo individual de protección

-Casco.

-Ropa de trabajo.

-Gafas antipolvo.

-Calzado protector.

-Cinturón antivibratorio.

#### Normas de actuación

Se evitarán giros bruscos o demasiado rápidos que podrían originar vuelcos.

Se deberán poner en los puntos de descarga unos topes para las ruedas.

La velocidad de circulación estará en función de la visibilidad, carga transportada, condiciones del peso, existencia de personas, vehículos o materiales en las zonas de paso.

Hay que mantenerse a distancia segura del borde de la zona de descarga.

En la posición de basculado, hay que aplicar el freno de mano y poner la palanca en el punto muerto.

Para salir de la posición de basculado, hay que adoptar una velocidad adecuada hacia delante, aflojar el freno de mano y salir con cuidado de la zona.

Está terminantemente prohibido salir de la zona de descarga con el volquete levantado. Hay que prestar especial atención a las líneas eléctricas.

Cualquier anomalía en frenos o dirección debe ser objeto de consulta inmediata con un mecánico especializado.

Al dejar parada la máquina en una pendiente, estará bien frenada y calzada.

El transporte de cargas polvorrientas ha de hacerse estando éstas bien cubiertas por lonas y el conductor protegido con gafas.

En los arranques por manivela, se empuñará ésta colocando el pulgar en el mismo lado que los demás dedos y dando el tirón hacia arriba.

No se transportarán personas en el dumper.

### ***Grúa móvil***

#### Equipo individual de protección

- Casco.
- Ropa de trabajo.
- Calzado protector.

#### Normas de actuación

Efectuará periódicamente todas las revisiones indicadas en las normas de mantenimiento y cuidará, en especial, de aquellos elementos de seguridad que lleve la máquina y que bajo ningún concepto deberá estar fuera de servicio. Asimismo comprobará diariamente el estado de los cables, de sus arrollamientos en los tambores y del gancho.

Cuidará el perfecto estado de eslingas, bragas, perrillos, etc. procediendo a su renovación siempre que estos medios de enganche muestren síntomas de fatiga o deterioro.

Antes de utilizar la grúa, se deberá comprobar el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Se limpiará el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina.

Elevará la carga verticalmente, los tiros sesgados están prohibidos terminantemente.

No realizará nunca movimientos en los que las cargas queden fuera de su vista, sin los servicios de un señalista.

En los desplazamientos y maniobras, prestar atención a las líneas eléctricas, sin olvidar que las distancias de seguridad son de 3 m para baja y 5 m para alta tensión. En caso de contacto permanecer quieto en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si es preciso bajar de la máquina lo hará de un salto lo más grande posible.

Está totalmente prohibido el transporte de personas colgadas en el cubo.

No se permitirá que nadie pase bajo las cargas suspendidas o que se estaciones en la zona de maniobras.

Controlará el movimiento de cargas de gran longitud y evitará su giro mediante cuerdas sujetas a los extremos de la misma, con ayuda de los operarios necesarios.

No abandonará nunca la máquina con una carga suspendida. No dejará nunca la máquina en una pendiente.

No permitirá que ninguna persona no autorizada manipule la máquina.

En caso de que los cables de suspensión de la carga se enrollen entre sí, no apoyar la carga antes de hacer volver los cables a su posición normal.

## ***Motoniveladora***

### Equipo individual de protección

- Casco.
- Ropa de trabajo.
- Protección de la vista.
- Protección de las vías respiratorias.
- Calzado protector.
- Cinturón antivibratorio.

### Normas de actuación

Se circulará con precaución y a velocidad moderada, sobre todo en proximidad de taludes y zanjas.

Se evitará detener la máquina en pendientes.

No se permitirá la presencia de grupos de personas en las cercanías de la máquina, donde se realice el trabajo o en lugares donde puedan ser alcanzados por ésta, prestando especial atención en la operación de marcha atrás.

La máquina llevará conectada a la marcha atrás un silbato, que funcionará cuando la máquina se mueva en dicho sentido.

Al finalizar la jornada, o durante los descansos, se observarán las siguientes normas:

- Apoyar la cuchilla y ripper en el suelo.
- La batería debe quedar desconectada.
- Se colocará el freno de aparcamiento.
- Antes de subir a la máquina, tendrá cuidado de no llevar barro a grasa adheridos al calzado, para evitar el peligro de caída y también para evitar el peligro de que los pies puedan resbalar sobre los pedales.

Cuando la máquina se encuentre averiada, se señalará con un cartel de "**MÁQUINA AVERIADA**". Cuando quede parada en zona de tráfico, se señalizará adecuadamente.

Las operaciones de mantenimiento, reparación, repostaje, etc., deberán ser efectuadas con la máquina parada, apoyando previamente la cuchilla en el suelo.

Cualquier anomalía observada en el normal funcionamiento de la máquina, deberá ser puesta en conocimiento del inmediato superior.

### ***Rodillo vibrador***

#### Equipo individual de protección

- Casco.
- Ropa de trabajo.
- Protección de la vista.
- Protección de las vías respiratorias.
- Calzado protector.
- Cinturón antivibratorio.

#### Normas de actuación

En el caso de que el rodillo sea arrastrado por un tractor, se asegurará que el enganche sea correcto.

Si el rodillo es autopropulsado, permanecerá en su puesto de trabajo, sin abandonar éste hasta que el rodillo está parado.

Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule por superficies inclinadas, así como la consistencia mínima del terreno necesaria para mantener dicha estabilidad.

Se asegurará de ser visto con suficiente antelación desde otros vehículos que estén circulando por la zona, requiriendo la ayuda de señalista o colocando señalización vial, siempre que sea preciso. Las operaciones de mantenimiento o de reparación se harán a máquina parada.

## **5 Servicios de prevención:**

### **5.1 Servicios médicos:**

El jefe de obra tendrá localizado a un ayudante técnico sanitario para su rápido desplazamiento a obra en el caso de ser requerido, esta persona tendrá su residencia fija en una localidad cercana a las obras.

## **6 Formación en seguridad y salud de los trabajadores:**

Al ingresar en la obra los trabajadores deberán recibir instrucciones adecuadas sobre el trabajo a realizar y los riesgos que pudiera entrañar, así como sobre las normas de comportamiento que deban cumplir.

Antes del comienzo de los trabajos, se deberá instruir a las personas que han de intervenir en ellos sobre sus riesgos y forma de evitarlos.

Se deberán impartir asimismo enseñanzas sobre aspectos concretos de la seguridad en el trabajo y de actuación en caso de accidente. A estos efectos se organizarán actividades de formación de los trabajadores.

## **7 Instalaciones médicas:**

Se dispondrá de un local destinado a botiquín central, equipado con el material sanitario y clínico necesario para atender cualquier accidente, además de todos los elementos precisos para que el A.T.S. desarrolle su labor de asistencia a los trabajadores y demás funciones necesarias para el control de la sanidad en la obra.

Será obligatoria la existencia de un botiquín de tajo en aquellas zonas de trabajo que estén alejadas del botiquín central, para poder atender pequeñas curas, dotado con el imprescindible material actualizado.

## **8 Instalaciones de higiene y bienestar:**

Considerado el número previsto de operarios, se preverá la realización de las siguientes instalaciones:

### **8.1 Oficina:**

Para cubrir las necesidades de dirección técnica, administración, botiquín de primeros auxilios y reuniones de obligado cumplimiento se dispondrá de un recinto de las siguientes características:

- Iluminación natural.
- Iluminación artificial adecuada.
- Ventilación suficiente.

Estará dotado de mesas, asientos, botiquín, estante y perchas. En invierno estará dotado de calefacción.

## **8.2 Aseos y vestuarios:**

Para cubrir las necesidades de higiene se dispondrá de un recinto provisto de los siguientes elementos:

- Una taquilla por cada trabajador, de 0,50x0,25x1,8 m provista de cerradura.
- Asientos.
- Un retrete inodoro en cabina individual de 1x1x2,30.
- Lavabo con espejo y jabón con agua caliente y fría.
- Ducha individual de 1x1x2,30 m con agua caliente y fría.

En invierno estará dotado de calefacción.

Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.

Se instalará una ducha de agua fría y caliente por cada diez trabajadores o fracción de esta cifra que permanezcan fijos en la obra.

Las duchas estarán aisladas, cerradas en compartimentos individuales, con puertas dotadas de cierre interior.

Los suelos, paredes y techos de los retretes, duchas, sala de aseo y vestuario, serán continuos lisos e impermeables, realizados con materiales sintéticos preferiblemente en tonos claros y permitirán su lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

Todos sus elementos, tales como grifos, desagües y alcachofas de duchas, estarán siempre en perfecto estado de funcionamiento y las taquillas y bancos aptos para su utilización.

Para la limpieza y conservación de estos locales en las condiciones pedidas, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

## **9 Señalización general de la obra:**

La unificación de la señalización de las obras se hace cada vez más necesaria, debido a las principales razones, que son las siguientes:

- Existe una gran confusión en cuanto a las señales que se están utilizando.
- Gran parte de la señalización existente es a base de carteles escritos.
- El continuo traspaso de mano de obra de unas empresas a otras y la subcontratación hace que, a menos que la señalización sea igual en todas las empresas, ésta produzca escaso rendimiento y hasta, en algunas situaciones, confusión.

De acuerdo con las normas sobre señalización y colores de seguridad se han establecido los criterios básicos que deben cumplir las señales que se utilicen:

- Las señales deben basarse en el uso de símbolos, evitando en general la utilización de palabras escritas.
- Los símbolos que tengan significado internacionalmente aceptado, deben utilizarse con preferencia.
- Las señales adoptarán las formas y colores de la señalización internacional de carreteras, de las normas **UNE 4.083 y 48.103** y las Recomendaciones **ISO R-408 y R-557**.
- Las señales se clasificarán por grupos en:

Señales de Prohibición.

Señales de Obligación.

Señales de Advertencia.

Señales de Indicación.

- Las señales se reconocerán por un código provisional, compuesto por las siglas del grupo a que pertenezcan, las de propia designación de la señal y un número de orden correlativo.

- Las dimensiones de las señales serán las normalizadas conforme a las normas UNE, estableciéndose, en principio, tres tamaños en función de las principales necesidades.

## **A) SEÑALES DE PROHIBICIÓN (SP)**

### Forma y colores

Son de forma circular y el color base de las mismas será el rojo. En un circuito central, sobre fondo blanco se dibujará en negro el símbolo de lo que se prohíbe.

### Señales incluidas

SP-PF-01 Prohibido fumar

SP-PEF-02 Prohibido encender fuego

SP-AOO-03 Alto: Prohibido pasar

SP-PU-04 Prohibido utilizar

## **B) SEÑALES DE OBLIGACIÓN (SO)**

### Formas y colores

Serán de forma circular con fondo azul oscuro y un reborde en color blanco.

Sobre el fondo azul se dibujará, el símbolo que exprese la obligación a cumplir.

### Señales incluidas

SO-UC-05 Obligatorio el uso de casco.

SO-UG-06 Obligatorio el uso de guantes o manoplas.

SO-UB-07 Obligatorio el uso de botas de seguridad.

SO-UGP-08 Obligatorio uso de gafas o pantallas de seguridad.

SO-UCS-09 Obligatorio uso de cinturones de seguridad.

SO-EP-10 Obligatorio eliminar puntas.

SO-UM-11 Obligatorio el uso de mascarilla.

SO-ENA-12 Obligatorio empujar, no arrastrar.

SO-UAR-13 Obligatorio el uso de cascos antirruidos.

## **C) SEÑALES DE ADVERTENCIA (SA)**

### Formas y colores

Constituidas por un triángulo equilátero, llevarán un borde exterior en color negro y el fondo del triángulo en amarillo o anaranjado, sobre el que se dibujará, en negro, el símbolo del riesgo que se avisa.

### Señales incluidas

SA-EL-14 Riesgo eléctrico.

SA-EX-15 Riesgo de explosión.

SA-I-16 Riesgo de incendio.

- SA-ITX-17 Riesgo de intoxicación.
- SA-C-18 Riesgo de corrosión.
- SA-RI-19 Riesgo de radiaciones ionizantes (aspas en color rojo).
- SA-CO-20 Riesgo de caída de objetos.
- SA-CS-21 Riesgo de cargas suspendidas.
- SA-DS-22 Riesgo de desprendimientos.
- SA-MP-23 Riesgo de maquinaria pesada en movimiento.
- SA-CDN-24 Riesgo de caídas a distinto nivel.

## D) SEÑALES INFORMATIVAS

### Forma y colores

Serán de forma cuadrada o rectangular. El color del fondo es azul oscuro, llevando un borde blanco a todo lo largo del perímetro, salvo en los casos en que ya exista otro tipo de color normalizado, cuya utilización se halle generalizada. El símbolo se inscribe, en azul o en otro color, sobre un recuadro interior en blanco.

Las flechas indicadoras se pondrán siempre en la dirección correcta, para lo cual podrá preverse el que sean desmontables para su colocación en varias posiciones.

### Señales incluidas

- SI-PPA-25 Puesto de primeros auxilios.
- SI-EX-26 Extintor de incendios.
- SI-B-27 Botiquín.
- SI-TEL-28 Teléfono.
- SI-T-29 Talleres.

## E) NUEVAS SEÑALES

Se han seleccionado las señales que se consideran, en el momento actual, de más interés, pero es posible que en el futuro la experiencia y los problemas que surjan hagan recomendable el ampliar las mismas.

Las nuevas señales se ajustarán a los criterios expuestos y su numeración será la correlativa a la indicada para las señales incluidas en este primer catálogo.

## **10 Plan de seguridad y salud laboral:**

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud Laboral adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**PRESUPUESTOS**

# **PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD**

**Índice:**

- 1. MEDICIONES**
- 2. UNITARIOS**
- 3. DESCOMPUESTOS**
- 4. PRESUPUESTO GENERAL**
- 5. RESUMEN**



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**MEDICIONES**

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES</b>							
D41EA001	<b>Ud CASCO DE SEGURIDAD.</b> Ud. Casco de seguridad con desdizador, homologado CE.						5,00
D41EA201	<b>Ud PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA.</b> Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada CE.						1,00
D41EA210	<b>Ud PANTALLA CONTRA PARTICULAS.</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE.						1,00
D41EA213	<b>Ud PANTALLA MALLA METALICA</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de malla metálica, homologada CE.						1,00
D41EA215	<b>Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC.</b> Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE						2,00
D41EA220	<b>Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS.</b> Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.						5,00
D41EA230	<b>Ud GAFAS ANTIPOVLO.</b> Ud. Gafas antipolvó tipo visitante incolora, homologadas CE.						5,00
D41EA235	<b>Ud GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS</b> Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas CE.						2,00
D41EA401	<b>Ud MASCARILLA ANTIPOVLO.</b> Ud. Mascarilla antipolvó, homologada.						5,00
D41EA410	<b>Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA.</b> Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.						5,00
D41EA601	<b>Ud PROTECTORES AUDITIVOS.</b> Ud. Protectores auditivos, homologados.						5,00
D41EC401	<b>Ud CINTURON SEGURIDAD CLASE A.</b> Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.						3,00
D41EC001	<b>Ud MONO DE TRABAJO.</b> Ud. Mono de trabajo, homologado CE.						5,00
D41EC010	<b>Ud IMPERMEABLE.</b> Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.						5,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
D41EC520	<b>Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.</b> Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.						2,00
D41EE020	<b>Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM</b> Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.						3,00
D41EE401	<b>Ud MANO PARA PUNTERO.</b> Ud. Protector de mano para puntero, homologado CE.						3,00
D41EE030	<b>Ud PAR GUANTES AISLANTES.</b> Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.						3,00
D41EE014	<b>Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VAC.</b> Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.						5,00
D41EG001	<b>Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR</b> Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.						5,00
D41EG015	<b>Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL</b> Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.						5,00
D41EG030	<b>Ud PAR BOTAS AISLANTES.</b> Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.						5,00
D41EG401	<b>Ud PAR POLAINAS SOLDADOR</b> Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.						2,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>							
D41GA001	<b>M2 RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS.</b> M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.						150,00
D41GA350	<b>Ud PASARELA MONTAJE FORJADO</b> UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablones de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).						4,00
D41GA040	<b>MI CABLE DE ATADO TRAB.ALTAURA</b> MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml.i/montaje y desmontaje.						3,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION</b>							
D41CA240	Ud CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO.						
	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado						8,00
D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B.						
	MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.						300,00

# MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA</b>							
D41IA210	<b>Ud LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET.</b> Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.						2,00
<b>H. EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA</b>							
	H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2º y de ayudante.						20,00
SOP400	<b>Ud BOTIQUIN DE URGENCIA</b> Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.						1,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR</b>							
D41AA410	<b>Ud A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO</b> Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.						1,00
D41AE001	<b>Ud ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.						1,00
D41AE101	<b>Ud ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.						1,00
D41AE201	<b>Ud ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.						1,00



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**UNITARIOS**

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES</b>		
D41EA001	<b>Ud CASCO DE SEGURIDAD.</b> Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 3,05
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCO CÉNTIMOS		
D41EA201	<b>Ud PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA.</b> Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 12,31
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS		
D41EA210	<b>Ud PANTALLA CONTRA PARTICULAS.</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 13,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS		
D41EA213	<b>Ud PANTALLA MALLA METALICA</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor de malla metálica, homologada CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 13,88
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS		
D41EA215	<b>Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC.</b> Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 34,01
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS		
D41EA220	<b>Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS.</b> Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 11,36
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS		
D41EA230	<b>Ud GAFAS ANTIPOVLO.</b> Ud. Gafas antipolvó tipo visitante incolora, homologadas CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 2,52
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS		
D41EA235	<b>Ud GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS</b> Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 12,72
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS		
D41EA401	<b>Ud MASCARILLA ANTIPOVLO.</b> Ud. Mascarilla antipolvó, homologada.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 2,84
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS		
D41EA410	<b>Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA.</b> Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 0,69
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS		
D41EA601	<b>Ud PROTECTORES AUDITIVOS.</b> Ud. Protectores auditivos, homologados.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 7,89
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS		
D41EC401	<b>Ud CINTURON SEGURIDAD CLASE A.</b> Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.	<b>TOTAL PARTIDA.....</b> 43,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS		

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
D41EC001	Ud	<b>MONO DE TRABAJO.</b> Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>16,41</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS			
D41EC010	Ud	<b>IMPERMEABLE.</b> Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>9,47</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
D41EC520	Ud	<b>CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.</b> Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>22,09</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS			
D41EE020	Ud	<b>PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM</b> Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>7,89</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
D41EE401	Ud	<b>MANO PARA PUNTERO.</b> Ud. Protector de mano para puntero, homologado CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>2,84</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
D41EE030	Ud	<b>PAR GUANTES AISLANTES.</b> Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>28,40</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS			
D41EE014	Ud	<b>PAR GUANTES PIEL FLOR VAC.</b> Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>5,05</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCO CÉNTIMOS			
D41EG001	Ud	<b>PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR</b> Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>11,99</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
D41EG015	Ud	<b>PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL</b> Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>42,50</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS			
D41EG030	Ud	<b>PAR BOTAS AISLANTES.</b> Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>26,19</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS			
D41EG401	Ud	<b>PAR POLAINAS SOLDADOR</b> Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>	<b>10,41</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS			

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>		

D41GA001	M2 RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS. M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.	TOTAL PARTIDA.....  3,22
----------	--	--------------------------------

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS

D41GA350	Ud PASARELA MONTAJE FORJADO UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablones de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).	TOTAL PARTIDA.....  14,02
----------	---	---------------------------------

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con DOS CÉNTIMOS

D41GA040	MI CABLE DE ATADO TRAB.ALTA MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml.i/montaje y desmontaje.	TOTAL PARTIDA.....  2,79
----------	--	--------------------------------

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION</b>		
D41CA240	Ud CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO. Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x 0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	6,84
	TOTAL PARTIDA.....	6,84

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	1,28
	TOTAL PARTIDA.....	1,28

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA</b>			
D41IA210	Ud	LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET.	
Ud. Limpieza y desinfección de cassetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.			
		TOTAL PARTIDA.....	159,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS			
D41IA201	H.	EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA	
	H.	Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.	
		TOTAL PARTIDA.....	21,16
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS			
SOP400	Ud	BOTIQUIN DE URGENCIA	
		Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.	
		Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....	74,06
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS			

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD DESCRIPCIÓN	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR</b>		
D41AA410	<b>Ud A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO</b> Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x 1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.	
TOTAL PARTIDA.....		184,11
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS		
D41AE001	<b>Ud ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.	
TOTAL PARTIDA.....		82,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y DOS EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS		
D41AE101	<b>Ud ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.	
TOTAL PARTIDA.....		77,46
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS		
D41AE201	<b>Ud ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.	
TOTAL PARTIDA.....		70,97
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS		



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**DESCOMPUESTOS**

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES</b>					
D41EA001	Ud	<b>CASCO DE SEGURIDAD.</b> Ud. Casco de seguridad con desdizador, homologado CE.			
U42EA001	1,000 Ud	Casco de seguridad homologado	3,05	3,05	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>3,05</b>
D41EA201	Ud	<b>PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA.</b> Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada CE.			
U42EA201	1,000 Ud	Pantalla seguri.para soldador	12,31	12,31	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>12,31</b>
D41EA210	Ud	<b>PANTALLA CONTRA PARTICULAS.</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE.			
U42EA210	1,000 Ud	Pant.protección contra parti.	13,25	13,25	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>13,25</b>
D41EA213	Ud	<b>PANTALLA MALLA METALICA</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor de malla metálica, homologada CE.			
U42EA213	1,000 Ud	Pantalla malla metálica	13,88	13,88	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>13,88</b>
D41EA215	Ud	<b>PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC.</b> Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE			
U42EA215	1,000 Ud	Pantalla cortocircuito electrico	34,01	34,01	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>34,01</b>
D41EA220	Ud	<b>GAFAS CONTRA IMPACTOS.</b> Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.			
U42EA220	1,000 Ud	Gafas contra impactos.	11,36	11,36	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>11,36</b>
D41EA230	Ud	<b>GAFAS ANTIPOVO.</b> Ud. Gafas antipollo tipo visitante incolora, homologadas CE.			
U42EA230	1,000 Ud	Gafas antípolvo.	2,52	2,52	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>2,52</b>
D41EA235	Ud	<b>GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS</b> Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas CE.			
U42EA235	1,000 Ud	Gafas panorámicas líquidos	12,72	12,72	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>12,72</b>
D41EA401	Ud	<b>MASCARILLA ANTIPOVO.</b> Ud. Mascarilla antipollo, homologada.			
U42EA401	1,000 Ud	Mascarilla antípolo	2,84	2,84	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>2,84</b>
D41EA410	Ud	<b>FILTRO RECAMBIO MASCARILLA.</b> Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.			
U42EA410	1,000 Ud	Filtr.recambio masc.antipol.	0,69	0,69	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>0,69</b>
D41EA601	Ud	<b>PROTECTORES AUDITIVOS.</b> Ud. Protectores auditivos, homologados.			
U42EA601	1,000 Ud	Protectores auditivos.	7,89	7,89	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>7,89</b>
D41EC401	Ud	<b>CINTURON SEGURIDAD CLASE A.</b> Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.			
U42EC401	1,000 Ud	Cinturón de seguridad homologado	43,50	43,50	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>43,50</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D41EC001	Ud	<b>MONO DE TRABAJO.</b> Ud. Mono de trabajo, homologado CE.			
U42EC001	1,000 Ud	Mono de trabajo.	16,41	16,41	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>16,41</b>
D41EC010	Ud	<b>IMPERMEABLE.</b> Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.			
U42EC010	1,000 Ud	Impermeable.	9,47	9,47	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>9,47</b>
D41EC520	Ud	<b>CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.</b> Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.			
U42EC520	1,000 Ud	Cinturón porta herramientas.	22,09	22,09	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>22,09</b>
D41EE020	Ud	<b>PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM</b> Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.			
U42EE020	1,000 Ud	Par de guantes para soldador.	7,89	7,89	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>7,89</b>
D41EE401	Ud	<b>MANO PARA PUNTERO.</b> Ud. Protector de mano para puntero, homologado CE.			
U42EE401	1,000 Ud	Protector de mano para punte.	2,84	2,84	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>2,84</b>
D41EE030	Ud	<b>PAR GUANTES AISLANTES.</b> Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.			
U42EE030	1,000 Ud	P.de guantes aislante electri	28,40	28,40	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>28,40</b>
D41EE014	Ud	<b>PAR GUANTES PIEL FLOR VAC.</b> Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.			
U42EE014	1,000 Ud	Par guantes piel vacuno	5,05	5,05	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>5,05</b>
D41EG001	Ud	<b>PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR</b> Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.			
U42EG001	1,000 Ud	Par de botas de agua.	11,99	11,99	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>11,99</b>
D41EG015	Ud	<b>PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL</b> Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.			
U42EG015	1,000 Ud	Par de botas seguri.con punt/plan.	42,50	42,50	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>42,50</b>
D41EG030	Ud	<b>PAR BOTAS AISLANTES.</b> Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.			
U42EG030	1,000 Ud	Par de botas aislantes elect	26,19	26,19	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>26,19</b>
D41EG401	Ud	<b>PAR POLAINAS SOLDADOR</b> Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.			
U42EG401	1,000 Ud	Par de polainas para soldador	10,41	10,41	
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>10,41</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>					
D41GA001		<b>M2 RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS.</b>			
		M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.			
U01AA008	0,080 Hr	Oficial segunda	12,38	0,99	
U01AA011	0,080 Hr	Peón ordinario	11,11	0,89	
U42GA001	0,300 M2	Red de seguridad h=10 m.	0,95	0,29	
U42GC005	3,000 Ud	Anclaje red a forjado.	0,32	0,96	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	3,10	0,09	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>3,22</b>
D41GA350		<b>Ud PASARELA MONTAJE FORJADO</b>			
		UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablones de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).			
U01AA011	0,010 Hr	Peón ordinario	11,11	0,11	
U42GC205	4,500 MI	Tablón madera 0.20x0,07m-3 mt	3,00	13,50	
%0200001	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	13,60	0,41	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>14,02</b>
D41GA040		<b>MI CABLE DE ATADO TRAB.ALTA</b>			
		MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml.i/montaje y desmontaje.			
U01AA008	0,060 Hr	Oficial segunda	12,38	0,74	
U01AA011	0,060 Hr	Peón ordinario	11,11	0,67	
U42GC030	0,300 MI	Cable de seguridad.	1,14	0,34	
U42GC005	3,000 Ud	Anclaje red a forjado.	0,32	0,96	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	2,70	0,08	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>2,79</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION</b>					
D41CA240	Ud	<b>CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO.</b> Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x 0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado			
U01AA011	0,200 Hr	Peón ordinario	11,11	2,22	
U42CA005	1,000 Ud	Cartel indic.nor.0,30x 0,30 m	4,42	4,42	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	6,60	0,20	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>6,84</b>
D41CC230	MI	<b>CINTA DE BALIZAMIENTO R/B.</b> MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.			
U01AA011	0,100 Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42CC230	1,000 MI	Cinta de balizamiento reflec.	0,13	0,13	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	1,20	0,04	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1,28</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA</b>					
D41IA210	Ud	<b>LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET.</b> Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.			
U42IA301	1,000 Ud	Limpieza y desinfección caseta	154,76	154,76	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	154,80	4,64	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>159,40</b>
D41IA201	H.	<b>EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA</b> H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.			
U42IA201	1,000 H.	Equipo de limpiez.y conserv.	20,54	20,54	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	20,50	0,62	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>21,16</b>
SOP400	Ud	<b>BOTIQUIN DE URGENCIA</b> Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.	Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>74,06</b>

# CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR</b>					
D41AA410	Ud	A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO			
		Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x 1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutíleno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.			
U42AA410	1,000 Ud	A.a/inod,ducha,lav ab 3g,termo	178,75	178,75	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	178,80	5,36	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>184,11</b>
D41AE001	Ud	<b>ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA.</b>			
		Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.			
U42AE001	1,000 Ud	Acomet.prov.elect.a caseta.	80,00	80,00	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	80,00	2,40	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>82,40</b>
D41AE101	Ud	<b>ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA.</b>			
		Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.			
U42AE101	1,000 Ud	Acomet.prov.fontan.a caseta.	75,20	75,20	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	75,20	2,26	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>77,46</b>
D41AE201	Ud	<b>ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA.</b>			
		Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.			
U42AE201	1,000 Ud	Acomet.prov.saneamt.a caseta.	68,90	68,90	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	68,90	2,07	
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>70,97</b>



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**PRESUPUESTO GENERAL**

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES</b>				
D41EA001	<b>Ud CASCO DE SEGURIDAD.</b> Ud. Casco de seguridad con desdizador, homologado CE.	5,00	3,05	15,25
D41EA201	<b>Ud PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA.</b> Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada CE.	1,00	12,31	12,31
D41EA210	<b>Ud PANTALLA CONTRA PARTICULAS.</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE.	1,00	13,25	13,25
D41EA213	<b>Ud PANTALLA MALLA METALICA</b> Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de malla metálica, homologada CE.	1,00	13,88	13,88
D41EA215	<b>Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC.</b> Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE	2,00	34,01	68,02
D41EA220	<b>Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS.</b> Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	5,00	11,36	56,80
D41EA230	<b>Ud GAFAS ANTIPOVLO.</b> Ud. Gafas antipolvó tipo visitante incolora, homologadas CE.	5,00	2,52	12,60
D41EA235	<b>Ud GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS</b> Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas CE.	2,00	12,72	25,44
D41EA401	<b>Ud MASCARILLA ANTIPOVLO.</b> Ud. Mascarilla antipolvó, homologada.	5,00	2,84	14,20
D41EA410	<b>Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA.</b> Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	5,00	0,69	3,45
D41EA601	<b>Ud PROTECTORES AUDITIVOS.</b> Ud. Protectores auditivos, homologados.	5,00	7,89	39,45
D41EC401	<b>Ud CINTURON SEGURIDAD CLASE A.</b> Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.	3,00	43,50	130,50
D41EC001	<b>Ud MONO DE TRABAJO.</b> Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	5,00	16,41	82,05
D41EC010	<b>Ud IMPERMEABLE.</b> Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.	5,00	9,47	47,35
D41EC520	<b>Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.</b> Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.			

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D41EE020	<b>Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM</b> Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.	2,00	22,09	44,18
D41EE401	<b>Ud MANO PARA PUNTERO.</b> Ud. Protector de mano para puntero, homologado CE.	3,00	7,89	23,67
D41EE030	<b>Ud PAR GUANTES AISLANTES.</b> Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.	3,00	2,84	8,52
D41EE014	<b>Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VAC.</b> Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.	3,00	28,40	85,20
D41EG001	<b>Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR</b> Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	5,00	5,05	25,25
D41EG015	<b>Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL</b> Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.	5,00	42,50	212,50
D41EG030	<b>Ud PAR BOTAS AISLANTES.</b> Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.	5,00	26,19	130,95
D41EG401	<b>Ud PAR POLAINAS SOLDADOR</b> Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.	2,00	10,41	20,82
<b>TOTAL CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES .....</b>				<b>1.145,59</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				
D41GA001	M2 RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS.			
	M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.			
		150,00	3,22	483,00
D41GA350	Ud PASARELA MONTAJE FORJADO			
	UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablones de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).			
		4,00	14,02	56,08
D41GA040	MI CABLE DE ATADO TRAB.ALTAURA			
	MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml.i/montaje y desmontaje.			
		3,00	2,79	8,37
<b>TOTAL CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS.....</b>				<b>547,45</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION</b>				
D41CA240	Ud CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO.	8,00	6,84	54,72
	Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado			
D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B.	300,00	1,28	384,00
	MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.			
	<b>TOTAL CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION.....</b>			<b>438,72</b>

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA</b>				
D41IA210	<b>Ud LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET.</b> Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.	2,00	159,40	318,80
D41IA201	<b>H. EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA</b> H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2º y de ayudante.	20,00	21,16	423,20
SOP400	<b>Ud BOTIQUIN DE URGENCIA</b> Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.	1,00	74,06	74,06
<b>TOTAL CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA.....</b>				<b>816,06</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR</b>				
D41AA410	<b>Ud A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO</b> Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.	1,00	184,11	184,11
D41AE001	<b>Ud ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.	1,00	82,40	82,40
D41AE101	<b>Ud ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.	1,00	77,46	77,46
D41AE201	<b>Ud ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA.</b> Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.	1,00	70,97	70,97
<b>TOTAL CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR .....</b>				<b>414,94</b>
<b>TOTAL.....</b>				<b>3.362,76</b>



e s c u e l a  
p o l i t é c n i c a  
s u p e r i o r  
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD  
DE ZARAGOZA

## **PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA**

**Puesta en riego por aspersión con cobertura total enterrada en una finca de 19 hectáreas  
en el término municipal de Pallaruelo de  
Monegros (Huesca)**

**RESUMEN**

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C0001	PROTECCIONES PERSONALES.....	1.145,59	34,07
C0002	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	547,45	16,28
C0003	SEÑALIZACION.....	438,72	13,05
C0004	MEDICINA PREVENTIVA.....	816,06	24,27
C0005	INSTALACIONES DE BIENESTAR.....	414,94	12,34
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>3.362,76</b>	
	13,00% Gastos generales.....	437,16	
	6,00% Beneficio industrial.....	201,77	
	SUMA DE G.G. y B.I.	638,93	
	21,00% I.V.A.....	840,35	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>4.842,04</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>4.842,04</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

, a 27 DE MAYO DE 2013.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

ENRIQUE VEINTEMILLA MARTIN