



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

TITULO

Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.

AUTOR: **CARMEN PORTERO BALAGUER**

ENSEÑANZA: **INGENIERÍA AGRÓNOMA**

DIRECTOR/ES: **JESÚS GUILLÉN TORRES**

FECHA: **NOVIEMBRE 2012.**



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

TITULO

Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.

AUTOR: **CARMEN PORTERO BALAGUER**

ENSEÑANZA: **INGENIERÍA AGRÓNOMA**

DIRECTOR/ES: **JESÚS GUILLÉN TORRES**

FECHA: **NOVIEMBRE 2012.**

DOCUMENTO 1: MEMORIA DEL PROYECTO.

ÍNDICE DE MEMORIA

Página

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	2
2.-DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	3
3.-ESTUDIO CLIMATOLÓGICO.....	6
4.-ESTUDIO EDAFOLÓGICO.....	16
5.-CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.....	22
6.-JUSTIFICACIÓN DE OPCIONES Y ELECCIÓN ÓPTIMA.....	32
7.-CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.....	36
8.-ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	42
9.-NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.....	44
10.-CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.....	51
11.-ELEMENTOS SINGULARES.....	60
12.-BOMBEO.....	62
13.-ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	71
14.-BIBLIOGRAFÍA.....	73

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.

Se redacta el presente proyecto “Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.” por encargo del propietario de la finca, de tal forma que los documentos que integran el proyecto sirvan de base para la ejecución de la instalación proyectada.

La finca tiene una superficie de aproximadamente 287 hectáreas, que se encuentran actualmente declaradas de secano, si bien, el canal de Monegros pasa limitando toda la parte norte de la finca.

En esta parcela se ha ido cultivando durante estos años cereal de invierno con unos rendimientos bajos, por ello, en vista de no obtener suficiente beneficio, se decide transformar a regadío y de esta manera poder implantar otros cultivos que hagan más rentable la explotación. Así pues, el propietario desea conocer la opción que resulte más favorable para la transformación a regadío y el desarrollo de la opción que corresponda.

- Condiciones impuestas por el promotor.

El propietario de la finca, antes de realizar el desarrollo de las posibles opciones que se puedan llevar a cabo en la finca, impone las siguientes condiciones:

Que la finca se transforma a riego por aspersión donde se procederá al cultivo de cultivos herbáceos extensivos propios de la zona y que se detallan en el anejo correspondiente a la rotación de cultivos.

La comercialización de los cultivos extensivos está garantizada, ya que como son cultivos propios de la zona, la venta está asegurada.

- **Objeto del proyecto.**

El objeto del presente proyecto es la transformación a regadío de la finca y poder abastecerla del agua de riego necesaria para asegurar su producción, mediante bombeo de agua del Canal de Monegros.

Para poder llevar a cabo la transformación, aparte de lo expuesto en el párrafo anterior, se hace necesario el diseño de las conducciones e instalaciones de tuberías y los distintos sistemas de riego a nivel de parcela. También se hace necesaria la construcción de un edificio de control de mandos desde el cual se realiza el control del riego; y la construcción de una estación de bombeo que garantice las condiciones necesarias para el riego a nivel de parcela.

Para el desarrollo del presente proyecto se hacen necesarios:

- Un estudio de la climatología para poder determinar los periodos de sequía y pluviometría de la zona para poder determinar la evapotranspiración, así como los periodos de heladas, los regímenes de temperaturas, etc.
- Un estudio general de suelos que determine sus características más relevantes.
- Un estudio del análisis del agua del canal de Monegros, la cual se va a utilizar para el riego de la parcela y determinar si es óptima para el riego.
- Cálculo de las dosis de agua de riego necesarias para los cultivos a implantar en la parcela.
- Diseño y distribución de la red de riego.

Todos estos apartados serán analizados y calculados en los anejos correspondientes .

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

Al norte de la comarca de los Monegros se encuentra situado el municipio de Sariñena, más concretamente en la zona limítrofe con la comarca del Somontano de Barbastro por lo que puede decirse que está emplazada dentro de este Somontano.

La comarca de Monegros se extiende a caballo sobre las provincias de Zaragoza y Huesca, en torno a la sierra de Alcubierre, desde las riberas del Ebro hasta el Somontano oscense, y desde la ribera del Gállego a la del Cinca.

- **Situación.**

El municipio de Sariñena está situado, como se ha dicho en el apartado anterior, en la zona limítrofe de la comarca de los Monegros con la del Somontano. La localidad de Lastanosa, que es un municipio incorporado a Sariñena, está rodeado por los municipios de: Castelflorite, Villanueva de Sigena, Albalatillo, Lalueza, Lanaja y Capdesaso, entre otros.

Los pueblos más cercanos y sus distancias a Lastanosa son: El Tormillo, a 7 Km.; La Masadera, a 4 Km.; Castelflorite, a 12 Km.; Sariñena, a 9 Km.

Las carreteras más importantes de acceso a Lastanosa son:

- C-1310: Huesca-Fraga por Sariñena.
- Lastanosa-Sariñena
- Carretera local: El Tormillo-Lastanosa.

Dentro del propio municipio, existe una amplia red de caminos cuyos ejes principales son: Camino de La Loma, Camino de Huerto, Camino de Capdesaso, Camino de Penen.

Desde el punto de vista litológico, los materiales que aparecen son del mioceno y están afectados por una deformación “póstuma” de edad postmiocénica de carácter anticlinal que da lugar a pendientes muy suaves. Al pie de esta sierra, donde se encuentran los glaciares, aparecen los materiales detríticos (cantos angulosos predominantemente calizos).

- **Descripción edafológica de la zona.**

Para la descripción edafológica se ha utilizado el sistema de clasificación denominado *Soil Taxonomy*. Este sistema utiliza “horizontes diagnóstico” para diferenciar los ordenes.

En el caso de nuestra zona este horizonte es *Ochrice*, que se caracteriza por tener colores claros, texturas equilibradas o francas con tendencias gruesas o arenosas, con poca materia orgánica y generalmente poco espesor. Las condiciones climáticas de la zona favorecen la formación de este horizonte al no permitir la acumulación de materia orgánica, y la abundancia de caliza hace que al eliminarse parcialmente el calcio de este horizonte por lavado y no quedar saturado el humus por el mismo, el incremento de materia orgánica sea difícil.

- **Descripción de las clases agrológicas.**

En toda la superficie encontramos tres zonas:

- **CLASE II_S**: Son aquellos terrenos en los que actualmente se están realizando trabajos para su puesta en riego, así como los situados en terrazas que se encuentran en regadío y otros de secano cuya única limitación es el agua.
- **CLASE III_S**: Comprende los suelos que, aun siendo capaces de soportar un laboreo intensivo, presentan limitaciones que obligan a tomar ciertas medidas para evitar la pérdida de su capacidad productiva. Presentan en algunas zonas erosión moderada (pendientes menores del 10%) así como cierta pedregosidad, defectos en la permeabilidad e insuficiente profundidad del suelo. No obstante, estas características no perjudican en gran medida las labores y la rentabilidad de los cultivos. En esta clase están incluidas las tierras de saso.
- **CLASE VIII**: Abarca los terrenos que no ofrecen ningún aprovechamiento agrícola o forestal. Está formado por superficies rocosas, ríos, arroyos, núcleos urbanos y zonas con pendientes superiores al 50%.

3.- ESTUDIO CLIMATOLÓGICO.

La puesta en riego de una zona depende del clima y del cultivo a instalar, ya que en función de estos se diseñará la instalación. El desarrollo o crecimiento de las plantas y las dosis de riego dependen del clima y del cultivo, por esto es necesario realizar un estudio climático de la zona.

Los datos climáticos para la realización del estudio climatológico se han tomado de las siguientes estaciones meteorológicas que son las más cercanas a la finca en cuestión así nuestros datos se pueden extrapolar al área que la rodea:

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m)
SARIÑENA	41°47' N	0°9' W	282
LANAJA	41°46' N	0°20' W	369
PALLARUELO DE MONEGROS	41°42' N	0°12' W	356

La serie de datos termopluviométricos tomada corresponde a un periodo de 15 años, de 1987 a 2011.

- **Temperaturas.**

Esta es una zona muy favorecida desde el punto de vista técnico, ya que la temperatura media de los meses más cálidos es mayor de 21°C, por lo que se pueden implantar cultivos que tengan altas exigencias de temperatura siempre y cuando exista agua suficiente.

El clima se puede considerar como mediterráneo continental, con temperaturas medias anuales de unos 14 a 16°C, con unas temperaturas medias del mes más frío superiores a los 4°C y con unas temperaturas medias en los meses más cálidos de unos

23 a 25 °C. El periodo de frío es de larga duración, alrededor de 5 a 7 meses, pero poco intenso, siendo enero el mes más frío y julio el más cálido.

- **Periodo de heladas.**

Con los datos obtenidos se llega a la conclusión de que el periodo de **riesgo parcial de heladas** queda comprendido entre el 5 de noviembre y el 13 de abril. Por lo que hace un total de 159 días de riesgo. El periodo de **riesgo total de heladas** está comprendido entre el 5 de noviembre y el 18 de marzo. Por lo que hace un total 133 días de riesgo.

- **Precipitaciones.**

Nos encontramos en una zona en que las precipitaciones se producen normalmente en otoño y en primavera, siendo algunas veces el invierno lluvioso y el verano por lo general seco, aunque las medias pluviométricas en este caso dan valores muy próximos entre las precipitaciones que se producen en verano, primavera e invierno. Debe tenerse en cuenta que las precipitaciones en verano suelen ser normalmente de carácter tormentoso y por lo tanto la intensidad de lluvia es mayor y por consiguiente los días de lluvia menores que en otras estaciones.

- El mes que presenta una mayor pluviometría es abril con una media de 47,59 mm.
- El mes menos lluvioso es julio, con 15,95 mm, siguiéndole junio y febrero con 21,13 y 2035 mm de media respectivamente.
- La máxima pluviometría registrada corresponde al año 2008 con un total de 526,8 mm totales, y la menor el 2002 con 194,4.
- La mayor pluviometría mensual queda registrada en el mes de mayo de 2008 con 153,6 mm.
- El mes con mayor número de días de lluvia es mayo con 6,47 días y el que presenta menor número de días de lluvia es julio con 2,67.

- **Cálculo del número de horas frío.**

-

Para su determinación se toman como referencia varios criterios:

- Según Weimberg el número de horas frío superior a 1350 horas.
- Según Mota, el número de horas frío es de 1424 horas.
- Según Tabuenca, el número de horas frío es de 1577 horas.

- **El viento.**

El viento supone una pérdida de uniformidad del riego por aspersión por lo que habrá que prever periodos en los que no será posible regar debido a él.

Es un factor que influye en gran medida en los cultivos, tanto por su fuerza, como por su dirección. La finca donde se enfoca el presente proyecto se encuentra en una zona donde predominan tanto el cierzo (viento normalmente frío y con dirección oeste-noroeste) como el bochorno (viento cálido y con dirección este-sureste).

A partir del porcentaje de número de días al mes en los que sopla el viento y la dirección que lleva éste se obtiene el gráfico “la rosa de los vientos”, así es más fácil ver el predominio de una dirección de viento frente a otras.

El porcentaje total de días con viento es del 80,7% por lo que el periodo de calma es sólo de 19,3%. Resultando así:

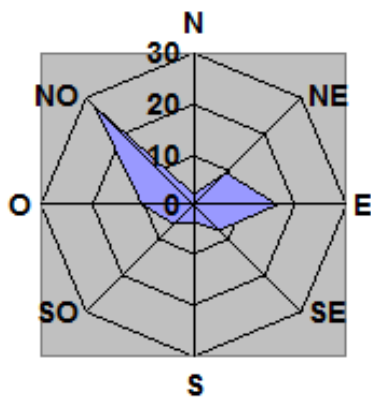


Fig 2.1- Rosa de los vientos en donde se indica la frecuencia (expresada en %) del viento en cada dirección.

Como se puede observar de manera muy clara, el cierzo es predominante por excelencia.

- Humedad relativa.

La humedad relativa es un dato necesario para el cálculo de la ET_0 .

- La humedad relativa media anual es del 66,66 %.
- La mayor humedad media relativa se presenta en invierno y otoño. Diciembre presenta un 82,23 % y enero un 80,95 %.
- El menor valor de humedad relativa media corresponde al mes de julio con un valor de 52,17%.

- CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS (INDICES CLIMÁTICOS).

- Índice de Lang.

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang dice que se trata de una **zona árida**.

- Índice de Martonne.

La caracterización climática, según el índice de Martonne, nos dice que el clima es característico de **estepas y países secos mediterráneos**.

- Índice de Dantin Cereceda y Revenga.

Según este índice se trata de una **zona árida.**

- CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.

- Clasificación agroecológica de Papadakis (1960).

Papadakis considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación en la que se utilizan fundamentalmente factores obtenidos a partir de valores extremos de los factores climatológicos. Esta clasificación se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del verano.
- Calor del verano.

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

Rigor del invierno.

En la zona a estudiar la temperatura media de las mínimas absolutas en el mes más frío, enero, es de -11,3 °C. La temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 0,59 °C y la temperatura media de las máximas del mes más frío es de 9,21 °C. Por lo que se llega a la conclusión de que el rigor del invierno es de tipo Trigo-Avena (Tv).

Calor del verano.

La duración de la época libre de heladas dura una media de 6 meses. La temperatura media de las máximas en los meses más cálidos (junio, julio y agosto) es de 30,6 °C. La media de la máxima temperatura en el mes más cálido del año (julio) es de 39,8°C mientras que la temperatura media de las mínimas en dicho mes es de 17,16°C

por lo que se puede asegurar que el rigor del verano en la zona corresponde al tipo Maíz (M).

- Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963).

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

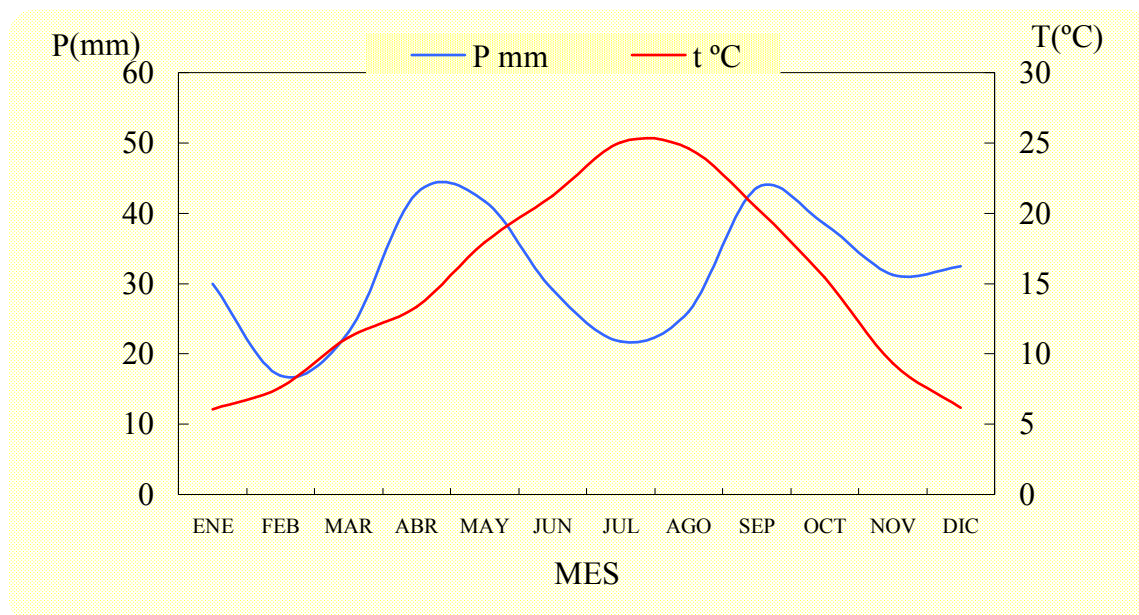
- **Temperaturas.**

El mes más frío es enero, cuya temperatura media es de 6.06 °C, por lo tanto se encuentra dentro del **GRUPO 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos**. Como la temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 1,23 °C, entonces tenemos un **invierno moderado**.

- **Aridez.**

Se observa un periodo seco en el que la curva pluviométrica está por debajo de la térmica, y comprende los meses de mayo (3 últimos días), junio, julio, agosto y los cinco primeros días de septiembre. Como periodo subseco de los meses de febrero, marzo, mayo y desde el 15 de septiembre al 7 de noviembre. Por lo tanto el clima de la zona se define como **monoxerico**.

DIAGRAMA OMBROTERMICO.



- **Indices xerotérmicos.**

Para caracterizar la intensidad de la sequía, se utilizan los índices xerotérmicos. El índice xerotérmico mensual (X_m) señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos. El número de días es de 78.14, por lo tanto este valor pertenece al intervalo $75 < IP_x < 100$, por lo tanto le corresponde la clasificación climática de **mesomediterráneo acentuado**.

De acuerdo con los valores de estos tres factores se engloba el clima dentro de los **cálidos, templado-cálido y templado**, es **monoxérico** y se clasifica como **mesomediterráneo acentuado**.

- Clasificación climática de Thornthwaite (1948).

- Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP).

La ETP total anual es 784,67 mm/año.

Thornthwaite clasifica el clima según una fórmula compuesta de cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, corresponden al índice de humedad y a la eficacia térmica de la zona. La letra tercera y cuarta, minúsculas, corresponden a la variación estacional de la humedad y a la concentración térmica en verano.

En consecuencia, el clima de la zona, de acuerdo con los datos obtenidos puede representarse por la siguiente fórmula climática, según Thornthwaite:

$$D dB'_2 b'_4$$

“Clima semiárido, segundo mesotérmico, con nulo exceso de humedad durante el invierno y moderada concentración de la eficacia térmica en verano”.

- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION.**- Cálculo de la evapotranspiracion del cultivo de referencia (ET₀) por el método de Blaney-Criddle-FAO.**

Este método se basa en la ecuación formulada por Blaney-Criddle modificada por Doorembos y Pruitt (1977) para la FAO, se obtiene una **ET₀ anual de 1608,14 mm.**

- Evapotranspiracion del cultivo (ET_C).

Para el cálculo de la ET_C de cada cultivo se utiliza la ET₀ que se ha calculado anteriormente por el método Blaney-Criddle-FAO.

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Donde :

ET₀ = Evapotranspiración de referencia, media de los métodos utilizados.

K_c = coeficiente del cultivo. Depende del cultivo y la fase de desarrollo.

Los cultivos considerados a implantar en la zona se recogen en el anejo 5 (Rotación de cultivos). En los meses comprendidos desde después de la recolección hasta la siembra no hay ET_C. Los resultados de la ET_C mensual en mm para cada uno de los cultivos considerados son los siguientes:

1) **CEBADA (FECHA DE CULTIVO ES EL 5 DE NOVIEMBRE
AL 5 DE JUNIO)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Noviembre	29,88	0,72	21,51
Diciembre	14,31	0,73	10,44

Enero	21,56	0,86	18,54
Febrero	35,49	1,02	36,19
Marzo	80,52	1,10	88,57
Abril	100,79	1,10	110,87
Mayo	137,86	0,86	118,55
Junio	188,64	0,29	54,70

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **459,37 mm.**

2) **TRIGO (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 1 DE DICIEMBRE AL 15 DE JUNIO)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET₀	K_c	ET_c
Diciembre	14,31	0,74	10,59
Enero	21,56	0,79	17,03
Febrero	35,49	0,97	34,42
Marzo	80,52	1,09	87,76
Abril	100,79	1,10	110,86
Mayo	137,86	1,03	141,99
Junio	188,64	0,47	86,66

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **489,31 mm.**

3) **MAÍZ (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 1 DE MAYO AL 15 DE OCTUBRE)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Mayo	137,86	0,53	73,06
Junio	188,64	0,75	141,48
Julio	228,88	1,08	247,19
Agosto	206,66	1,11	229,39
Septiembre	134,26	0,96	128,89
Octubre	78,16	0,62	48,46

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **868,47 mm.**

4) **ALFALFA**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Marzo	80,52	0,89	71,66
Abril	100,79	0,89	89,70
Mayo	137,86	0,89	122,69
Junio	188,64	0,89	167,88
Julio	228,88	0,89	203,70
Agosto	206,66	0,89	183,93
Septiembre	134,26	0,89	119,49
Octubre	78,16	0,89	69,56

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **1028,61 mm.**

5) **GIRASOL (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 10 DE MAYO AL 20 DE SEPTIEMBRE)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Mayo	137,86	0,51	70,31
Junio	188,64	0,71	133,93
Julio	228,88	1,00	228,88
Agosto	206,66	0,98	202,52
Septiembre	134,26	0,65	87,26

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **722,9 mm.**

6) **GUISANTE (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 15 DE DICIEMBRE AL 10 DE MAYO)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Diciembre	14,31	0,73	10,44
Enero	21,56	0,78	16,81
Febrero	35,49	1,03	36,55
Marzo	80,52	1,09	87,76
Abril	100,79	1,09	109,86
Mayo	137,86	1,04	143,37

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **404,79 mm.**

4.- ESTUDIO EDAFOLÓGICO.

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta. Por esto es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada.

El estudio realizado a continuación está basado en los análisis de suelo de la finca, para ello se han analizado varias muestras de la zona a transformar en el Laboratorio Agroambiental del Servicio de Investigación Agraria del Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón.

El estudio realizado a continuación está basado en los análisis de suelo de la finca, para ello se han tomado varias muestras y se han llevado al laboratorio agroambiental del campus Aula Dei en Zaragoza. Los resultados obtenidos serán extrapolables a toda ella.

- CARACTERIZACION GENERAL DEL SUELO.

- Muestreo.

Para el conocimiento de las características particulares del suelo estudiado, se tomaron tres muestras en la zona. Las muestras se recogieron a una profundidad de 30 cm.

- Resultados obtenidos.

- Caracteres físicos del perfil edafico.

Resultados según el USDA.

<u>GRANULOMETRÍA</u>	
Elementos gruesos (> 2mm)	9%
Arena gruesa (0.5 – 2 mm)	15%
Arena fina (0.05 - 5 mm)	37%
Limo (0.002 – 0.05 mm)	25%
Arcilla (< 0.002 mm)	23%

Con los datos obtenidos se determina la clase textural del suelo entrando para ello en el triángulo de texturas, y resulta ser un suelo **Franco-Arcillo-Arenoso.**

<u>ESTRUCTURA</u>	
Profundidad (m)	0,85
Densidad aparente (Tm/m³)	1,27
Densidad real (Tm/m³)	2,6
Porosidad (% volumen)	51,0%

- Caracteres hídricos del perfil edafico.

Capacidad de campo (%)	19,14
Punto de marchitez (%)	10,18
Agua útil(%)	8,96

- Caracteres químicos.

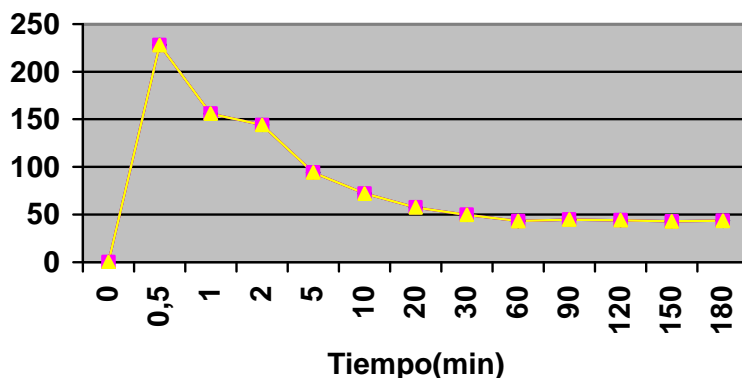
<u>FERTILIDAD</u>	
pH	7,8
Materia Orgánica (%)	1,3
N total (%)	0,11
Salinidad (dS/m)	1,4
Carbonatos totales (%)	20,8
Relación C/N	13
P (ppm)	9

<u>CATIONES SOLUBLES MÁS INTERCAMBIABLES</u>	
Mg (meq/100g)	1,4
Na (meq/100g)	7,5
K (meq/100g)	125,4

- Determinación de la velocidad de infiltración.

La determinación de la velocidad de infiltración de agua en el suelo se realiza en campo, para ello se usa un infiltrometro de doble anillo o de Müntz, ya que es el método más práctico y sencillo.

Velocidad de infiltración (mm/h)



El conocer la velocidad de infiltración del agua en el suelo se hace necesaria para el posterior dimensionado de los distintos sistemas de riego que se vaya a implantar en la finca.

En el estudio realizado, la velocidad de infiltración se encuentra en un intervalo moderado por lo que nos va a limitar de algún modo a la hora del dimensionado, en lo que respecta a las máquinas pivot, dado que en función del radio varía mucho la infiltración en el extremo, que junto con la capacidad de campo y el punto de marchitez obtenidos analíticamente, se obtiene una capacidad de retención de humedad en el suelo aceptable. No se encuentra factor limitante para ningún tipo de cultivo.

- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO.

- Conclusiones de carácter físico.

En lo que respecta a la granulometría y estructura del suelo, se obtiene que es aceptable para los cultivos que se desea implantar. Presenta una estructura franco-arcillo-arenosa. Su profundidad no va a presentar problemas para el cultivo ya que permite cualquier desarrollo de raíz. A su vez, la densidad aparente y la real, junto con la porosidad están comprendidos dentro de valores considerados como normales, por lo tanto no son factor limitante.

- Conclusiones de carácter hídrico.

En el estudio realizado sobre la velocidad de infiltración, el valor obtenido se encuentra en un intervalo de infiltración moderada, lo que hace al suelo adecuado para el riego. Así que no va a tener ninguna limitación al respecto.

La capacidad de campo y el punto de marchitez obtenidos analíticamente 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 se desean implantar en la parcela.

- Conclusiones de carácter químico.

- FERTILIDAD.

- pH. El valor obtenido es básico tendiendo a neutro, esto se debe a la cantidad de carbonatos que hay en el suelo. El valor se encuentra en un nivel aceptable para los cultivos que se van a implantar.
- Materia orgánica. El valor obtenido es de 1,3%, lo que es un nivel pobre y junto al exceso de carbonatos que presenta el suelo éste tiende a tener poca capacidad de absorción y retención del agua. Resultaría entonces necesario una enmienda orgánica 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 porcentaje adecuado para permitir un adecuado desarrollo de los cultivos.
- Nitrógeno total. Es del orden del 0,11%, por lo que se encuentra a un nivel adecuado y no se hace necesario ningún aporte adicional.
- La relación C/N. El valor obtenido es de 13, un nivel normal para un suelo de estas características. Hay una buena liberación de nitrógeno por parte de la materia orgánica.

- La salinidad. El valor obtenido ha sido de 1,4 dS/m, el cual es bajo. Se consideran como suelos no salinos aquellos con niveles de CE < 4dS/m. La influencia sobre los cultivos va a ser inapreciable y no alterará el adecuado desarrollo de éstos. Por lo tanto, en un principio, no se tomará ninguna medida al respecto ya que esta cantidad se verá influida con el sistema de riego implantado.
- El fósforo. Tiene un valor de 9 ppm. Por lo que no será necesaria la realización de ningún aporte al encontrarse en cantidad suficiente.
- Cationes solubles. Tanto los niveles de sodio, magnesio y potasio obtenidos se encuentran en unos valores aceptables para el adecuado desarrollo de las plantas. Con lo cual no se hace necesario tomar ninguna medida al respecto.

- CÁLCULO DE LA ENMIENDA HUMICA.

El contenido óptimo en materia orgánica en un suelo de regadío se encuentra entre un 2-3% (en nuestro caso se intentará incrementar al 2%). En nuestro caso es de un 1,3% por lo cual éste ha de elevarse un 0,7%.

Teniendo en cuenta que inicialmente los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio son los adecuados en el suelo y que sólo se intenta incrementar el nivel de materia orgánica en él, se procederá a hacer la enmienda con estiércol de vaca ya que es el que menor aporte de estos elementos tiene. Aparte, el ganado vacuno es bastante predominante en la zona. Éste se obtendrá de las explotaciones cercanas a la finca las cuales lo tienen almacenado de al menos 3 años. Al analizarlo químicamente se obtuvo un porcentaje de materia seca del 23 %.

se obtiene una cantidad de estiércol a aplicar es de **158,26 Tm/Ha.**

- MANTENIMIENTO DE LA ENMIENDA ORGANICA Y NUTRIENTES.

Se calculó la dosis necesaria de estiércol de vacuno a aplicar antes de comenzar la rotación **158,26 Tm/Ha.** Las condiciones del suelo cambian conforme pase el tiempo

ya que se van a combinar a lo largo de los años cultivos con altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes.

En la rotación se alternarán cultivos con efectos antagónicos sobre el suelo. A los que tienen una elevada profundidad radicular les seguirán otros que tengan poca. A los que tengan altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes y que además aporten una importante cantidad de materia vegetal tras la cosecha, e incluso aporten al suelo macronutrientes, como es el caso de las leguminosas (alfalfa y guisante).

Como en la rotación habrá cereales sería recomendable usar sus restos de cosecha como enmienda orgánica.

En el caso de que lo hecho anteriormente no cumpla con todos los requisitos de aporte de materia orgánica se volverá a hacer uso de estiércol de vacuno para así poder reponer todo lo necesario por lo que habrá que rehacer los pertinentes cálculos para hallar la dosis a aplicar.

5.- CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

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.

Se van a seguir los métodos más utilizados, que por otra parte, son los que mas pueden ayudar a dar un criterio adecuado. Por lo general, todos basan a la hora de determinar la calidad del agua en el contenido en sales solubles, sin considerar las relaciones que se establecen entre el agua y el medio en el que será consumida.

En cada caso lo que se valora es el riesgo potencial del uso del agua. Es decir, la mayoría de las aguas consideradas peligrosas tienen un contenido actual de sales que en sí mismo no es demasiado perjudicial; el problema se presenta cuando esas aguas evolucionan en el suelo.

La evapotranspiración disminuye la humedad del suelo pero prácticamente no elimina sales, de forma que la solución del suelo se hace cada vez más salina a medida que el suelo se seca. Por este procedimiento, si el agua inicialmente tiene una concentración salina aceptable puede alcanzar valores elevados. Además se presentan otros fenómenos: al concentrarse las sales, alguna de ellas puede alcanzar su límite de solubilidad y precipitar, desplazando de la solución del suelo determinados cationes y alterando las propiedades iniciales. Esto suele ocurrir con algunas sales de calcio de baja solubilidad, la que tienen por consecuencia un aumento de la proporción de sodio en el agua del suelo y del PSI del mismo.

Se hace muy importante determinar la calidad del agua que se va a usar para el riego, ya que dependiendo de los resultados que se obtengan será factible o no la puesta en riego.

- RESULTADOS DEL ANÁLISIS.

Los datos acerca de la calidad del agua que transcurre en su cauce vendrán dados por la estación 421, situada a la altura de Almudévar.

Los resultados acerca de la calidad de su agua dieron un resultado A2 que, según la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE 1996b), para su potabilización requieren un tratamiento físico normal, químico y desinfección.

Los resultados son los siguientes:

cationes		aniones	
	mg/l		mg/l
Calcio(Ca^{2+})	48,1	cloruros(Cl^-)	17
Magnesio(Mg^{2+})	9,73	Sulfatos(SO_4^{2-})	38,82
Sodio(Na^+)	9,48	Bicarbonatos(HCO_3^-)	120,62
potasio(K^+)	3,85	carbonatos(CO_3^{2-})	0

- Temperatura agua: 21,7 °C.
- pH = 8,1.
- Conductividad eléctrica (a 25°C): 0,35 dS/m.

Otros iones			
	mg/l		mg/l
Nitratos	0,118	Manganeso	0,01
Nitritos	0,23	Mercurio	0,00
Cobre	0,00	Plomo	0,00
Hierro	0,10	Boro	0,00

3.- VARIABLES QUE DEFINEN LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

1. SALINIDAD.

Viene dada por la concentración de sales solubles (fácilmente ionizables) en el agua de riego y afecta en la disponibilidad de ésta para el cultivo. El valor de conductividad eléctrica es el indicativo más utilizado para evaluarla.

Según los resultados obtenidos, la conductividad eléctrica medida en muestras de agua del canal de Monegros fue de 0,35 dS/m (a 25 °C) y la concentración total de sales 224 mg/l (a 21,7°C).

Según Urbano Terrón P, (1995): R.S Ayers y D.W Westcot (1976 y revisión en 1987) para los problemas de salinización, utilizando la conductividad eléctrica del agua se propone la siguiente escala:

UNIDAD	NINGUNA	LIGERA A MODERADA	SEVERA
dS/m	Menor de 0,7	De 0,7-3	Mayor de 3
Mg/litro	Menor de 450	450-2000	Mayor de 2000

Por lo que, como conclusión, se puede decir que dicho agua no presenta problema alguno de salinidad.

1. SODICIDAD.

Se expresa mediante la relación de adsorción de sodio (RAS), parámetro que representa la posible influencia del ión sodio, presente en el agua de riego, sobre el suelo. Una elevada proporción relativa de este elemento frente al calcio y magnesio puede inducir en el suelo la degradación del mismo con la consiguiente pérdida de estructura y permeabilidad.

La FAO establece los siguientes límites a la hora de evaluar si la salinidad y el SAR del agua de riego suponen algún tipo de restricción sobre el agua a usar para riego:

UNIDADES	NINGUNA	LIGERA A MODERADA	SEVERA
RAS 0-3 Y CE	>0.7	0.7-0.2	< 0.2
RAS 3-6 Y CE	>1.2	1.2-0.3	<0.3
RAS 6-12 Y CE	>1.9	1.9-0.5	<0.5
RAS 12-20 Y CE	>2.9	2.9-1.3	<1.3
RAS 20-40 Y CE	>5.0	5-2.9	<2.9

Teniendo en cuenta que el SAR equivale a 0,32, se tiene que el agua de riego requiere de ligera a moderada restricción.

Otro índice que se suele encontrar en los estudios de aguas, está referido al contenido de calcio que hay en éstas (°F). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$^{\circ}\text{F} = \frac{(\text{Ca}^{2+} \cdot 2.5) + (\text{Mg}^{2+} \cdot 4.12)}{10}$$

En la expresión las concentraciones de los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} (ambos expresados en mg/l). Sustituyendo en la expresión por los valores correspondientes se obtiene un valor de 16,03.

La clasificación del agua de riego según el resultado obtenido previamente se realizará siguiendo la tabla expuesta a continuación (Ros Orta. S, 2001):

TIPO DE AGUA	°F
Muy dulce	<7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

Por lo que nos encontramos frente a una situación de agua medianamente dulce.

1. ALCALINIDAD.

Los suelos alcalinos son suelos arcillosos con pH elevado (>9), estructura pobre y densa, baja capacidad de infiltración y lenta permeabilidad. Poseen a menudo una capa calcárea compacta a una profundidad de 0.5 - 1 m y son difíciles de cultivar. El intervalo óptimo de pH se encuentra entre 7 y 8. La media es de 8,1. Viene dada por el **SAR ajustado aplicando la fórmula escrita anteriormente, es: 0,863**

Con este valor de SAR ajustado, entrando en la siguiente tabla se obtiene que no hay riesgo de alcalinización.

	CALIFICACIÓN DEL AGUA
$\text{SAR}_{\text{aj}} \leq 6$	No hay riesgo de alcalinización.

$6 < SAR_{aj} < 9$	Moderado riesgo de alcalinización
$9 < SAR_{aj}$	Grave riesgo de alcalinización

1. TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA

Algunos iones producen efectos tóxicos en las plantas cuando éstas los absorben en excesiva cantidad. Los más peligrosos son: cloruro, sodio y boro.

En la siguiente tabla se indican las directrices para evaluar los problemas de toxicidad.

	unidad	ninguna	Ligera a moderada	severa
Sodio	Meq/litro	Menor de 3	Mayor de 3	Mayor de 9
Cloruro	Meq/litro	Menor de 3	Mayor de 3	Mayor de 10
Boro	Mg/litro	Menor de 0,7	0,7-3	Mayor de 3

Por lo que se puede ver con los resultados obtenidos, no hay ningún tipo de intoxicación de estos elementos en el agua de riego a usar.

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

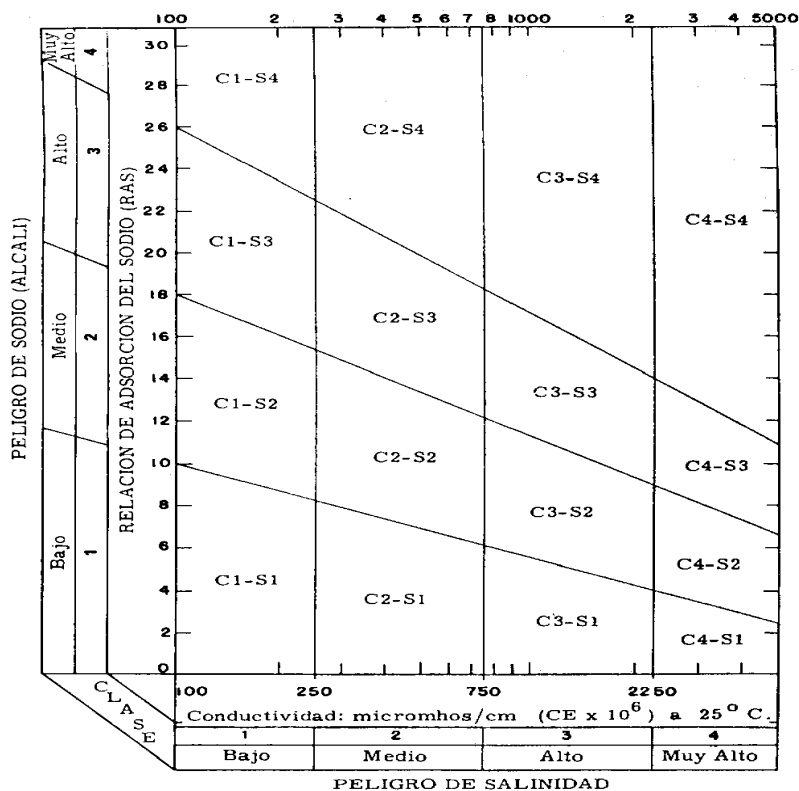
Son numerosos los criterios que se han utilizado para caracterizar la calidad de las aguas de riego. Nos referiremos aquí, solamente a los de mayor aceptación y se basan en la utilización combinada de alguno de los índices antes descritos.

NORMAS 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_iS_j , en la que los valores de C, son los correspondientes a la CE y los S, los del SAR. Los subíndices varían entre 1 y 4.

Si se entra en el siguiente diagrama con los valores de SAR (ajustado) = 0,863 y CE (a 25°C) = 427 micromhos/cm:



Normas de Riverside. Diagrama para la clasificación de aguas de riego. (U. S. Soil Salinity Laboratory).

Se obtiene una clase de agua C2-S1, que indica un riesgo medio de salinización del suelo pero muy bajo de alcalinización.

NORMAS H. GREENE.

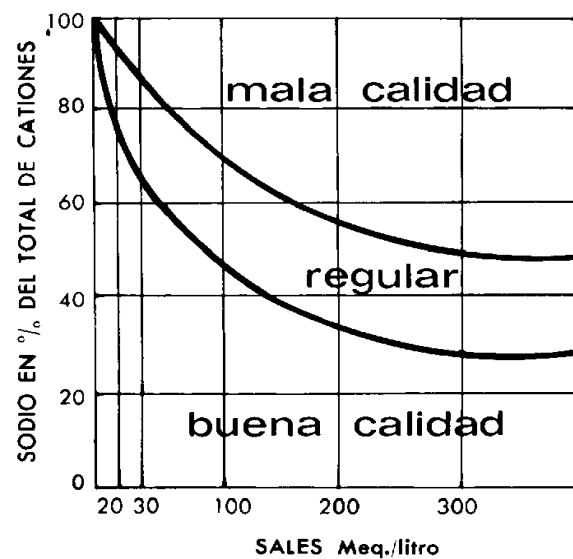
Esta norma clasifica el agua de riego según la cantidad de sodio expresado en porcentaje con respecto al total de cationes contenidos y la concentración total de sales (meq/l).

CATIONES	
	Meq/l
Calcio (Ca^{2+})	2,405
Magnesio(Mg^{2+})	0,797
Sodio(Na^+)	0,411
Potasio(K^+)	0,099

Entonces:

- $\% \text{Na} = 11,07 \%$.
- Concentración total (cationes+aniones) = $3,712 + 3,26 = 6,972 \text{ meq/l}$.

Con estos valores obtenidos se entra en el siguiente gráfico:



Como se puede ver, se obtiene como resultado un agua de buena calidad para el riego.

RECOMENDACIONES DE TAMÉS.

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

- **Riesgo de salinización.** Considera los sólidos disueltos en gramos/litro (g/l) o su equivalente en conductividad eléctrica.
- **Riesgo de alcalinización:** Considera dos índices:

a) **Índice de Eaton o carbonato sódico residual (CSR).**

Indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes de calcio, magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Se calcula a partir de los valores obtenidos en el análisis (meq/l):

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^{2-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

El criterio para caracterizar aguas de riego, según este índice es:

CSR	CRITERIO
< 1,25	BUENAS
$1,25 \leq CSR < 2,5$	DUDOSAS
$2,5 \leq CSR$	MALAS

Así pues, en este caso, $CSR = -1,224$. El agua es buena y utilizable para el riego.

b) Índice de Kelly o relación de calcio.

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

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

Sustituyendo con los valores correspondientes se obtienen un valor de la relación de calcio de 0,66.

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

De acuerdo con todo ello, los criterios para la clasificación propuesta por Tamés, son los siguientes:

	AGUAS POSITIVAMENTE BUENAS	AGUAS POSITIVAMENTE MALAS
SÓLIDOS DISUELTOS (g/l)	<0,5	>12
ÍNDICE DE EATON O CSR (meq/l)	<1,25	>2,5
RELACIÓN DE CALCIO (%).	>35	<35
CONTENIDO EN BORO (mg/l)	<0,33	>3,75

En nuestro caso las características del agua son:

- Sólidos disueltos = 248,058 mg/l = 0,248 g/l. Menor que 0,5 g/l
- Índice de Eaton o CSR = -1,224 meq/. Menor que 1,25 meq/l

- Relación de calcio = 66%. Mayor que 35 %.
- Contenido en boro = 0,0 meq/l.

Por lo tanto, el agua se considera como positivamente buena y apta para el riego.

CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

Con todo lo expuesto en este anejo, se llega a la conclusión de que este agua no causará ningún problema sobre el desarrollo de los cultivos ni sobre el suelo de la parcela, ya que cumple todos los requisitos mínimos de calidad.

Por lo tanto se puede decir, que el agua del Canal de Monegros es óptima y sin ningún tipo de limitación, con lo cual se aconseja el desarrollo del presente proyecto.

6- JUSTIFICACIÓN DE OPCIONES Y ELECCIÓN DE LA ÓPTIMA.

- JUSTIFICACIÓN DE LA CONVERSIÓN A REGADÍO.

La transformación a regadío de una parcela de secano, con posibilidades de desarrollo, queda siempre justificada; siempre y cuando se puedan obtener de ella una rentabilidad acorde con la inversión que se ha de efectuar; y que estará condicionada por los siguientes factores:

- Climatología.

La precipitación es el principal problema que nos lleva a la decisión de implantar el sistema de riego.

Observando las condiciones climatológicas de la zona se puede ver que la precipitación media anual es bastante escasa para el sustento de los cultivos. Este hecho, justifica por sí solo, la necesidad de implantar un sistema de riego para poder cultivar una amplia gama de cultivos, ya que exceptuando la escasa cantidad de lluvia que se produce en la zona objeto de este proyecto, el resto de los factores climatológicos son óptimos para el desarrollo y crecimiento de todo tipo de cultivos herbáceos extensivos .

- Rendimiento de la cosecha (producción).

Para obtener un máximo rendimiento de cosecha es fundamental un buen aporte hídrico, tanto en cantidad como en homogeneidad. Este aporte debe estar bien repartido a lo largo del ciclo vegetativo del cultivo para lograr una buena producción. El buen reparto del agua de riego y la homogeneidad a nivel de parcela va a estar condicionada por el sistema de riego que se elija, y de ello dependerá el rendimiento de la cosecha que se vaya a obtener de la parcela.

- FACTORES QUE CONDICIONAN EL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.

- Topografía y contorno de la parcela.

Nos encontramos ante una parcela con una extensión de 287 hectáreas, las cuales tienen un contorno bastante irregular. Las pendientes no son muy elevadas, ya que están en torno al 1% por lo que puede considerarse la parcela prácticamente llana en su extensión.

Por lo tanto no se va a presentar limitación alguna a la hora de realizar la elección del sistema de riego a implantar en la parcela ya que la escorrentía que se pudiera producir por elevadas pendientes es mínima.

- DISTRIBUCIONES PLANTEADAS DEL SISTEMA DE RIEGO.

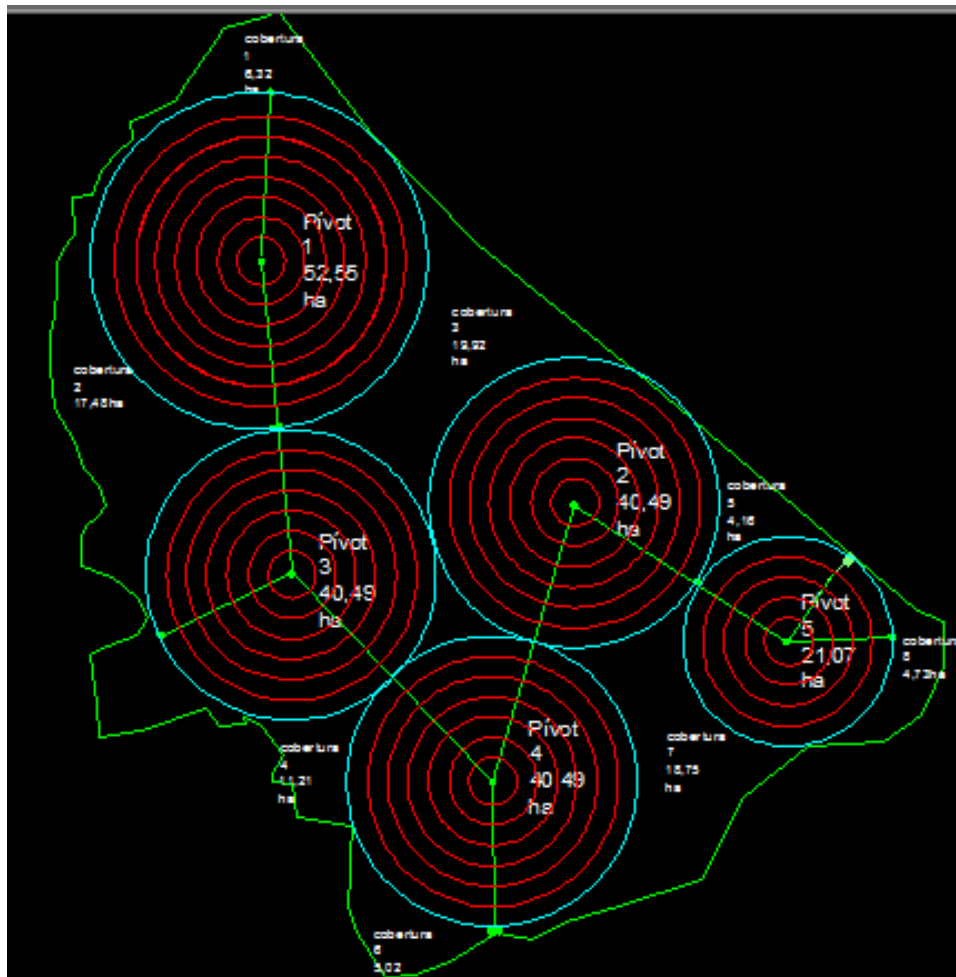
Se han pensado dos opciones para la distribución del riego en la parcela. Estas opciones se recogen en el anejo 8. De las planteadas en dicho anejo se opta por la opción 1, la cual se desarrolla a continuación.

- Opcion 1.

En esta opción se instalan 5 pívot, tres de los cuales tienen 359 metros de radio, (compuestos de 7 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarcan una superficie de aproximadamente 40,5 hectáreas cada uno. Otro pívot tiene un radio de 409 metros (compuesto por 8 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que

riega una superficie de 52,55 hectáreas. El último tiene 259 metros de radio, (compuesto de 5 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarca una superficie de aproximadamente 21,07 hectáreas.

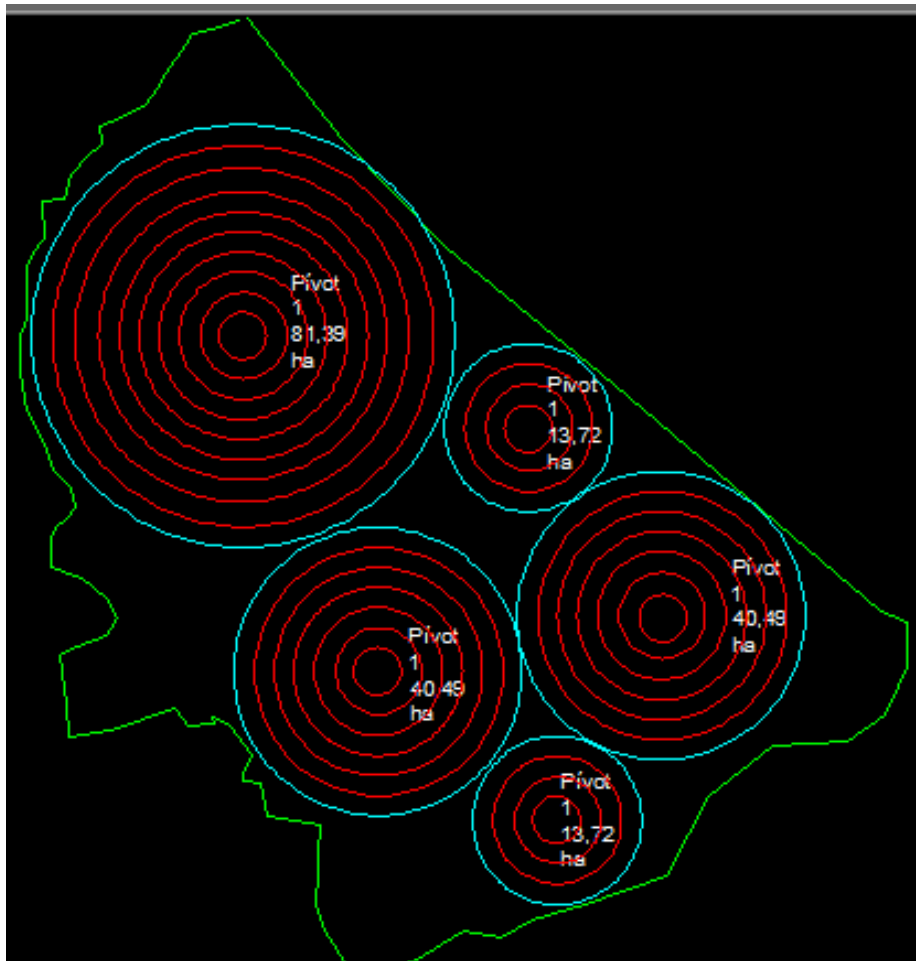
En el resto de la finca se adopta cobertura total enterrada, quedando la siguiente distribución:



4.2.- OPCION 2.

En esta opción se instalan 5 pívot, dos de los cuales tienen 359 metros de radio, (compuestos de 7 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarcan una superficie de aproximadamente 40,5 hectáreas cada uno. Otros dos pívot tiene un radio de 209 metros (compuesto por 4 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que riegan una superficie de 13,72 hectáreas. El último tiene 509 metros de radio, (compuesto de 10 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarca una superficie de aproximadamente 81,39 hectáreas.

En el resto de la finca se adopta cobertura total enterrada, quedando la siguiente distribución:



- Elección de la opción óptima.

-Valoración económica.

En este apartado se realiza un breve estudio económico para obtener la solución final.

Este estudio no pretende ser exhaustivo en las opciones escogidas y los precios usados son precios orientativos, aunque dan una idea bastante acertada de lo que supondría la elección de una opción u otra. Estos precios no incluyen el coste de la estación de bombeo y son los que actualmente circulan en el mercado del sector, se han obtenido de profesionales en la instalación de sistemas de regadío.

➤ **Opción 1.**

- 195,09 hectáreas con pívot a 1.600 €/Ha, dan un total de 312.144 €.
- Cobertura total de 87,59 hectáreas a 3.305 €/Ha, da la cantidad de 289.485 €.
 - Por lo tanto asciende a **601.629 €.**

➤ **Opción 2.**

- 189,81 hectáreas con pívot, a 1.600 €/Ha; da la cantidad de 303.696 €.
- Cobertura total de 97,19 hectáreas a 3.305 €/Ha, asciende a 321.213 €.
 - Por lo tanto asciende a **624.909 €.**

- Conclusión.

- Es la más económica de las dos ya que existe una diferencia de 23.280 €.
- El gran pívot de la opción 2 (el que cubre 81,39 ha) podría ser factible, pero le costaría mucho más tiempo dar un riego completo, que combinando los de la opción 1. Además necesitaría un caudal en toma elevado, lo que unido a las demás instalaciones incluidas en la opción, sería necesario un bombeo de caudal elevado llegando a aumentar considerablemente los costes.

Por lo tanto, tenidos en cuenta los condicionantes anteriormente expuestos, se llega a la conclusión de que la disposición del sistema de riego de la **opción 1** es la más adecuada para el conjunto de la finca y por lo tanto la que se decide adoptar para llevar a cabo la transformación a regadío de ésta.

7- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Se ha elegido la aspersión como sistema de riego, porque sus características técnicas hacen posible esta transformación. Las principales características que definen el riego por aspersión 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 satisfactoria que en riegos tradicionales.

Las características indicadas anteriormente son las ventajas del riego por aspersión, pero éste también presenta ciertos inconvenientes, los cuales son:

- 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 de viento elevadas.
- El coste elevado de implantación, que se ve compensado con un aumento de producción considerable.

- COBERTURA TOTAL ENTERRADA.

- 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 cual 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 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.

- 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.

Se opta por la distribución que tiene una distribución del marco en forma triangular, en donde los aspersores ocupan 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.

Para la distribución triangular la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la separación entre dos laterales contiguos será igualmente de 18 metros, lo que dará una red de triángulos equiláteros.

La causa por la que se toma este marco de colocación de los aspersores es principalmente por la uniformidad, y en segundo plano, por la adaptabilidad a la gran

mayoría de herramienta, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de tres metros.

- Elección del aspersor.

En función de todas las características técnicas del aspersor anteriormente descritas en el anejo 7, y teniendo en cuenta el aspecto económico, se definen los aspersores que se van a colocar.

- CARACTERÍSTICAS DE LOS ASPERSORES.

- Aspersor circular.

- Caudal emitido por el aspersor: **1976 L/h.**
- Presión nominal: **3 Kg/cm².**
- Boquilla aspersor: **3/16'' (4.76 mm)**
- Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32'' (2.38 mm).**
- Alcance: **14.5 m.**
- Velocidad rotación: **1.070 rpm.**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **81.76%**
- Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4.76\text{mm} / 30 \text{ mca} =$
0.1587.
- Índice de Poggi: $14.5 \text{ m} / 30 \text{ mca} =$ **0.4833.**
- Densidad de aspersión: **7.04 mm/ h**

- Aspersor sectorial:

- Caudal emitido por el aspersor: **1757 L/h.**
- Presión nominal: **3 Kg/cm².**
- Boquilla aspersor: **13/64'' (5.15 mm)**
- Alcance: **15.2 m.**
- Velocidad rotación: **0.54 rpm.**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **80.99%**
- Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 5.15 \text{ mm} / 30 \text{ mca} =$
0.1716.

- Índice de Poggi: $15.2 \text{ m} / 30 \text{ mca} = \mathbf{0.5066}$.
- Densidad de aspersión: **5.42 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".

- **MAQUINA PÍVOT.**

El pívot consiste en una tubería conectada a un eje de pivote, anclado este en el suelo de la parcela y sobre una base de hormigón. Los tramos de tubería están elevados unos 3.5 metros, y suspendidos por torres que distan entre si unos 50 metros. Dichas torres se apoyan en dos ruedas que son movidas por un motor, de 0.75 C.V. que está situado en el centro.

Mientras la maquinaria gira alrededor de su punto de pivote, el agua se inyecta a la tubería y se dispersa por medio de aspersores a lo largo de la máquina.

- **Ventajas e inconvenientes.**

A la hora de elegir el Pívot como sistema más apropiado para una finca, se han considerado las siguientes ventajas e inconvenientes:

- Tiene un bajo precio de instalación en superficies medias y grandes.
- Alto grado de automatización.
- Poca necesidad de mano de obra para su manejo.

- Permite realizar labores sin obstáculos.
- Presenta un bajo costo de mantenimiento.
- Deja esquinas sin regar, las cuales si se quieren regar se debe hacer por otro sistema.
- Precisa de grupos electrógenos para el movimiento de la maquinaria si no se dispone de electrificación en la finca.
- Tiene una alta pluviometría en los últimos tramos.
- Se atascan en terrenos fuertes, con lo que se hace necesario tomar las medidas correspondientes.

La elección del riego con pívot impone cambiar o adaptar, en parte y en algunos casos, los sistemas de cultivo.

- Características de la máquina pívot.

Se van a instalar tres tipos de máquina pívot en la parcela a transformar en el presente proyecto. Tendrán las siguientes características:

- Tres de ellas tendrán un radio de 359 metros, 7 tramos de 50 y un alero de 9 metros. Cubrirán aproximadamente 40,5 hectáreas cada una de ellas.
- Otra tendrá un radio de 409 metros, 8 tramos de 50 y un alero de 9 metros, cubriendo aproximadamente 52,55 hectáreas.
- Otra tendrá un radio de 259 metros, 5 tramos de 50 y un alero de 9 metros, cubriendo aproximadamente 21,07 hectáreas.

La tubería de las máquinas será de acero galvanizado, de un diámetro de 8 5/8" (203,4 mm), e irá colocada a una altura máxima de 3,5 metros, sobre torres autopropulsadas con estructura de acero igualmente galvanizado, por medio de motores eléctricos.

Los aspersores circulares:

- Presión nominal: 3 Kg/cm².

- Velocidad de rotación: 0,538 rpm.
- Alcance del aspersor: 14 m.

Cañón fin de tramo sectorial:

- Presión nominal: 3 Kg/cm².
- Velocidad de rotación: 0,538 rpm.
- Alcance del aspersor efectivo: 12 m.

La disposición de los mismos a lo largo de la máquina viene dada por el fabricante de la misma. El grupo generador estará junto a la base del pivot para evitar el soterramiento del cable y por lo tanto, el encarecimiento de la instalación, por tener que trasladarlo en caso distinto desde la caseta de controles hasta el pivote de la máquina, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se construirá una caseta junto a la base del pivot para resguardar el grupo generador, el filtro correspondiente y el sistema de inyección de fertilizantes.

8.- ROTACIÓN DE CULTIVOS.

La rotación de cultivos propuesta, tiene la finalidad de obtener rendimientos crecientes, alcanzar la máxima rentabilidad de la actividad agrícola que se ha de llevar a cabo. Así pues se necesita programar una alternativa y una rotación eficaz de cultivos.

La alternativa ha de presentar un carácter elástico, para poder reaccionar ante las fluctuaciones que se produzcan en el mercado en años venideros. Además ha de ser programada a largo plazo, no en cuanto al número de años, sino a la importancia de los cultivos.

- CULTIVOS PROPUESTOS PARA LA ROTACIÓN.

Los cultivos propuestos son aquellos que, por su gran extensión cultivada o que por su importancia económica, son cultivos de relevancia en la zona o que pueden llegar a adquirirla en breve tiempo, estos son la alfalfa, la cebada, el trigo, el maíz, el girasol y el guisante.

El hecho de que se reflejen estos cultivos en la rotación, no quiere decir que el propietario de la finca deba cumplir dicha rotación, sólo se propone una rotación que se aproxime lo más posible a lo que pueda realizar el propietario una vez comience a cultivar la finca.

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 (alternativa). Hay que combinar aquellos con altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes y que además aporten una importante cantidad de materia vegetal tras la cosecha, e incluso aporten al suelo macronutrientes esenciales, como es el caso de las leguminosas (alfalfa y guisante).

La superficie a cultivar se ha dividido en doce parcelas, las cuales se agrupan dando las siguientes hojas, que se ha intentado sean de una cabida similar:

La superficie a cultivar se ha dividido en las siguientes hojas intentando buscar aproximadamente una igualdad en tamaño de todas ellas:

- HOJA 1: Formada por el pívot-1 y coberturas 1 y 3. Con una superficie de 78,79 ha.
- HOJA 2: Formada por el pívot-3 y coberturas 2 y 4. Con una superficie de 69,18 ha.
- HOJA 3: Formada por los pívot 2 y 5 y coberturas 5 y 8. Con una superficie de 70,45 ha.
- HOJA 4: Formada por el pívot 4 y las coberturas 6 y 7. Con una superficie de 64,26 ha.

La duración de cada hoja será de 10 años.

9.- NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.

Se van a calcular las necesidades hídricas para calcular los sistemas de riego a diseñar, en este caso, riego por aspersión ; y para todo el periodo vegetativo de los cultivos de la rotación elegida.

Para conocer la cantidad de agua que hay que aportar, se hace necesario conocer las necesidades de la planta para que lleve a cabo su desarrollo, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento. Los datos han sido calculados en el anejo del estudio climático.

Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas (N_n), la eficiencia de aplicación del sistema (E_a), y las necesidades de lavado de sales (F_L). En la eficiencia de aplicación se incluyen las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escorrentía, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La eficiencia de aplicación del riego para sistemas fijos y sistemas con alas desplazables de riego por aspersión en climas semiáridos a áridos, como es nuestro caso, va a ser del 80% para el riego por aspersión.

Los resultados obtenidos de las necesidades son:

	Mes critico	Necesidades (mm/mes)	Días del mes critico	Necesidades (mm/día)
Cebada	Mayo	118,55	31	3,82
Trigo	Mayo	141,99	31	4,58
Maíz	Julio	247,19	31	7,97
Alfalfa	Julio	203,70	31	6,57
Girasol	Julio	228,88	31	7,38
Guisante	Mayo	143,37	31	4,62

- DIMENSIONADO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Para el dimensionado se toma el cultivo más exigente en el riego que es el maíz, que presenta una ET_c de 247,19 mm en el mes de julio, con una profundidad radicular media de 60 centímetros aproximadamente.

- Dosis máxima 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).

	CC(mm)	PM(mm)	h (m)	Da (Tm/m ³)	Dm (m ³ / Ha y riego)	Dm (mm/riego)
Cebada	19,14	10,18	0,8	1,27	910,34	91,03
Trigo	19,14	10,18	0,8	1,27	910,34	91,03
Maiz	19,14	10,18	0,6	1,27	682,75	68,28
Alfalfa	19,14	10,18	1,2	1,27	1365,50	136,55
Girasol	19,14	10,18	0,9	1,27	1024,12	102,41
Guisante	19,14	10,18	0,4	1,27	455,17	45,52

- Dosis útil de riego.

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido en humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua. Por ello para evitar reducción en los rendimientos de los cultivos interesa mantener siempre el contenido de humedad del suelo muy por encima del punto de marchitez, y eso obliga a regar con dosis más pequeñas que la dosis máxima y a hacerlo con una frecuencia elevada. Así se evita este descenso de rendimiento en los cultivos.

- Para cobertura total enterrada:

	a	D_m(m³/ Ha y riego)	D_u (m³/Ha y riego)
Cebada	0,3	910,34	273,10
Trigo	0,3	910,34	273,10
Maiz	0,3	682,75	204,83
Alfalfa	0,3	1365,50	409,5
Girasol	0,3	1024,12	307,24
Guisante	0,3	455,17	136,55

- Para máquinas pívot:

	a	D_m(m³/ Ha y riego)	D_u (m³/Ha y riego)
Cebada	0,2	910,34	182,07
Trigo	0,2	910,34	182,07
Maiz	0,2	682,75	136,55
Alfalfa	0,2	1365,50	273,1
Girasol	0,2	1024,12	204,83
Guisante	0,2	455,17	91,03

- Dosis real de riego.

El agua aplicada en el riego no se aprovecha en su totalidad, ya que existen pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía. Esta dosis debe ser suficiente para dejar disponible la dosis útil en la zona radicular y cubrir las pérdidas anteriormente citadas, además de compensar la falta de uniformidad en la aplicación del agua que sufren los sistemas de riego.

- Para cobertura total enterrada:

	a	D_u(m³/ Ha y riego)	Dr(m³/Ha y riego)
Cebada	0,8	273,10	341,38
Trigo	0,8	273,10	341,38
Maiz	0,8	204,83	256,04
Alfalfa	0,8	409,5	511,88
Girasol	0,8	307,24	384,05
Guisante	0,8	136,55	170,69

- Para máquinas pívot:

	a	D_u(m³/ Ha y riego)	Dr(m³/Ha y riego)
Cebada	0,8	182,07	227,59
Trigo	0,8	182,07	227,59
Maiz	0,8	136,55	170,69
Alfalfa	0,8	273,1	341,38
Girasol	0,8	204,83	256,04
Guisante	0,8	91,03	113,79

- Espaciamiento entre riegos. Periodo de riego.

El periodo de riego se define como: “*El tiempo que ha de transcurrir entre dos riegos consecutivos en una misma parcela*”. El periodo de riego resulta del cociente entre la dosis útil y las necesidades netas.

	Cobertura total	Pivot
Cebada	3	6
Trigo	5	5
Maíz	10	2
Alfalfa	4	4
Girasol	6	2
Guisante	10	2

- Duración del riego.

La duración del riego puede definirse como el tiempo que debe funcionar un aspersor para aportar al suelo la dosis real de riego.

	i (mm/h)	t_r (horas)	
Cebada	6,09	5,61	5 horas 37 min
Trigo	6,09	5,61	5 horas 37 min
Maiz	6,09	4,20	4 horas 12 min
Alfalfa	6,09	8,41	8 horas 25 min
Girasol	6,09	6,31	6 horas 19 min
Guisante	6,09	2,80	2 horas 48 min

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.

3.4.4.- CAUDAL A LA ENTRADA DE LAS COBERTURAS.

El caudal necesario en las coberturas se va a obtener dividiendo las necesidades netas del cultivo más exigente, 247,19 mm, y se va a dividir por la eficiencia de aplicación del sistema de riego (recordar que es del 80%) y dividido por el número de días del mes crítico para este cultivo (julio). Como se suponen 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, el caudal ficticio calculado no se podrá aplicar, ya que para ello se suponen hábiles todos los días del mes, así pues, este valor deberá aumentarse. De esta forma el caudal ficticio continuo es de **1,23 L/s y Ha.**

- CALCULO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN MEDIANTE MAQUINA PÍVOT

- Determinación del caudal a la entrada del pívot.

Debe calcularse para el mes de máximas necesidades del cultivo con mayores exigencias hídricas. Se recuerda que el cultivo con más exigencias es el maíz, que presenta unas necesidades netas de 247,19 mm/mes, en el mes de julio. Si se estima en un 80% la eficiencia de aplicación del agua, las necesidades reales son de 322,87 mm/mes.

Como en la parcela se instalan 3 tipos de máquinas pívot, se calculan los caudales necesarios a la entrada de cada máquina aplicando la expresión anterior. Se parte de que la jornada de riego es de 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, por lo que se obtiene un total de 558 horas de riego para satisfacer las necesidades netas del cultivo en el mes de máximas necesidades.

- Superficie: 52,55 Ha. $\rightarrow Q_o = \underline{\underline{84,46 \text{ l/s y ha}}}$
- Superficie: 40,49 Ha. $\rightarrow Q_o = \underline{\underline{65,07 \text{ l/s y ha}}}$
- Superficie: 21,07 Ha. $\rightarrow Q_o = \underline{\underline{33,87 \text{ l/s y ha}}}$

Con el fin de facilitar el manejo y evitar posibles problemas que pudieran surgir al utilizar diferentes tipos de tomas, se opta por considerar un caudal necesario a la entrada de todos los pivotes de **88 L/s.**

- Tiempos máximo y mínimo por revolución.

El tiempo necesario para que el lateral realice una revolución depende de la velocidad de desplazamiento calculada en el apartado anterior y de la longitud que debe recorrer.

Con el radio de la última torre, y conociendo las velocidades de avance se obtienen los tiempos máximo y mínimo que tardan en dar una revolución con los datos de velocidad mínima y máxima respectivamente:

- Para el pivót que riega una superficie de 52,55 Has.:

- Radio: 409 metros
- Velocidad máxima de avance: 2,5 m/min.
- Velocidad mínima de avance: 1,33 m/min.

$t_{max} = 1932,2 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{32,20 \text{ h/rev.}}}$

$t_{min} = 1027,93 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{17,13 \text{ h/rev.}}}$

- Para el pivót que riega una superficie de 40,49 Has.:

- Radio: 359 metros.
- Velocidad máxima de avance: 2,5 m/min.
- Velocidad mínima de avance: 1,67 m/min.

$t_{max} = 1350,7 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{22,51 \text{ h/rev.}}}$

$t_{min} = 902,27 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{15,04 \text{ h/rev.}}}$

- Para el pivót que riega una superficie de 21,07 Has.:

- Radio: 259 metros
- Velocidad máxima de avance: 2,5 m/min.
- Velocidad mínima de avance: 2,22 m/min.

$T_{max} = 733,04 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{12,22 \text{ h/rev.}}}$

$T_{min} = 650,94 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{10,85 \text{ h/rev.}}}$

- Calculo de la dosis util máxima y minima de riego.

La dosis útil de riego se calcula aplicando el 80% de la eficiencia de aplicación a la dosis real de riego calculada en el apartado anterior, para posteriormente poder calcular el espaciamiento entre riegos:

- Para el pívot que riega una superficie de 52,55 Has.:

$$D_{\text{max}} = 19,41 \times 0,8 = \underline{\underline{15,53 \text{ mm/riego.}}}$$

$$D_{\text{min}} = 10,33 \times 0,8 = \underline{\underline{8,26 \text{ mm/riego.}}}$$

- Para el pívot que riega una superficie de 40,49 Has.:

$$D_{\text{max}} = 17,61 \times 0,8 = \underline{\underline{14,09 \text{ mm/riego.}}}$$

$$D_{\text{min}} = 11,77 \times 0,8 = \underline{\underline{9,42 \text{ mm/riego.}}}$$

- Para el pívot que riega una superficie de 21,07 Has.:

$$D_{\text{max}} = 18,37 \times 0,8 = \underline{\underline{14,7 \text{ mm/riego}}}$$

$$D_{\text{min}} = 16,31 \times 0,8 = \underline{\underline{13,05 \text{ mm/riego}}}$$

10.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.

El proceso de cálculo que se ha seguido ha sido el siguiente: Primero se calculan las pérdidas de carga que tienen lugar en el último lateral de riego de cada módulo para así conocer las pérdidas admisibles que puede tener la tubería terciaria del módulo. Segundo se calcula la pérdida de carga unitaria o pendiente hidráulica para posteriormente conocer las pérdidas admisibles en cada tramo de tubería que componen la terciaria. Una vez determinadas estas pérdidas de carga se han calculado las pérdidas de la red secundaria hasta llegar al edificio de control que es donde se regulan las presiones.

- JUSTIFICACIÓN DE TOMAS INSTALADAS EN LA PARCELA.

A partir del caudal ficticio continuo y de las superficies de cada parcela a regar, se procede al cálculo del caudal necesario para cada parcela, y en función de este se elige la toma necesaria.

A continuación se procede al cálculo del caudal necesario para cada parcela, y en función de este se elige la toma necesaria.

Parcela	Superficie (Has.)	Tipo de riego	Caudal necesario (L/s)	Toma (L/s)
P1	52,55	PÍVOT	84,46	88
P2	40,49	PÍVOT	65,07	67
P3	40,49	PÍVOT	65,07	67
P4	40,49	PÍVOT	65,07	67
P5	21,07	PÍVOT	33,87	38
C1	6,32	COBERTURA	7,77	10
C2	17,48	COBERTURA	21,50	25
C3	19,92	COBERTURA	24,50	25
C4	11,21	COBERTURA	13,79	15
C5	4,16	COBERTURA	5,12	10
C6	5,02	COBERTURA	6,17	10
C7	18,75	COBERTURA	23,06	25
C8	4,73	COBERTURA	5,82	10

- DIVISION DE LAS PARCELAS EN SECTORES O MODULOS DE RIEGO.

Parcela	Tipo de riego	Número de módulos
P1	PÍVOT	1
P2	PÍVOT	1
P3	PÍVOT	1
P4	PÍVOT	1
P5	PÍVOT	1
C1	COBERTURA	6
C2	COBERTURA	16
C3	COBERTURA	8
C4	COBERTURA	5
C5	COBERTURA	8
C6	COBERTURA	6
C7	COBERTURA	9
C8	COBERTURA	5

Una vez conocido el número de módulos de cada parcela, es conveniente denominarlos de alguna forma para los posteriores cálculos de pérdidas de carga como de dimensionado, de esta forma para la nomenclatura de los módulos será de la forma general:

C1/1.2

Donde:

- **C1:** Es el indicativo de la parcela, indicando de que parcela se trata.
- **1.2:** indica el número de módulo dentro de la parcela, donde el 1 indicaría el modulo 1 y el segundo número indicaría si se trata de un módulo único o éste tiene algún submódulo.

- TRAZADO DE LA RED DE RIEGO.

Para la distribución de agua a las tomas de riego de cada módulo o sector se han trazado las tuberías intentando mantener las válvulas alineadas y evitando cuando ha sido posible el tener que cruzar las parcelas.

Las derivaciones se han intentado que fueran de ángulos aproximados a 120° entre sí, con el fin de minimizar la longitud de las tuberías a colocar.

Con objeto de facilitar y de que el coste de las labores de mantenimiento y conservación durante la explotación de la instalación sea mínimo, la red se ha trazado siguiendo en lo posible el camino que la atraviesa, así como los linderos entre las parcelas que componen la finca. De esta forma se establece una red ramificada de tuberías a presión que abastece a todas las tomas de riego instaladas en la parcela.

- TIMBRADO DE LAS TUBERÍAS.

La presión mínima necesaria en la red para el correcto funcionamiento del sistema es de 50 mca (5 atm). De esta forma se colocarán tuberías de Presión Nominal de 6 atm. (0,6 MPa) para el funcionamiento adecuado de la red de riego

- UNIONES.

Todas las series comerciales de tubería de PVC disponen de tres tipos de unión, junta elástica, adhesivo y unión roscada. En este caso se decide optar por la unión mediante junta elástica y encolada.

Las tuberías de Polietileno deberán ser unidas mediante soldadura por termofusión o por accesorios de ajuste mecánico. En caso de utilizar accesorios o uniones con junta elástica sin resistencia axial, debido al alto coeficiente de dilatación de la tubería, deberá preverse que no pueda producirse desacople de la unión.

- SOBREPRESIONES EN LA RED DE RIEGO.

La presión de servicio de las tuberías debe resistir la presión estática de la red más las sobrepresiones que se originen. Éstas se producen principalmente por las siguientes causas:

- Cierre de válvulas de mariposa que aíslan los ramales.
- Cierre de un hidrante.
- Acumulación de aire en la red.
- Llenado de la red.

- CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.

Una vez determinados los caudales de diseño de la red de riego se procede al cálculo hidráulico de la misma. En primer lugar se fija la velocidad del agua circulante por las tuberías en 2 m/s obteniendo de esta forma un diámetro de predimensionado mediante la ecuación de continuidad. Con este diámetro se elige el diámetro comercial de la tubería cuyo diámetro interior se ajuste al obtenido en el predimensionado. A partir de aquí se calculan las pérdidas de carga por rozamiento continuo en la tubería.

-MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO.

Para el cálculo de la pérdidas de carga en la tubería por rozamiento continuo se utiliza la fórmula general propuesta por Darcy-Weisbach, que responde a la siguiente expresión:

$$h_r = J \times L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- **h_r** : Pérdidas de carga por rozamiento continuo, en mca.
- **J** : Pérdida de carga unitaria, en m/m.
- **L** : Longitud de la conducción, en m.
- **f** : Factor de fricción.
- **v** : Velocidad del fluido dentro de la tubería, en m/s.
- **D** : Diámetro interior de la conducción, en m.
- **g** : Aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

- Pérdidas de carga accidentales o singulares

Los elementos singulares dispuestos a lo largo de la red de distribución de agua provocan también una pérdida de carga en la conducción.

Ésta se denomina pérdida de carga singular (h_s), para su cálculo se ha mayorado la pérdida de carga por rozamiento en un 10%.

- Cálculo de las pérdidas de carga en laterales de riego y en tuberías terciarias.

- CALCULO EN LOS MODULOS DE LA COBERTURA TOTAL ENTERRADA.

Los módulos pertenecen a un sistema fijo de cobertura total enterrada, y su dimensionado debe hacerse siguiendo la regla de Christiansen a todo el conjunto de tuberías que funcionan simultáneamente. Esta regla 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 (terciaria), que 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 1 ó 2 en cada extremo, pudiendo llegar hasta 5 en total en el caso más desfavorable). Algún módulo, está realizado en su totalidad mediante tuberías de PVC y sobre ellas se colocan los aspersores. Este método se ha adoptado porque permite una mejor instalación de la cobertura para la resolución de los módulos que caen en esquinas o módulos que por su longitud el sistema de inyección de polietileno resulta inviable.

Así pues las presiones necesarias al principio de los módulos se recogen en la siguiente tabla resumen:

MODULO	Nº ASPERSORES	CAUDAL (L/h)	PRESION NECESARIA (mca)
C1.1	18	35.568	34,35
C1.2	27	53.352	34,41
C1.3	24	47.424	33,45
C1.4	12	23.712	33,03
C1.5	33	65.208	34,7
C1.6	11	21.736	32,81
C2.1	40	79.040	35,7
C2.2	50	98.800	35,45
C2.3	24	47.424	36,51
C2.4	10	19.760	33,01
C2.5	7	13.832	33,40
C2.6	11	21.736	33,8
C2.7	16	31.616	33,82
C2.8	19	37.544	32,26
C2.9	24	47.424	34,35
C2.10	32	63.232	34,24
C2.11	28	55.328	33,23
C2.12	26	51.376	34,11
C2.13	18	35.568	33,00
C2.14	21	41.496	34,84
C2.15	25	49.400	32,31
C2.16	11	21.736	32,22
C3.1	16	31.616	33,98
C3.2	37	73.112	35,36
C3.3	39	77.064	34,30
C3.4	48	94.848	36,51
C3.5	23	45.448	35,06

C3.6	32	63.232	35,40
C3.7	42	82.992	34,25
C3.8	50	98.800	35,51
C4.1	25	49.400	36,97
C4.2	38	75.088	35,83
C4.3	27	53.352	34,42
C4.4	38	75.088	33,8
C4.5	17	33.592	38,94
C5.1	23	45.448	35,03
C5.2	21	41.496	34,68
C5.3	22	43.472	34,68
C5.4	22	43.472	34,68
C5.5	21	41.496	33,43
C5.6	23	45.448	34,11
C5.7	24	47.424	35,18
C5.8	23	45.448	35,17
C6.1	23	45.448	34,70
C6.2	23	45.448	35,01
C6.3	23	45.448	34,84
C6.4	21	41.496	34,50
C6.5	23	45.448	34,98
C6.6	20	39.520	34,66
C7.1	45	88.920	34,99
C7.2	43	84.968	35,69
C7.3	44	86.944	35,91
C7.4	45	88.920	34,17
C7.5	45	88.920	35,54
C7.6	42	82.992	34,60
C7.7	44	86.944	34,65
C7.8	43	84.968	35,04
C7.9	44	86.944	35,47
C8.1	11	21.736	34,87
C8.2	23	45.448	35,66

C8.3	17	33.592	34,45
C8.4	34	67.184	35,76
C8.5	29	57.304	34,16

- Presión necesaria a la entrada de las máquinas pivot.

La presión necesaria resulta de:

- PIVOT 1: 39,3 mca

- PIVOT 2, 3 y 4: 39,4 mca

- PIVOT 5: 36,46 mca

- Pérdidas de carga en secundarias y primarias.

El cálculo de las tuberías secundarias y primarias se realiza a partir del dato conocido de: presión necesaria a la entrada de un sector o módulo de riego, tanto para el riego localizado como para el riego aspersión. Tras el cálculo se obtienen los datos de presión inicial y final en cada tramo los cuales se representan en el anejo 10.

- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

La instalación de una red fija de tuberías en un riego por aspersión conlleva un movimiento de tierra. 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.

Los metros totales de PEBD Ø32 inyectados, son 28.494 metros; y los metros cúbicos que se han excavado de zanja en toda la finca, y son 8248,4 m³.

11.- ELEMENTOS SINGULARES.

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 y la evacuación de aire.

- TOMAS DE RIEGO.

La conexión de la red general fija con el sistema de riego utilizado en la parcela se realiza mediante tomas de riego. La presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema es de 40 m.c.a.

La toma de riego tipo que abastece a cada parcela está compuesta por:

- Válvula hidráulica, la cual consta de:
 - Regulador mecánico de presión
 - Limitador mecánico de caudal
 - Contador o caudalímetro incorporado.
- Carrete de ajuste
- Válvula de mariposa

El diámetro de la válvula elegida para cada tipo de toma es:

Tomas de 10 y 15 L/s \Rightarrow válvula de 3"

Toma de 25 L/s \Rightarrow válvula de 4"

Toma de 38 L/s \Rightarrow válvula de 6"

Tomas de 67 y 88 L/s \Rightarrow válvula de 8"

- VÁLVULAS.

Las diferentes válvulas que componen la red de riego son: de esfera, hidráulicas, de retención, de ventosa, las diferentes pérdidas de carga ocasionadas en cada caso se reflejan en el anejo 11.

- DESAGÜES.

- 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 y a la salida de la estación de bombeo. Así se permite el vaciado y limpiado de la tubería mediante el escape violento de agua a través de estas válvulas.

- DESAGÜES FIN DE TRAMO.

Al final de cada tramo de la tubería terciaria de cada módulo se colocará un desagüe. 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.

- 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°.

- 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.

- PIEZAS DE DERIVACIÓN.

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en “T” e “Y” y cruces, dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

- ANCLAJES.

Se utilizan para evitar el desplazamientos de las tuberías, así como en los tramos con pendiente elevada, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción.

12.- BOMBEO.

Una vez determinado el volumen diario que se hace necesario para el llenado del embalse, se hace necesario conocer el caudal que debe impulsar cada grupo motobomba. Para ello se decide instalar cuatro grupos electrobombas.

Partiendo de las tomas instaladas en todas las parcelas en las que se ha dividido la finca y con la intención de poder realizar un control de riego más flexible, se llega a la conclusión de que se hacen necesarias los siguientes grupos de bombeo:

- 2 bombas capaces de bombear 35 L/s ($72 \text{ m}^3/\text{h}$).
- 2 bombas capaces de bombear 70 L/s cada una ($108 \text{ m}^3/\text{h}$).
- 2 bombas capaces de bombear 90 L/s ($270 \text{ m}^3/\text{h}$).
- 2 bombas capaces de bombear 200 L/s cada una ($720 \text{ m}^3/\text{h}$).

- ELECCIÓN DE LAS BOMBAS COMERCIALES.

Conociendo el caudal que debe bombear cada uno de los grupos de bombeo y a presión que deben dejar a la salida de bomba (50 mca) se calculan las potencias de accionamiento de estos.

Antes de calcular las potencias se hace una preselección en catálogo de las bombas pertinentes (bombas monocelulares ZEDA). Según el caudal que queremos impulsar y la altura de bombeo.

Caudal (L/s)	Caudal (m³/h)	Modelo	Diámetro rodete (mm)	Rendimiento (%)	Régimen de revoluciones (rpm)
35	126	ZN-100/315	190	63	1740
70	252	ZN-100/200	190	65	3480
90	324	ZN-100/200	200	78	3480
200	720	ZN-250/410	210	76	1740

- POTENCIA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.

En la tabla a continuación se expone la potencia necesaria para el grupo electrobomba:

Bomba	35 L/s	70 L/s	90 L/s	200 L/s
Nbomba (CV)	50	50	60	70
Nbomba(KVa)	84,92	84,92	101,90	118,88

.- CÁLCULO DEL TIEMPO DE PARADA DE LA BOMBA.

Según la expresión de E. Mendiluce se define el tiempo de parada de la bomba como:

$$T = \frac{2 \cdot 60 \cdot 1,5}{9,81 \cdot 50} + 1 = 1,37 \text{ segundos.}$$

- CÁLCULO DE LA CELERIDAD DE LA ONDA Y DE LA LONGITUD CRÍTICA.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 33,3 \cdot \frac{452,2}{23,9}}} = 380,11 \text{ m/s}$$

La longitud crítica de la onda viene dada por la siguiente expresión:

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2} = \frac{380,11 \text{ m/s} \cdot 1,37 \text{ s}}{2} = 260,37 \text{ m}$$

Se trata pues de una impulsión corta, ya que la longitud de la impulsión es menor que la longitud crítica.

- CÁLCULO DE LA SOBREPRESIÓN DEBIDA AL GOLPE DE ARIETE.

Con lo que la presión máxima que se produzca en la tubería cuando se paren las bombas será:

$$P_{\max} = H + \Delta H = 6 + 13,39 = \underline{\underline{19,39 \text{ m.c.a.}}}$$

.- ELECCION DEL TIMBRAJE.

Disponiendo de un timbraje de 0,6 MPa sería suficiente para que no hubiera problemas de fisuración causados por un exceso de presión.

- FILTRADO DEL AGUA BOMBEADA.

El primer filtrado que se produce se realiza en la propia arqueta de salida de agua del canal hacia la estación de bombeo. Al disponerse las bombas en paralelo se disponen dos baterías de filtros de anillas de 6 elementos de 4" (una para cada colector de salida de las bombas). La capacidad de filtrado de estas baterías es de 800 m³/hora (se necesitan filtrar 1440 m³/h).

Los filtros utilizados tienen una instalación en línea para el funcionamiento permanente y dotado de un mecanismo automático de limpieza.

La presión máxima de trabajo es de 10 bar, la superficie de filtrado es de 26400 cm² y el peso de cada batería es de 610 Kg.

- CALCULO DE LOS DEPOSITOS DE FERTILIZANTE DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Conociendo la dosis de fertilizante a aplicar por hectárea (313,43 Kg/Ha) y la superficie de cada parcela, se estima la cantidad de fertilizante que se hace necesario y por consiguiente el volumen o volúmenes de los depósitos para la cobertura total enterrada. De esta forma:

	Superficie (Ha)	Volumen necesario (L)
Cobertura 1	6,32	1980,88
Cobertura 2	17,48	5478,8
Cobertura 3	19,92	6086,81
Cobertura 4	11,21	3513,55
Cobertura 5	4,16	1303,87
Cobertura 6	5,02	1573,42
Cobertura 7	18,75	5876,81
Cobertura 8	4,73	1482,52

De la misma manera, se calculan los volúmenes de los depósitos para las parcelas en las que se encuentran los pivot, así resulta:

	Superficie (Ha)	Volumen necesario (L)
Pivot 1	52,55	16470,75
Pivot 2	40,49	12690,78
Pivot 3	40,49	12690,78
Pivot 4	40,49	12690,78
Pivot 5	21,07	6603,97

El volumen total de todos los filtros de las coberturas y de los pivot es de 88443,72 litros. Pero se parte de que toda la finca no estará dedicada a un solo cultivo y por lo

tanto no hace falta colocar depósitos por el volumen indicado anteriormente sino que al haber distintos cultivos en los cuales las épocas de fertilización varían, se deciden colocar cuatro depósitos de 20.000 litros, así de esta forma se aseguran cubiertas las posibles demandas.

- PROGRAMADOR DE RIEGO.

El programador de riego que se ha elegido permite realizar el control total de la red de riego activando de forma automática cada uno de los módulos de riego, ya sea en base volumétrica o temporal. También puede controlar la fertilización, apertura y cierre de los hidrantes.

- PANELES SOLARES.

Los programadores de riego están alimentados por una batería cargada de energía solar, recogida en unos paneles solares que se calculan a continuación:

Datos:

- Potencia consumida por 1 programador: **80 W.**
- Potencia total: **160 W**
- Tensión: **12 V DC.**
- Tiempo de actuación total: **1 h/día.**

El consumo es, por lo tanto, de:

$$\text{CONSUMO} = (160 \text{ W} / 12 \text{ V}) \times 1 \text{ h/día} = 13,33 \text{ Ah/día.}$$

$$\text{CONSUMO CORREGIDO} = 13,33 \text{ Ah/día} \times 1,2 = 16 \text{ Ah/día.}$$

$$\text{HORAS SOL PICO en Sariñena} = 3,12 \text{ hsp.}$$

El modelo de módulo solar fotovoltaico más pequeño tiene como características 43 W pico y 2,69 A, por tanto, el número de módulos se calcula como el cociente de: consumo/producción:

$$\text{Módulos} = \frac{16 \text{ A h/día}}{(3,12 \text{ hsp} \times 2,69 \text{ A})} = 1,91 \text{ módulos}$$

De esta forma **se instalarán dos módulos solares fotovoltaicos.**

- ESTRUCTURA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.

Se trata de una nave de planta cuadrada cuyas dimensiones son las siguientes:

- Altura máxima sobre nivel del suelo de la nave: 6 m.
- Altura mínima sobre nivel del suelo de la nave: 5 m.
- Altura foso para las bombas: 4 m.
- Longitud de la nave: 7 m.
- Anchura de la nave: 7 m.
- Separación entre correas: 1,4 m.

- Correas de cubierta.

Se adoptan como correas de cubierta 6 perfiles IPE-140, separados entre sí 1,4 metros.

- Pilares.

Los pilares a colocar son encofrados de hormigón armado de 25 MPa de resistencia (tipo HA-25/B/20/IIa con armaduras B-500S, tienen una altura de 6 m y 5 m van empotrados en un muro o zapata corrida, de un metro de altura sobre el nivel del suelo, que rodea la estación de bombeo a modo de protección de posibles avenidas del río Alcanadre. Dicho muro es la prolongación del foso de bombas, y están sujetos a él mediante vainas de acero. Las dimensiones de estos pilares serán de 35x35 cm y se colocan 2 pilares de 5 m. en la parte más alta del edificio, y otros dos de 4 metros en la parte más baja del mismo. El armado de estos pilares consiste en una armadura de montaje compuesta por 4 \varnothing 16 y estribos \varnothing 8 cada 14 cm.

- Riostras de unión.

La unión entre los pilares se realiza mediante riostras de hormigón armado y armaduras del mismo tipo que el de los pilares, las riostras se colocan en la cabeza del pilar sirviendo de apoyo a las correas de cubierta. Las cuales irán soldadas a unas platabandas unidas al zuncho en su construcción. Las dimensiones de las riostras serán iguales al espesor del cerramiento, es decir, 20x20 cm.

- DIMENSIONADO DEL MURO DEL FOSO DE BOMBAS.

El foso que alberga la instalación de bombeo está constituido por paredes y solera de hormigón armado. Dentro del mismo se encuentra la cámara de carga, formada también por paredes de hormigón armado unidas a la solera del foso y a las paredes del mismo foso, dado que se encuentra en la esquina superior izquierda de esta. Al interior de la sala de bombas se accede mediante escaleras metálicas tal y como se indica en el plano correspondiente.

El muro tendrá las siguientes dimensiones

- Altura del muro (H): **4 m.**
- Canto de cimentación: $0,15 \times H = \mathbf{0,6 \text{ m}}$
- Longitud de la puntera: $0,5 \times H = \mathbf{2 \text{ m}}$
- Ancho coronación: $0,1 \times H = \mathbf{0,4 \text{ m}}$

Los resultados de las distintas comprobaciones y armados se recogen en el anejo 18.

DIMENSIONADO DEL DEPÓSITO QUE CONSTITUYE LA CÁMARA DE CARGA.

Para el abastecimiento de las bombas se dispone una cámara de carga que será un depósito de hormigón armado cuyas dimensiones son 1,6 m de ancho; 5 m de largo y 4m de altura.

En sus paredes irán alojadas las tuberías de aspiración de las bombas tal como se indica en el plano. Deberá conseguirse la estanqueidad de estas uniones mediante juntas con el fin de que no existan filtraciones que puedan perjudicar al edificio.

Se adopta como espesor uniforme de las paredes el valor de $0,1 \times H$, siendo H la altura del muro. Como solera se utiliza la construida para el foso de bombas con un espesor de 40 cm.

Para determinar la armadura necesaria en cada placa del depósito se hace por el método de la cuantía geométrica mínima. Para la armadura vertical se disponen 8 $\varnothing 12$ por metro lineal de muro en cada cara, separados entre si 12,5 cm; para la armadura horizontal se dispone la misma armadura que la vertical.

En el caso de ser necesario el vaciado de la cámara de carga se dispondrá de una motobomba que desaguará en el mismo río.

- VIGA CARRIL DEL PUENTE GRUA.

Para el montaje, desmontaje y mantenimiento de la instalación de bombeo se instalará una viga carril dispuesta a lo largo del eje que una las tres bombas. Se adopta una viga carril capaz de soportar las solicitaciones generadas por un puente grúa capaz de levantar 1000 Kg, esta viga adoptada está formada por un perfil IPN-160 y un UPN-120. Tendrá una longitud de 7 m.

- MACIZOS DE ANCLAJE.

Dentro del foso de bombas se dispondrán macizos de anclaje en los puntos en los que se prevé se pueden producir desplazamientos de la tubería de impulsión. El hormigón armado utilizado en estos elementos será del tipo HA-25/B/20/IIa. La localización y sus dimensiones se especifican en los planos de detalle correspondientes.

- CERRAMIENTOS.

El cerramiento de la estación de bombeo se ejecutará en fábrica de bloque de hormigón de 20 x 20 x 40 cm. Se colocan ventanas para la refrigeración de los grupos motobombas. Las dimensiones de estas y la puerta aparecen en los planos de detalle.

Además los cerramientos exteriores se enfoscarán con mortero de cemento 1:3 y en el interior se utilizará pintura al blanca al temple.

- SOLERA.

En el interior del edificio se dispondrá una solera de hormigón en masa H-20/B/20/I, de $f_{ck} = 20$ MPa, de 20 cm de espesor mínimo.

- ZAPATA CORRIDA.

Las dimensiones de la zapata corrida son $40 \times 40 \text{ cm}^2$, el hormigón utilizado es el que se ha usado tanto en pilares, como en la cámara de carga, etc.

- CAPTACIÓN DE AGUA DEL CANAL DE MONEGROS.

La captación del agua del canal de Monegros hasta la cámara de carga de la estación de bombeo se realiza mediante una arqueta instalada en la base de este, una tubería de acero inoxidable 1,2 m de longitud, $D = 500$ mm. comandada por una llave de mariposa del mismo diámetro, pasa el agua a un foso de decantación, y posteriormente atraviesa un filtro rotativo de 3 m. de diámetro accionado por medio de una motor de 1,5 CV, para entrar en la cámara de carga donde ceba las bombas por su peso, por lo que estas trabajan en carga. Los elementos de entrada y tratamiento del agua se encuentran en un foso construido en hormigón armado de 25 MPa con armaduras B-500S. De dimensiones 4x4 metros, y una profundidad de 5 metros, se encuentra entre el muro de protección y la estación de bombeo.

El muro de protección tiene unas dimensiones de unos 15m. de longitud por 6 m. de altura y 0,5 metros de espesor, construido en hormigón armado HA-25/B/20/IIa con armaduras de acero B-500S. La toma se hace mediante un depósito de hormigón armado con paredes de 30 cm de espesor y mallas electrosoldadas de acero B-500S formadas por redondos de $\varnothing 8$ mm en cuadrados de 15x15 cm. La solera de este depósito en el que se toma el agua se encuentra 1m por debajo de la solera del río. Levantando 0,9 metros por encima de la solera, en la parte superior se colocará una reja conformada por barras de acero inoxidable para evitar la entrada de elementos extraños.

13.-ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se analizan varias variables económicas que reflejarán si la inversión es rentable.

Así de esta forma se va a calcular el VAN o Valor Actual Neto y el TIR o Tasa Interna de Rentabilidad. Los dos primeros son indicadores de rentabilidad absoluta y el tercero es un indicador de rentabilidad relativa.

El VAN dice que una inversión es rentable y viable cuando es mayor de cero. El TIR es el tipo de interés que hace el VAN de una inversión igual a cero, da las unidades monetarias que se ganan por cada unidad monetaria invertida y año.

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

- CONSIDERACIONES PREVIAS.

El presupuesto total de la inversión asciende a un total de 1.304.849 €, lo que supone la suma sin IVA de los presupuestos de ejecución material y del de seguridad y salud.

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.

El flujo destruido es de 32.170,83 €. El coste de la mano de obra no se tiene en cuenta, ya que la explotación en principio se establece que va a ser dirigida y trabajada por el propietario y por su familia. Se estima que el coste de la mano de obra eventual que pueda necesitarse en distintos momentos de la campaña es de 7.200 €, incluyéndose las cargas sociales.

Se estima una vida útil de la instalación de 25 años.

En un principio no se establece ningún tipo de ayudas a la conversión a regadío de la finca, aunque el decreto 48/2001 de la Diputación General de Aragón establece ayudas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón para obras de creación y mejora de infraestructuras agrarias de regadío, subvencionando con un 40% de la inversión a realizar. Como en este momento por diversas razones esta ayuda se encuentra “congelada” se realiza el estudio considerando que se obtiene un crédito de tres millones y medio de euros a 25 años a un tipo de interés del 4,5%.

Con lo expuesto anteriormente se realiza el estudio de rentabilidad económica.

- ESTUDIO DE RENTABILIDAD.

Por medio de una hoja de cálculo se calcula los flujos de caja que se originan cada año, teniendo en cuenta los cobros, como los pagos que se originan de la explotación.

A partir de los flujos de caja calculados en el apartado anterior se han calculado los índices de rentabilidad que se exponen a continuación:

- Valor Actual Neto (VAN): **1.135.985,94 €**
- Tasa Interna de Rentabilidad: **31,42%**

- CONCLUSIONES.

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.

Téngase en cuenta que aunque la inversión resulte rentable desde el punto de vista de estos índices, afrontarla sin ninguna ayuda por parte de la Administración es prácticamente inviable.

Para este estudio de rentabilidad se ha considerado la rotación de cultivos expuesta en el anejo 6, pero se podría recurrir a cultivar los primeros años cultivos que sean más rentables que otros (alfalfa, maíz) en toda la extensión de la parcela.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos se puede concluir que la inversión es rentable.

14.-BIBLIOGRAFÍA

-Curso de riego para regantes. José Luis Fuentes Yagüe. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Ediciones Mundi-Prensa.

-El riego por aspersión y su tecnología. J.M Tarjuelo Martín- Benito. Ediciones Mundi-Prensa. 2º edición.

-Ingeniería del agua, vol. 16, nº 3, septiembre 2009.



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

TITULO

Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.

AUTOR: **CARMEN PORTERO BALAGUER**

ENSEÑANZA: **INGENIERÍA AGRÓNOMA**

DIRECTOR/ES: **JESÚS GUILLÉN TORRES**

FECHA: **NOVIEMBRE 2012.**

DOCUMENTO 2: ANEJOS A LA MEMORIA.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO
2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA
3. ESTUDIO CLIMÁTICO
4. ESTUDIO EDAFOLÓGICO
5. CALIDAD DE AGUA DE RIEGO
6. ROTACIÓN DE CULTIVOS
7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELEGIDO
8. JUSTIFICACIÓN DE OPCIONES
9. CÁLCULO AGRONÓMICO
10. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED
11. ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO
12. ESTACIÓN DE BOMBEO
13. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

ÍNDICE DEL ANEJO 1

	<u>Página</u>
1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA.....	2
2. CONDICIONES IMPUESTAS POR EL PROMOTOR.....	2
3. OBJETO DEL PROYECTO.....	3
4. UBICACIÓN.....	4

1.- ANTECEDENTES.

Se redacta el presente proyecto “Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena (Huesca), partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros” por encargo del propietario de la finca, de tal forma que los documentos que integran el proyecto sirvan de base para la ejecución de la instalación proyectada. Una parte del contorno de la finca se encuentra limitando con dicho canal y actualmente está dedicada al cultivo de secano, por lo tanto, está en régimen de casi abandono dada la falta de lluvia y la escasez de producciones del cultivo cerealista en este régimen de explotación y, dado que el propietario solicitó una concesión de agua a la Confederación Hidrográfica del Ebro, se decide transformar a regadío y de esta manera poder implantar otros cultivos que hagan más rentable la explotación. Así pues, el promotor desea que el proyecto defina las obras necesarias para la transformación de la parcela en riego por aspersión, calcule el presupuesto necesario para dicha transformación, y analice la viabilidad económica de la misma en función de diferentes escenarios posibles.

2.- CONDICIONES IMPUESTAS POR EL PROMOTOR.

El propietario de la finca, antes de realizar el desarrollo de las posibles opciones que se puedan llevar a cabo, impone las siguientes condiciones:

- Que la finca se transforma a riego por aspersión donde se procederá al cultivo de cultivos herbáceos extensivos propios de la zona y que se detallan en el anejo correspondiente a la rotación de cultivos.
- No se plantea ningún problema a la hora del coste de alquiler de la maquinaria dado que posee todo tipo de herramienta y mano de obra eventual dependiendo de las temporadas de recolección.
- La comercialización de los diferentes cultivos está garantizada, ya que como son propios de la zona y la venta está asegurada.

3.- OBJETO DEL PROYECTO.

Para poder llevar a cabo la transformación, se hace necesario el diseño de las conducciones e instalaciones de tuberías con la colocación de elementos singulares necesarios (válvulas, ventosas, etc). También se hacen necesarias las siguientes construcciones:

- Un edificio de control de mandos desde el cual se realiza el control del riego.
- Una estación de bombeo que garantice las condiciones necesarias para el riego a nivel de parcela.

Para el desarrollo del presente proyecto se hacen necesarios los pertinentes estudios climatológico, edafológico y de calidad de aguas, así como el cálculo de las dosis de agua necesarias para los cultivos a implantar. Todos estos apartados serán analizados y calculados en los anejos siguientes.

Por último se realiza un presupuesto que indica si la inversión es rentable y para cuántos años.

4.- UBICACIÓN.

Primero decir que ninguna de las parcelas que se incluyen en la finca tienen peligro de inundación, no hay ninguna excesivamente pequeña y no están incluidas en espacios Natura 2000. La descomposición en polígonos y parcelas de la finca a transformar se presenta en la tabla expuesta a continuación:

POLÍGONO	PARCELAS
5	1
	2
	3
	5
	6
	7
	8
	10
	11
	76
6	21
	22
	23
	25
	26
	27
	28
	29
	30
	31
	54
7	37
	38
	39
	40
	41
	42
	51

Para acceder a ella se toma la carretera A-230 en Sariñena y se llega al municipio de Pallaruelo de Monegros. En el núcleo de esta población se toma la A-1221 con dirección a Lanaja. En el pk 13 se gira a la izquierda y se toma la Pista del Plano, se sigue todo recto casi unos 2 kilómetros y en el segundo desvío de la derecha se toma el camino de Moncalvo, se sigue recto (pasando por encima del Canal de Monegros) y cuando hayamos recorrido unos 2,7 km de este camino, a mano derecha ya tenemos el acceso a la finca.

Las coordenadas UTM de su centro geométrico son:

Huso UTM: 30.

Coordenada X: 725.847,32 m.

Coordenada Y: 4.619.550,47 m

Latitud: 41° 41' 56.63" N

Longitud: 0° 17' 14.27" W

El municipio de Sariñena está bien comunicado con la capital de la provincia, Huesca, por la A-131 y la de la comunidad autónoma, Zaragoza, por la A-129. Se encuentra a 46 kilómetros de la primera y a 36 de la segunda.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

ÍNDICE DEL ANEJO 2

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. SITUACIÓN DE LA ZONA.....	2
a. CARACTERÍSTICAS MORFOESTRUCTURALES.....	3
3. LA ARIDEZ COMO CONSTANTE PRINCIPAL.....	5
a. ELEMENTOS CLIMÁTICOS.....	5
4. EL SUELO.....	7
5. TIPOS DE CULTIVOS EN LOS DISTINTOS APROVECHAMIENTOS.....	9
a. LA SUPERFICIE LABRADA.....	9

1.- INTRODUCCIÓN.

Después de ubicar la comarca en el contexto de la provincia, se analizará la estructura y organización del paisaje, explicadas ambas a través de factores y elementos que lo configuran. Así se considerarán el clima, el relieve, los suelos...por las limitaciones naturales que pueden poner al uso del espacio, sobre todo, cuando predomina la idea de obtener rendimientos económicos (Díaz Álvarez, J.R., 1982). La dedicación del suelo y el peso relativo de los cultivos, en el caso de las tierras labradas, será objeto de otro apartado, que complementará la configuración del paisaje. Y finalmente se intentará establecer las respectivas tipologías en los ámbitos comarcal y municipal, según el método anteriormente citado.

2.- SITUACIÓN DE LA ZONA.

Situada al sur de la provincia de Huesca y en contacto con la de Zaragoza, la comarca de Monegros, a caballo entre ambas, plantea problemas de delimitación según el criterio que se adopte para caracterizarla. Este anejo se centrará en los oscenses, siguiendo las pautas de delimitación comarcal utilizadas por la Diputación General de Aragón en sus estudios de Planificación, diagnóstico y ordenación del territorio.

En total agrupa 23 municipios. Su extensión geográfica representa el 7,8% de la provincia. Presenta en los extremos limítrofes características coincidentes con las comarcas circundantes. Así, por el norte, parece una prolongación de la Hoya de Huesca y el Somontano, mientras que por el sur-suroeste el contacto con la sierra de Alcubierre, que la separa de los Monegros zaragozanos, le confiere unos rasgos diferentes, con paisaje más árido y topografía más accidentada, similar a la zona zaragozana.



Figura 1.- Zona de los Monegros perteneciente a la provincia de Huesca.

2.1.- Características morfo-estructurales.

En la mitad septentrional, el territorio es llano y corresponde con las amplias extensiones situadas entre el cauce del río Guatizalema y el alzado del Canal de Monegros, donde se sitúan el mayor número de los núcleos de población, destaca la depresión de Sariñena, enmarcada por los ríos Guatizalema, Flumen y Alcanadre, en prolongación de la de Almudévar, y que, a su vez, continúa, a la orilla izquierda del Alcanadre, con las de Caxicorba y Coveta respectivamente, hasta el límite con el Cinca.

Estas llanadas se ven interrumpidas por algún relieve positivo, prolongación de sierras septentrionales, como sucede con las de Marcén y Fraella que se derraman desde

el límite de la Hoya hasta Alberuela del Tubo y Capdesaso y más hacia el este, las de Sena y Sigena, continuación oriental de la sierra de Alcubierre, con la que se identan mediante relieves yesosos (QUIRANTES, J. 1978).

La mitad sur de la comarca presenta distinta configuración, debido a la presencia de la sierra de Alcubierre, que se extiende en forma de relieve tabular desde la parte meridional de Tardienta al noroeste y se va deslizand o en dirección sureste, donde, pasado Castejón de Monegros, se derrama en las ondulaciones del Sisallar en el límite con Fraga.

El paso de la formación detrítica de Sariñena a la calcárea de Alcubierre se realiza a través de distintos niveles margosos o margo-calcáreos, que ponen en contacto los niveles de terrazas y glacis cuaternarios con las plataformas de las estribaciones de la sierra en Lanaja y Pallaruelo, formando un escalón, previo a la cumbre de la sierra, que alcanza más de 800 m en San Caprasio, al sur del municipio que lleva su nombre.

Esta geomorfología se completa con una amplia red de barrancos que muerden la sierra, dándole un aspecto singular, y con los relieves típicos de la Depresión del Ebro, en forma de artesa y fondo plano, colmados por limos yesíferos, cantos rodados y margas que facilitan una rápida infiltración del agua, están surcando los terrenos de yesos, disecándolos de forma muy intensa y formando una tupida red arborescente muy extensa y jerarquizante (QUIRANTES, J. 1978). En conclusión, encaja en las características de la Depresión del Ebro, resaltando como accidente significativo la sierra de Alcubierre, representativa de la erosión diferencial, así como las terrazas y glacis, que se escalonan hasta las plataformas calcáreas. Existe predominio de materiales depositados- margas y arcillas- o de precipitación –yesos, calizas y sales- cuyas características lito-estructurales han intervenido positivamente en la aparición y perduración del actual endorreísmo, cuyo foco más importante es la laguna de Sariñena (IBÁÑEZ, M^a José, 1975).

Las características hasta aquí mencionadas, unidas a la aridez climatológica, han favorecido la génesis de una serie de procesos edafológicos que, con la puesta en regadío, han dado lugar a varios problemas de salinidad.

3.- LA ARIDEZ COMO UNA CONSTANTE PRINCIPAL.

Es considerada una de las zonas más áridas de España. En este sentido, nos interesa resaltar la importancia del clima como factor del paisaje agrario (DÍAZ, J., 1982), porque de él se derivan las condiciones de humedad y calor que disponen las plantas para poder realizar su ciclo vegetativo, sobre todo, teniendo en cuenta que, la posibilidad de contar con agua permanentemente estaba en un principio reservada a las vegas próximas de los ríos Guatizalema, Flumen y Alcanadre, que drenan esta comarca. La necesidad de regar los cultivos no podía ser satisfecha en gran parte del territorio. Esta circunstancia unida a las altas temperaturas, nos ayuda a entender la vegetación esteparia y rala en las tierras no labradas y el predominio del monocultivo cerealista en los terrenos que sí lo son. Esta situación se ha intentado subsanar con la puesta en regadío a través de diversos canales y acequias, en nuestro caso, haremos referencia al de Monegros con lo que la potencialidad agrícola ha sido mejorada, simplemente por el hecho de asegurar la cosecha en regadío.

3.1 Elementos climáticos

La zona tiene características de clima mediterráneo continentalizado con extrema sequedad.

La precipitación anual oscila en torno a los 406 mm en Sariñena. El máximo de precipitación tiene lugar en primavera y el de menor en otoño, julio es el mes menos lluvioso del verano y febrero del seco invierno. El déficit de agua va desde junio hasta septiembre por lo general, de tal forma que, en los primeros días de junio los suelos quedan secos, el agua de la precipitación se evapotranspira y se produce un severo déficit hasta la llegada del otoño. La sequía a la que se hace referencia en los últimos años responde a la falta de lluvias en la época adecuada y no a la cuantía de las mismas (ASCASO, A. 1986).

Esta caracterización presenta matices diferenciados en alguna zona del sur, debido a la influencia de la sierra de Alcubierre, que favorece las precipitaciones de origen tormentoso en primavera y verano, afectando más a la parte central de la comarca, además al actuar como barrera pluviométrica contribuye a que conforme la situación sea más oriental menor humedad haya. Además de esto la penetración

eventual de borrascas atlánticas afecta con más intensidad al noroeste y centro de la zona porque al llegar al sur ya están bastante debilitadas (FERRER, M, 1960).

La distribución de las lluvias nos revela matices mediterráneo-continetales, reforzados por los efectos que nos ofrece la temperatura. La media anual está situada en 14,5 °C, ligeramente inferior a la de Zaragoza - 14,7°C- y superior a la de Huesca - 13,7°C-. La máxima se registra en julio con 25,3°C y la mínima en enero con 5°C, siendo la primavera más fría que el otoño. Los inviernos suelen resultar bastante fríos, pueden alcanzarse temperaturas extremas de -12°C mientras que en verano las temperaturas pueden alcanzar hasta incluso los 40°C. La oscilación térmica anual es del grado de unos 20°C.

Los fríos invernales pueden prolongarse a la primavera y provocar heladas en primavera, al igual que adelantarse en otoño, aunque esto último es menos frecuente.

Las características áridas de la zona favorecen el aumento de la evapotranspiración, favorecida por los vientos de carácter desecante.

En síntesis según los índices de Lang, Dantín y Revenga...la zona de Sariñena queda incluida en las zonas de clima árido o semiárido con algunas matizaciones según los distintos índices (ASCASO A., 1986).

La clasificación agroclimática según Papadakis la define con un invierno tipo avena fresca y un verano tipo arroz, pasando a maíz tirando hacia el noroeste. Es la zona más idónea de la provincia desde el punto de vista térmico porque dada la temperatura media de las máximas se puede cultivar arroz, maíz, sorgo...siempre que cuente con agua suficiente, lo cual está garantizado con la puesta en regadío. En lo que se refiere al régimen hídrico, presenta un periodo seco bastante prolongado, por lo que se limita la agricultura de secano.

En definitiva, la influencia de los factores climáticos se traduce en aridez, desecación de suelos, déficit de agua...Todo ello unido a la pendiente del terreno y a las prácticas culturales llevadas a cabo por el hombre en el suelo, se favorecen los procesos erosivos.

4.- EL SUELO

En general se distinguen cuatro zonas. Los suelos más pobres se extienden a lo largo de la sierra de Alcubierre sobre margas y yesos del mioceno y sobre margas y calizas en las zonas de mayor pendiente. También las encontramos al norte, en las estribaciones de las sierras de Marcén y Fraella, en Alberuela del Tubo, Lastanosa y parte del Tormillo, en este último caso, sobre areniscas y margas del oligoceno.

Entre ambos tipos, se encuentra un área de grandes dimensiones, prolongación de la Hoya y en continuidad hacia el Cinca, se corresponde con suelos poco evolucionados sobre sedimentos margosos, en torno al río Isuela, en Lanaja y Pallaruelo, siguiendo el curso del río hasta su desembocadura en el Alcanadre. Y al sur del canal de Monegros, en Alcubierre, se desarrollan sobre sedimentos de margas yesíferas, al igual que en Castejón, Sena, Villanueva y Valfarta, sobre ellos se conservan los correspondientes a terrazas y glacia, salpicados en retazos de poca extensión en Poleñino y con mayor desarrollo en la margen derecha del Isuela –Lanaja, Sariñena, Lalueza-.

En las terrazas más antiguas, se forman suelos rojos-mediterráneos con costra caliza, y en las medias, pardo rojizos. Los elaborados sobre glacia son pardo calizo pedregosos, en general poco evolucionados, alcalinos y con presencia de yesos y sales, sobre ellos se encuentran las plantaciones de almendro, vid y olivo.

Los suelos de xeroendzinas corresponden a cultivos de secano de año y vez, matorral y terreno forestal. La labor extensiva de secano se practica también sobre los suelos poco evolucionados, al igual que los herbáceos de regadío que, igualmente, predominan sobre glacia y terrazas.

Las limitaciones de estos suelos provienen del mal acondicionamiento en su puesta de regadío, ya que se alteró el horizonte antrópico original, al arrastrar la capa superficial por defectuosas nivelaciones y dejó al descubierto el sustrato subyacente con grandes aportes de sal. Su evolución en caso extremo hace que los suelos sean incultivables y evolucionen con un matorral pobre y discontinuo.

En consecuencia, según la influencia que los distintos materiales ejercen en la composición, textura y estructura del mismo son utilizados por el hombre monegrino, con distintas finalidades según sean susceptibles o no de ser cultivados.

Generalmente todos los suelos presentan abundancia en carbonatos lo que indica que serán secativos y pobres en materia orgánica, con poca capacidad de absorción y retención de agua por lo que será necesario el aplicarles abonos que, además, ayuden a retener humedad. Las arcillas son un componente importante, excepto en suelos salinos, con una buena proporción de elementos limo-arenosos que han influido a la hora de poner el regadío sobre todo en terrenos con pendiente ligera. En ellos, la nivelación trituró las arcillas y dio lugar a suelos en los que la textura pesada, la falta de estructura y la escasez de materia orgánica agravan la presencia de sales solubles en los materiales originales. Además son tierras con poca permeabilidad, difíciles de trabajar, por consiguiente es muy necesario el establecer una buena red de drenaje para evitar la salinización, muy probable en la época de riego, cuando la capa freática suele hallarse muy alta y cargada de sales provenientes del lavado de otras zonas. Por ello, la necesidad de establecer un buen drenaje debe ser prevista en el conjunto de programas de regadío, previo análisis en profundidad de las características del suelo, ya que los sistemas de drenaje varían según la permeabilidad del terreno.

Según BOULAINÉ (1981), se considera que el sistema de drenaje tiene que evacuar el agua libre hasta la cota fijada por medio de zanjias o tuberías en pendiente continua y conectadas a una arteria de desagüe.

Como acabamos de comprobar, el suelo, componente principal del paisaje agrario, es sumamente frágil y erosionable, esta predisposición a la erosión proviene de la conjunción de todos los factores y es difícil de cuantificar a nivel general. No obstante, se han propuesto diversos índices de erosionabilidad, uno de los más utilizados es el de la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE). De los resultados se desprende que en los suelos rojos mediterráneos, los limoarenosos y los margoarcillosos, unido a la importancia de la fracción granulométrica –limo y arena- y al débil contenido en materia orgánica, se da un índice muy elevado (LÓPEZ BERMÚDEZ, F., 1980). Por lo tanto, atendiendo a la descripción realizada, los suelos

de Monegros encajan perfectamente entre los considerados como de gran riesgo ante la erosión.

5.-TIPOS DE CULTIVOS EN LOS DISTINTOS APROVECHAMIENTOS.

Atendiendo a un esquema general de usos del suelo, intentaremos profundizar a continuación en el desglose de los mismos, con el fin de poder valorar, desde el punto de vista agrícola, la distribución de las tierras, según el grado de versatilidad que estas presentan para producir distintos cultivos.

5.1.- La superficie labrada

Con la puesta en regadío de un gran número de hectáreas a través del Plan de Riegos del Alto Aragón la marcha de los cultivos de regadío se ha ampliado y ocupa unas 125.000 hectáreas. El sistema de canales y acequias permite el abastecimiento de agua a 114 localidades de las provincias de Huesca y Zaragoza. Entre ellas, figuran Almudévar, Barbastro, Grañén, Gurrea de Gállego, Robres, Sariñena, Tardienta, Bujaraloz, San Mateo de Gállego y Zuera. Unas 25.000 familias viven directamente del sistema de Riegos del Alto Aragón, cultivando arroz, alfalfa, maíz, frutales, hortalizas y cultivos industriales.

El territorio de influencia de Riegos del Alto Aragón abarca 2.500 kilómetros cuadrados. El agua se distribuye a través de 2.000 kilómetros de canales, existiendo unos 3.000 kilómetros como red de desagües. Estas infraestructuras tienen sus correspondientes caminos de servicio, sumando unos 5.000 kilómetros, de los que muchos son la única comunicación de distintos pueblos con el resto de la provincia.

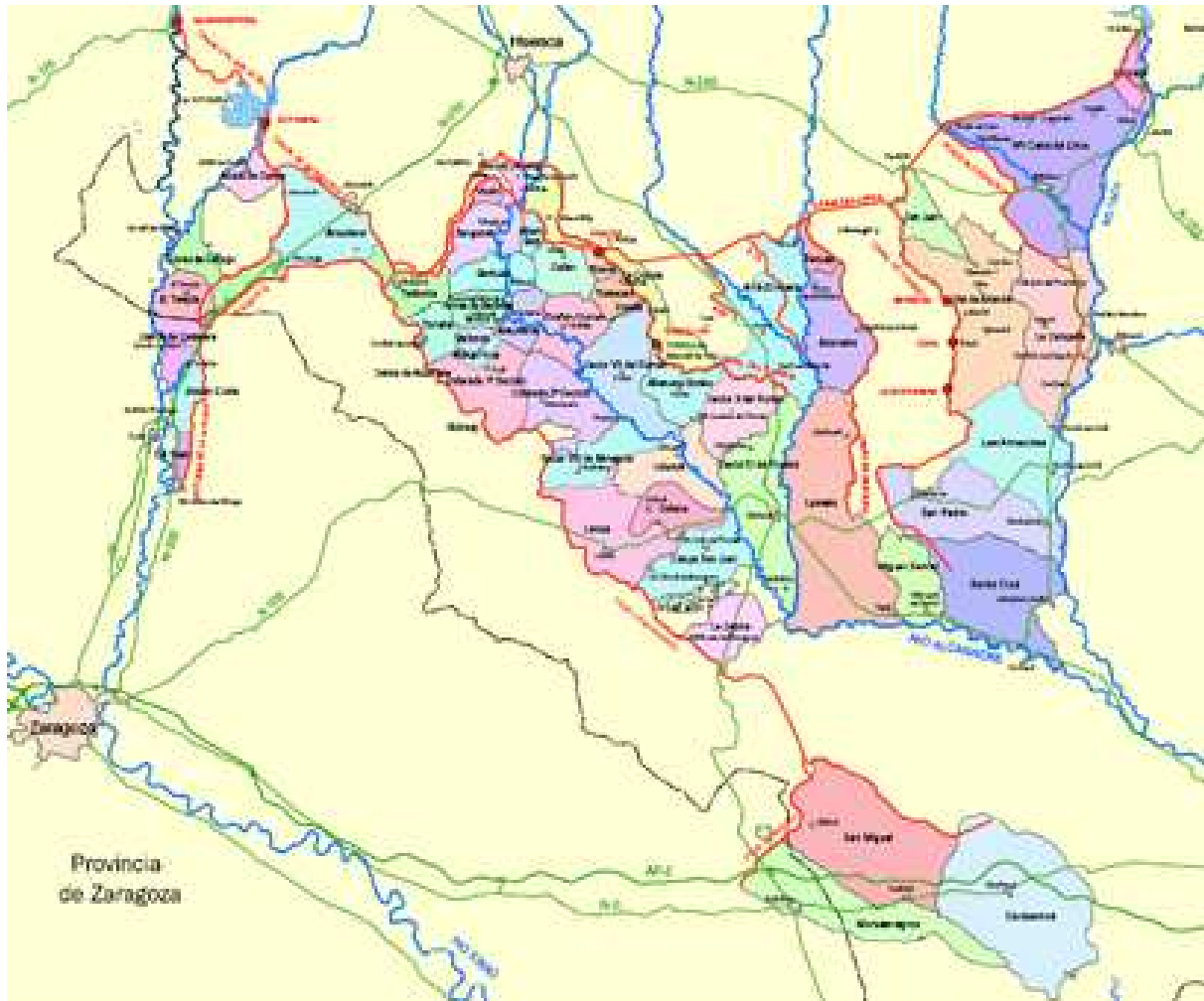


Figura 2.- Las distintas comunidades de regantes que integran la Comunidad de Riegos del Alto Aragón.

A continuación se adjuntan tablas donde se exponen el resumen provincial de superficies cultivadas, producción y rendimiento de los cultivos más relevantes de la zona. Estos han sido obtenidos a partir del IAEST sobre la distribución de las tierras, cereales de grano, leguminosas grano, tubérculos para el consumo humano y cultivos industriales. Se expondrán las superficies cultivadas y el rendimiento obtenido tanto para secano como para regadío para así poder ver gráficamente las mejoras que se han obtenido.

GRUPOS DE CULTIVOS	CLAVE	SECANO				REGADIO				TOTAL SECANO Y REGADIO
		Ocupación 1ª o principal	Ocupaciónes posteriores	Ocupaciónes asociadas	TOTAL	Ocupación 1ª o principal	Ocupaciónes posteriores	Ocupaciónes asociadas	TOTAL	
Cereales para grano	0100	174.327			174.327	105.333	4.664		109.997	284.324
Leguminosas para grano	0200	9.550			9.550	529			529	10.079
Tubérculos consumo humano	0300	0			0	0			21	21
Cultivos industriales	0400	1.675			1.675	2.895			2.895	4.570
Flores y plantas ornamentales	0500	0			0	0			0	0
Cultivos forrajeros	0600	32.125			32.125	54.067			54.067	86.192
Hortalizas	0700	12			12	3.357			3.336	3.348
Total cultivos herbáceos	1001	217.689			217.689	166.181	4.664		170.845	388.534
Citricos	1100									0
Frutales	1200	9.179			9.179	14.355			14.355	23.534
Vitíneo	1300	4.107			4.107	1.892			1.890	5.997
Olivar	1400	5.864			5.864	1.958			1.958	7.822
Otros cultivos leñosos	1450	0			0	0			0	0
Viveros	1500									0
Total cultivos leñosos	1003	19.150			19.150	18.205			18.203	37.353

Figura 3.- Resumen provincial de distribución de tierras por grupos de cultivos (ha).

CULTIVO		CLAVE	SUPERFICIE			RENDIMIENTO EN GRANO	
			Secano	Regadío	Total	Secano	Regadío
			ha	ha	ha	kg/ha	kg/ha
DE INVIERNO	Trigo duro	01-1			3.622		
	Trigo semiduro y blando	01-2			32.107		
	Trigo. Resumen General	01	18.901	16.828	35.729	3.009	4.680
	Cebada caballar (6 carreras)	02-1			13.498		
	Cebada cervecera (2 carreras)	02-2			184.337		
	Cebada. Resumen General	02	151.891	45.944	197.835	3.444	5.400
	Avena	03	1.899	524	2.423	3.280	3.900
	Centeno	04	490	36	526	2.899	3.650
	Escaña	05					2.950
	Tranquillón (mezcla de trigo y centeno)	06-1		4	4		3.200
	Otras mezclas cereales de invierno	06-2					
	Triticale	06-3	948	361	1.309	2.701	3.500
DE PRIMAVERA	Arroz (Cáscara)	07		9.576	9.576		5.852
	Maíz Híbrido	08-1			35.918		
	Otro Maíz	08-2					
	Maíz Resumen General	08		35.918	35.918		12.000
	Sorgo	09	141	781	922	1.506	4.600
	Mijo	10-1		8	8		3.400
	Panizo	10-2					3.000
	Alforfón o trigo Sarraceno	10-3					3.000
	Alpiste	11					2.475
	Otros cereales (especificuense)	12	57	17	74	2.886	3.500
TOTAL CEREALES GRANO		0100	174.327	109.997	284.324		

Figura 4.- Resumen provincial de producción de cereales de grano.

CULTIVO	CLAVE	SUPERFICIE			RENDIMIENTO EN GRANO	
		Secano	Regadío	Total	Secano	Regadío
		ha	ha	ha	kg/ha	kg/ha
- Judías secas no asociadas a maíz	01-1					
- Judías secas asociadas a maíz	01-2			10		
- Judías secas. Resumen general	01	1	9	10	1.800	3.800
- Habas secas para consumo animal.	02-1			12		
- Habas secas para consumo humano.	02-2					
Habas secas. Resumen general	02		12	12		4.100
Lentejas	03	11	7	18	2.327	3.200
Garbanzos	04	12	5	17	3.125	3.900
- Guisantes secos para consumo animal	05-1					
- Guisantes secos para consumo humano	05-2			2.955		
Guisantes secos. Resumen General	05	2.673	282	2.955	2.950	4.320
Veza	06	6.274	192	6.466	2.900	4.200
Altramuz	07					
Almortas	08					
Alholva	09					
Algarrobas	10					
Yeros	11	339		339	2.100	2.200
Otras leguminosas (especificuense)	12	240	22	262	1.947	2.850
TOTAL LEGUMINOSAS GRANO	0200	9.550	529	10.079		

Figura 5.- Resumen provincial de producción de leguminosas de grano.

CULTIVO	CLAVE	SUPERFICIE			RENDIMIENTO	
		Secano	Regadío	Total	Secano	Regadío
		ha	ha	ha	kg/ha	kg/ha
- Patata extratemprana (recolección entre 15 de Enero y 15 de Abril)	01					
- Patata temprana (recolección entre 15 de Abril y 15 de Junio)	02					
- Patata media estación (recolección entre 15 de Junio y 30 de Septiembre)	03		21	21		28.000
- Patata tardía (recolección entre 30 de Septiembre y 15 de Enero del año siguiente)	04					
Patata. Resumen General	10		21	21		28.000
Batata	05-1					
Boniato	05-2					
Chufa	06					
TOTAL TUBERCULOS DE CONSUMO HUMANO	0300		21	21		

Figura 6.- Resumen provincial de producción de tubérculos destinados al consumo humano.

CULTIVO		CLAVE	SUPERFICIE			RENDIMIENTO	
			Secana	Regadía	Total	Secana	Regadía
			ha	ha	ha	kg/ha	kg/ha
AZÚCAR- RERAS	Caña de azúcar	01					
	Remolacha azucarera	02					
TEXTILES	Algodón (bruto)	03					
	Lino textil (fibra)	04					
	Cañama textil (fibra)	05					
OLEAGINOSAS	Algodón (semilla)	03-1					
	Lino textil (semilla)	04-1					
	Cañama textil (semilla)	05-1					
	Lino oleaginoso	06					
	Cañama para semilla	07					
	Cacahuete	08					
	Girarol	09	598	2.508	3.106	800	2.600
	Cártamo	10					
	Saja	11		12	12		4.100
	Colza	21	1.053	373	1.426	1.600	3.700
	Pimienta para pimientón (dorecada)	12					

Figura 7.- Resumen provincial de producción de cultivos industriales.

ESTUDIO CLIMÁTICO

ÍNDICE DEL ANEJO 3

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2.
2. ELEMENTOS DEL CLIMA.....	2
2.1 TEMPERATURA.....	3
2.2 RÉGIMEN DE HELADAS.....	8
2.3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE HORAS FRÍO.....	10
2.4 ELEMENTOS HIDRICOS.....	13
2.5 VIENTO.....	25
3. CARACTERISTICAS DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS.....	27
3.1 INDICE DE ARIDEZ DE LANG.....	27
3.2 INDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE.....	28
3.3 INDICE DE DANTIN CERECEDA Y REVENGA.....	29
4. CLASIFICACIONES CLIMATICAS.....	30
4.1 CLASIFICACIÓN AGROCLIMATICA DE PAPADAKIS.....	30
4.2 CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA UNESCO-FAO.....	33
4.3 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNWAITE.....	37
5. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	43
5.1 CALCULO DE LA ET ₀ POR BLANEY-CRIDDLE MODIFICADO POR LA FAO.....	43

1.- INTRODUCCION.

La instalación de la puesta en riego por aspersión de una finca y los cultivos a implantar ahí depende de la climatología de la zona en la que se encuentra ubicada dicha finca. Las cualidades de la atmosfera que influyen más sobre la viabilidad de las plantas son la temperatura, la humedad y el viento (FUENTES YAGÜE, J.L).

Para la elaboración de este estudio, los datos se obtendrán realizando la media aritmética de los proporcionados por las tres estaciones meteorológicas más cercanas a la finca en cuestión: Sariñena, Lanaja y Pallaruelo de Monegros. A continuación se expone una tabla con las coordenadas de cada una de ella:

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m)
SARIÑENA	41°47' N	0°9' W	282
LANAJA	41°46' N	0°20' W	369
PALLARUELO DE MONEGROS	41°42' N	0°12' W	356

Tabla 1.- Coordenadas de las estaciones meteorológicas de referencia (AEMET).

Para todas las variables climáticas se proporcionarán datos mensuales correspondientes a una serie de los últimos quince años (1997-2011). Así se podrán obtener resultados fiables.

2.- ELEMENTOS DEL CLIMA.

Son los que van a influir en el riego y en los tipos de cultivos a implantar en la zona ya que influyen en: la aridez, clasificaciones climáticas, transpiración y evapotranspiración. Estas variables son: temperatura, precipitación, viento, radiación solar y humedad relativa.

2.1.- TEMPERATURA.

La temperatura de la atmósfera es debida a la acción del sol. Se expresará en grados centígrados (°C). A continuación se presenta una tabla con los datos de:

- ☐ T: Temperatura media mensual (°C).
- ☐ TM: Media mensual de las temperaturas máximas (°C).
- ☐ Tm: Media mensual de las temperaturas mínimas (°C).

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA ANUAL
1997	3,7	3,9	6,6	10,6	17,1	21,6	24,6	22,6	17,9	16,3	7,0	3,9	12,98
1998	3,6	3,8	7,4	11,7	16,9	22,0	26,7	23,4	18,6	17,3	7,1	5,1	13,63
1999	4,0	4,9	6,9	11,1	16,1	21,7	25,3	21,9	21,0	15,2	8,2	4,0	13,36
2000	3,8	5,4	7,2	10,9	15,8	22,9	24,8	22,6	20,2	15,1	7,8	3,9	13,36
2001	3,7	4,7	8,4	11,7	16,9	22,7	24,0	23,0	17,9	16,4	9,7	6,1	13,77
2002	4,4	5,2	7,9	12,4	17,2	23,1	23,3	23,1	18,4	13,0	10,4	4,3	13,56
2003	7,6	5,3	8,4	13,9	17,4	24,6	26,9	23,2	19,2	13,8	9,6	6,0	14,66
2004	7,2	4,5	7,8	11,2	16,1	23,1	23,2	23,5	20,5	15,6	7,3	5,8	13,82
2005	2,8	3,7	9,2	13,4	18,2	23,7	25,0	23,2	19,6	15,5	8,6	1,6	13,71
2006	4,1	4,6	11,2	13,9	19,1	23,2	26,6	22,4	20,8	16,7	11,1	3,0	14,73
2007	4,5	8,0	9,6	13,8	17,5	21,4	23,7	22,6	19,2	14,3	6,0	4,2	13,73
2008	5,8	7,8	9,9	13,0	16,1	20,1	24,0	23,6	18,9	13,9	6,8	4,4	13,69
2009	4,1	6,4	9,8	11,7	18,5	23,1	24,8	24,7	19,9	15,5	10,0	5,3	14,48
2010	4,8	5,0	8,5	13,1	15,5	20,4	25,8	23,5	18,7	13,2	7,9	4,0	13,37
2011	3,6	6,9	9,9	15,3	18,8	21,6	23,1	25,0	21,5	15,3	10,8	6,8	14,88
MEDIA	4,51	5,34	8,58	12,51	17,15	22,35	24,79	23,22	19,49	15,14	8,55	4,56	13,85

TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS MENSUALES (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1997	14,9	16,5	22,9	27,3	29,6	37,1	37,6	33,4	32,8	27,1	22,7	15,6	26,38
1998	15,6	18,1	23,4	29,4	32,6	36,9	37,1	32,9	31,4	26,0	20,0	14,7	26,34
1999	15,7	17,8	23,0	29,3	31,8	36,7	36,5	32,6	30,5	26,8	18,7	14,9	26,03
2000	17,6	19,7	25,1	28,4	31,7	37,4	36,8	33,0	31,9	27,0	19,9	16,1	26,73
2001	18,4	16,9	24,1	30,0	33,0	38,2	37,9	35,4	31,9	28,4	21,0	15,3	27,54
2002	18,6	17,8	23,9	27,9	32,9	38,4	37,9	31,7	30,1	27,9	21,4	15,4	26,99
2003	19,4	20,2	26,4	32,4	34,8	39,1	39,6	33,0	30,3	27,5	19,8	17,3	28,32
2004	19,0	15,5	23,6	25,4	30,8	37,8	36,7	36,5	34,0	30,6	19,6	15,7	27,1
2005	19,0	17,8	26,2	31,3	31,7	37,5	39,8	36,8	35,3	29,0	20,6	15,7	28,39
2006	16,5	18,4	25,4	26,7	35,6	39,7	38,9	34,1	36,4	28,8	22,2	19,6	28,53
2007	19,6	20,0	23,9	29,0	32,6	35,0	36,3	38,4	32,3	28,5	19,5	18,5	27,80
2008	18,2	20,2	23,6	29,1	31,1	35,7	36,6	37,6	32,9	26,7	17,3	14,7	26,98
2009	19,4	17,0	25,5	25,9	33,4	36,9	37,6	37,2	33,8	29,4	22,0	18,7	28,07
2010	14,1	16,7	22,4	29,4	30,4	34,4	39,5	37,6	33,3	27,0	22,2	20,8	27,32
2011	18,4	20,4	24,5	32,2	34,6	38,0	36,2	38,9	34,4	30,7	21,0	17,4	28,89
MEDIA	17,63	18,20	24,26	28,91	32,44	37,25	37,67	35,27	32,75	28,09	19,19	16,69	27,43

TEMPERATURAS MÍNIMAS ABSOLUTAS MENSUALES (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1997	-3,4	-2,7	-1,7	0,4	4,6	8,0	14,5	10,8	6,6	1,0	-3,4	-5,0	2,48
1998	-2,0	-1,4	-0,9	1,2	4,4	7,6	12,6	9,6	8,1	1,7	-2,1	-3,8	2,92
1999	-2,8	-1,8	-0,6	0,0	3,2	9,4	13,1	10,0	7,9	2,9	-4,7	-6,1	2,54
2000	-5,3	-4,2	-3,6	-3,1	4,4	8,2	12,3	10,4	6,9	5,1	-2,1	-7,5	1,79
2001	-4,7	-3,7	-3,1	-2,9	3,7	7,6	11,6	9,1	8,4	3,8	-1,7	-6,4	1,81
2002	-6,4	-3,4	-2,4	-2,1	4,1	7,9	10,4	9,7	7,0	4,6	0,0	-5,1	2,03
2003	-3,2	-2,8	-1,4	-0,7	2,8	6,7	9,7	14,3	9,0	0,1	0,8	-3,0	2,69
2004	-4,2	-5,1	-5,8	-0,4	3,2	8,4	8,9	9,8	6,0	2,6	-4,8	-5,9	1,06
2005	-11,3	-12,3	-9,7	2,3	5,8	11,5	12,9	10,1	5,0	4,3	-2,0	-7,9	0,73
2006	-5,1	-5,1	-4,0	-0,3	4,7	6,9	14,6	10,4	8,7	7,3	1,5	-5,1	2,86
2007	-9,1	-4,6	-2,5	1,4	3,8	8,2	11,4	9,8	2,0	1,2	-9,7	-9,3	0,22
2008	-5,1	-3,6	-0,4	0,1	4,7	8,3	9,9	10,4	6,5	1,7	-6,8	-3,5	1,85
2009	-6,9	-3,6	-1,9	1,7	4,5	9,4	12,3	10,5	7,4	-1,6	-2,9	-7,5	1,78
2010	-4,9	-8,1	-6,0	-0,8	0,9	5,7	0,0	0,0	2,3	-1,2	-6,5	-8,4	-2,25
2011	-9,2	-4,3	-4,0	5,2	5,8	8,0	12,4	9,6	7,4	-0,1	2,2	-5,2	2,32
MEDIA	-5,57	-4,45	-3,20	0,13	4,04	8,12	11,11	9,63	6,61	2,23	-2,81	-5,98	1,66

TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS MENSUALES (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1997	11,6	14,6	16,5	20,2	23,3	26,8	31,5	29,5	23,6	22,9	15,5	10,0	20,5
1998	11,0	11,1	15,6	19,0	22,8	28,1	30,5	28,2	24,4	20,5	14,1	9,9	19,6
1999	11,5	15,0	20,1	20,7	23,4	25,5	32,5	29,8	26,5	23,1	14,3	11,0	21,1
2000	11,1	12,6	18,2	16,8	22,2	28,7	31,3	31,3	26,0	19,9	13,7	8,3	20,0
2001	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
2002	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
2003	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
2004	9,3	14,6	17,2	21,0	25,1	31,1	32,5	32,9	24,9	20,8	15,5	11,5	21,4
2005	10,1	10,5	17,7	19,9	22,6	33,0	32,9	34,2	24,7	17,7	13,0	8,2	20,4
2006	10,6	7,8	13,0	15,9	22,9	30,7	30,2	30,2	27,2	21,0	11,9	8,4	19,2
2007	5,1	8,9	16,8	17,9	24,5	31,0	31,7	29,5	25,5	20,3	12,7	6,2	19,2
2008	7,7	10,1	16,2	21,0	25,3	29,6	33,3	28,5	25,5	21,4	15,2	6,4	20,0
2009	8,0	10,5	16,8	20,8	25,4	29,1	32,8	29,1	24,9	20,1	15,1	7,2	19,9
2010	8,1	10,9	16,7	20,9	25,1	29,5	33,0	29,5	25,1	20,6	14,9	7,6	20,1
2011	7,8	12,8	17,2	18,0	26,0	30,6	33,2	28,9	27,2	22,3	15,8	8,0	20,7
MEDIA	9,21	12,12	16,93	19,63	24,16	29,59	31,93	30,29	25,58	20,62	13,92	8,61	20,21

TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1997	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
1998	4,6	1,6	4,0	7,0	10,4	14,7	16,4	15,8	12,0	8,1	5,1	3,5	8,6
1999	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
2000	2,3	1,8	4,5	5,4	10,4	15,0	16,7	15,9	14,9	8,2	3,0	0,0	8,2
2001	1,0	0,8	4,9	6,9	12,7	14,9	16,9	15,8	13,1	9,4	1,2	-0,2	8,1
2002	-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
2003	0,1	1,6	3,1	7,0	11,7	14,6	17,0	18,0	12,2	7,9	2,2	-3,5	7,7
2004	-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
2005	0,8	0,9	4,4	7,2	10,2	17,0	17,3	17,9	12,5	7,7	3,9	0,2	8,3
2006	0,5	-1,4	0,3	3,8	8,6	14,5	15,3	16,0	13,5	8,8	0,7	0,1	6,7
2007	-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
2008	0,4	-0,8	5,3	7,7	11,3	14,4	18,4	14,3	14,6	11,0	6,6	-0,4	8,6
2009	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
2010	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
2011	-0,2	1,6	3,1	6,3	12,0	15,7	17,3	17,9	13,3	9,8	5,1	1,4	8,6
MEDIA	0,59	0,99	3,93	6,67	11,1	15,2	17,16	16,35	13,31	9,69	4,29	0,92	8,34

RESUMEN DE LAS TEMPERATURAS (°C)

Donde se van a analizar los siguientes supuestos:

- **Tmm:** temperatura media mensual.
- **Tm:** temperatura máxima media mensual
- **tm:** temperatura mínima media mensual
- **TMa:** Temperatura máxima absoluta.
- **Tma:** Temperatura mínima absoluta

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
tmm	4,51	5,34	8,58	12,51	17,15	22,35	24,79	23,22	19,49	15,14	8,55	4,56	13,85
Tm	9,21	12,12	16,93	19,63	24,16	29,59	31,93	30,29	25,58	20,62	13,92	8,61	19,38
tm	0,59	0,99	3,93	6,67	11,1	15,2	17,16	16,35	13,31	9,69	4,29	0,92	8,35
TMa	19,6	20,4	26,4	32,4	35,6	39,1	39,8	38,9	36,4	30,7	22,7	20,8	30,23
tma	-11,3	-12,3	-9,7	-3,1	0,9	5,7	0,0	0,0	2,0	-1,6	-9,7	-9,3	-4,03

2.2- RÉGIMEN DE HELADAS

Se dice que se ha producido una helada cuando la temperatura del aire disminuye por debajo de los 0°C. Será más intensa cuanto mayor sea el descenso de temperaturas y mayor su duración en el tiempo. Las consecuencias del daño en los cultivos dependerán de la especie y variedad cultivada y del estado de desarrollo, existiendo niveles de sensibilidad muy distintos según el estadio fenológico en el que se sitúe.

2.2.1.- ESTIMACIÓN DE LOS REGÍMENES DE HELADAS.

El estudio de los regímenes de heladas nos permite clasificar las diferentes épocas del año según el mayor o menor riesgo de que se produzcan.

INTERVALO	PRIMERA HELADA	ULTIMA HELADA
97-98	6 NOVIEMBRE	10 FEBRERO
98-99	24 NOVIEMBRE	15 MARZO
99-00	16 NOVIEMBRE	8 MARZO
00-01	8 NOVIEMBRE	4 ABRIL
01-02	9 NOVIEMBRE	3 MARZO
02-03	7 DICIEMBRE	4 ABRIL
03-04	5 NOVIEMBRE	13 ABRIL
04-05	8 NOVIEMBRE	13 MARZO
05-06	28 NOVIEMBRE	3 MARZO
06-07	2 DICIEMBRE	18 MARZO
07-08	29 NOVIEMBRE	12 MARZO
08-09	11 DICIEMBRE	10 MARZO
09-10	24 NOVIEMBRE	6 ABRIL
10-11	2 DICIEMBRE	24 MARZO
11-12	6 DICIEMBRE	9 MARZO
MEDIA	24 NOVIEMBRE	18 MARZO

Con los datos representados en la tabla anterior, mediante el método directo, se exponen a continuación tanto el primer como último días del año agrícola en los que se produjeron heladas, además se indica para cada año el número de días de heladas:

- 1) La fecha más temprana de la primera helada. De la serie de años estudiada, fijamos la fecha en la que la primera helada se produjo antes. En nuestro caso 5 de noviembre.
- 2) Fecha más tardía de la primera helada. Al igual que antes pero con la fecha en la que la primera helada se produjo más tarde. En nuestro caso 7 de diciembre.
- 3) Fecha más temprana de la última helada: de la serie de años estudiada, se establece la fecha de aquel en que la última helada se produjo antes. En nuestro caso 10 de febrero.
- 4) Fecha más tardía de la última helada: al igual que en el apartado anterior, con la fecha en la que la última helada se produjo más tarde. En nuestro caso 13 de abril.
- 5) Fecha media de la primera helada: Con todas las fechas de primera helada de la serie, calculamos la fecha media en la que se produce. En nuestro caso el 24 de noviembre.
- 6) Fecha media de la última helada: Igual que en el apartado anterior pero con las fechas de la última helada. En nuestro caso el 18 de marzo.

Por lo que se llega a la conclusión de que el periodo de **riesgo parcial de heladas** queda comprendido entre el 5 de noviembre y el 13 de abril. Por lo que hace un total de 159 días de riesgo. El periodo de **riesgo total de heladas** está comprendido entre el 5 de noviembre y el 18 de marzo. Por lo que hace un total 133 días de riesgo.

2.3.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE HORAS FRÍO.

En los climas templados o fríos un gran número de especies necesitan del frío para un desarrollo continuado. La acumulación de horas frío posibilita los cambios

fisiológicos responsables de la floración y fructificación normal del cultivo (Gil-Albert, 1986, Melgarejo, 1996).

A la duración media específica del reposo de una determinada especie o variedad se denomina necesidades de frío, y se ha estimado contando el número de horas que pasa la planta durante el período de reposo invernal, a temperaturas inferiores a un umbral que normalmente se fija en 7°C. Algunos de los efectos ocasionados por la falta de frío son: retraso en apertura de yemas, brotación irregular y dispersa, caída de yemas o anomalías en el crecimiento.

La acumulación se realiza durante el período de reposo, y su duración se fija desde la fecha media de la primera helada hasta unos días antes del desborre de las yemas, como este día se puede tomar como fechas el 1 de marzo en zonas frías continentales.

Para el cálculo de las horas frío se usarán los siguientes métodos:

Weimberger establece una correlación entre horas frío y la temperatura media de las medias de los meses de diciembre y enero que se presenta en la tabla a continuación donde:

T^a: Temperatura media de las temperaturas medias de diciembre y enero.

H: Horas frío según Weimberger.

T ^a	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9,0	8,3	7,6	6,9	6,3	5,7	5,1	4,6	4,1
Horas <7°	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350	1450	1550	1650	1750

Hay una temperatura media de 4,56°C y 4,51°C para los meses de diciembre y enero respectivamente por lo que la temperatura media de ambos es de 4,54 °C. En este caso el número de horas frío es mayor de 1662 horas.

El **Método de Mota** (1957), correlaciona las horas frío (el número de horas por debajo de la temperatura umbral de 7°C) y la temperatura media de los meses durante el período invernal (de noviembre a febrero) mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

Y: Es el número de horas frío.

X: Es la temperatura media mensual (°C).

	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>
<u>X</u>	<u>8,55</u>	<u>4,56</u>	<u>4,51</u>	<u>5,34</u>
<u>Y</u>	<u>241,43</u>	<u>355,14</u>	<u>356,57</u>	<u>332,91</u>

El número de horas frío es la suma de las Y de cada mes, es decir, que en total hacen 1286,05.

El método de Tabuenca es un método que supone una adaptación del método de Mota al valle del Ebro. Se calculan las horas frío comprendidas entre el 1 de noviembre y 1 de abril mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

Y: N° mensual de horas frío.

X: temperatura media mensual (°C).

La correlación entre las variables X e Y se adjuntan en la siguiente tabla:

	<u>NOV</u>	<u>DIC</u>	<u>ENE</u>	<u>FEB</u>	<u>MAR</u>
<u>X</u>	<u>8,55</u>	<u>4,56</u>	<u>4,51</u>	<u>5,34</u>	<u>8,58</u>
<u>Y</u>	<u>284,57</u>	<u>478,48</u>	<u>480,91</u>	<u>440,58</u>	<u>283,11</u>

Dando como resultado que el número total de horas frío es de **1967,65.**

2.4.- ELEMENTOS HÍDRICOS.

2.4.1.- PRECIPITACIONES.

Se considerarán en este proyecto precipitación a la lluvia, nieve y granizo. La medición se expresa en forma de milímetros y equivale al espesor de la capa de agua que se acumularía sobre una superficie horizontal donde no hubiera infiltración.

Una parte de la precipitación caída se pierde por escorrentía superficial, por penetrar en profundidad fuera del alcance de las raíces y por evaporación sobre la superficie del suelo o del cultivo. La parte aprovechada por las plantas se llama precipitación efectiva, ésta depende de varios factores tales como la inclinación del terreno, el tipo de suelo, la intensidad de la precipitación, etc.

Existen diferentes criterios para calcularla. Uno de ellos consiste en relacionar la precipitación efectiva con la caída durante el mes (P).

Cuando P es superior a 75 mm se aplica la formula:

$$Pe = 0,8 P - 25$$

En caso contrario se aplica la siguiente fórmula:

$$Pe = 0,6 P - 10$$

Las precipitaciones se producen normalmente en otoño y en primavera, siendo algunas veces el invierno lluvioso y el verano, por lo general, seco.

Las medias pluviométricas dan valores muy próximos entre las precipitaciones que se producen en verano, primavera e invierno. Debe tenerse en cuenta que las precipitaciones en verano suelen ser normalmente de carácter tormentoso y por lo tanto la intensidad de lluvia es mayor y por consiguiente los días de lluvia menores que en otras estaciones.

A continuación se exponen en tablas la precipitación media mensual y la media de días de lluvia mensuales:

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1997	0,0	12,1	10,3	59,4	55,1	14,9	0,0	81,3	42,7	70,1	10,9	0,9	357,7
1998	2,0	18,0	3,0	19,2	74,0	0,0	20,0	13,9	119,8	65,4	37,6	8,3	381,2
1999	5,0	31,9	3,2	28,1	10,8	6,8	17,7	6,9	11,6	13,5	38,1	70,0	243,6
2000	107,3	21,6	14,4	44,5	31,4	27,4	1,8	34,4	7,0	4,5	77,8	107,0	479,1
2001	95,0	26,0	0,0	64,1	17,6	61,6	21,0	37,7	10,7	9,8	42,5	62,6	448,6
2002	8,8	6,2	5,5	36,7	27,0	1,5	16,5	20,4	40,2	6,0	9,0	16,6	194,4
2003	6,3	12,6	73,2	38,7	38,1	6,0	37,1	0,0	12,8	66,0	54,8	21,0	366,6
2004	9,4	37,4	51,6	53,0	34,4	0,2	17,4	5,2	2,6	42,8	11,4	25,0	290,4
2005	3,6	8,6	8,8	29,2	53,8	38,8	14,4	15,8	50,2	59,8	18,4	13,2	314,6
2006	27,0	22,8	12,0	28,8	10,4	27,4	46,0	16,2	115,2	30,4	10,4	23,4	370,0
2007	7,8	12,6	15,8	94,2	28,0	17,8	10,4	5,8	3,6	12,2	7,2	19,2	234,6
2008	31,2	36,0	7,0	43,0	153,6	28,4	7,0	10,8	58,6	74,6	38,0	38,6	526,8
2009	18,6	13,4	21,5	116,0	25,6	31,1	2,7	94,6	25,9	32,0	17,4	66,2	465,0
2010	76,6	32,8	25,8	22,4	31,0	31,7	20,7	1,8	27,2	34,2	30,8	11,6	346,6
2011	16,8	13,2	94,4	36,6	43,4	23,4	6,6	3,2	17,5	44,7	62,3	6,9	369,0
MEDIA	27,69	20,35	23,1	47,59	42,28	21,13	15,95	23,2	36,37	37,73	31,11	32,7	359,21

NÚMERO DE DIAS DE LLUVIA MENSUALES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
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
2010	9	2	5	7	9	6	2	0	2	5	9	8	64
2011	3	1	7	6	8	0	4	4	6	8	6	3	56
MEDIA	5,47	3,07	3,6	5,6	6,47	3,2	2,67	3,0	4,27	5,13	6,07	4,2	50,73

Como conclusión de las tablas anteriores se puede obtener que:

- El mes que presenta una mayor pluviometría es abril con una media de 47,59 mm.
- El mes menos lluvioso es julio, con 15,95 mm, siguiéndole junio y febrero con 21,13 y 2035 mm de media respectivamente.
- La máxima pluviometría registrada corresponde al año 2008 con un total de 526,8 mm totales, y la menor el 2002 con 194,4.
- La mayor pluviometría mensual queda registrada en el mes de mayo de 2008 con 153,6 mm.

- El mes con mayor número de días de lluvia es mayo con 6,47 días y el que presenta menor número de días de lluvia es julio con 2,67.

La precipitación media anual es de 359,21 mm repartida por estaciones de la siguiente manera:

- Invierno: 22,48%
- Primavera: 31,45%
- Verano: 16,78%
- Otoño: 29,29%

Para que queden reflejadas las conclusiones de una manera más clara y concisa, se resumen en la tabla expuesta a continuación:

Estación	Mes	Precipitación media (mm)	Días de lluvia	% Estación
Invierno	Diciembre	32,7	4,2	22,48%
	Enero	27,69	5,47	
	Febrero	20,35	3,07	
Primavera	Marzo	23,1	3,6	31,45%
	Abril	47,59	5,6	
	Mayo	42,28	6,47	
Verano	Junio	21,13	3,20	16,78%
	Julio	15,95	2,67	
	Agosto	23,2	3,0	
Otoño	Septiembre	36,37	4,27	29,29%
	Octubre	37,73	5,13	
	Noviembre	31,11	6,07	

2.4.2.-HUMEDAD RELATIVA.

El vapor de agua contenido en la atmósfera proviene de la evaporación que se produce en los mares, ríos, tierra húmeda, plantas, etc

La cantidad de vapor de agua contenida en la atmósfera se expresa por medio de la humedad relativa, que indica la cantidad de vapor de agua contenido en el aire a una

determinada temperatura con relación a la cantidad máxima que sería capaz de contener a esa misma temperatura.

La humedad relativa es un dato necesario para el cálculo de la ET_0 . En las tablas siguientes se muestran los datos de las humedades relativas medias mensuales:

HUMEDAD RELATIVA (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1997	82,1	68,9	57,7	60,7	62,9	58,9	62,0	57,1	60,9	67,4	82,3	80,4	66,78
1998	77,1	78,3	62,1	63,4	61,7	53,6	53,0	55,1	65,6	69,5	71,7	78,8	65,83
1999	75,4	69,2	60,2	61,4	56,1	51,3	45,0	53,7	57,8	68,5	74,7	78,3	62,63
2000	85,2	76,3	67,4	69,4	65,6	58,7	57,9	58,3	64,3	76,0	83,6	88,4	70,93
2001	81,0	73,1	74,2	59,1	58,9	44,8	52,4	51,4	60,9	69,3	70,0	84,3	64,95
2002	82,1	67,7	66,7	60,9	59,1	48,4	50,3	55,2	57,2	73,9	76,1	85,4	62,25
2003	75,6	74,0	62,0	61,2	59,4	45,8	47,1	57,8	73,0	77,5	86,4	84,8	67,05
2004	76,4	86,8	72,1	71,1	65,0	54,8	57,9	59,4	64,8	71,9	78,5	82,3	70,08
2005	80,9	65,9	61,6	60,8	55,5	53,5	49,2	55,2	61,2	77,3	79,2	85,9	65,52
2006	84,9	75,6	67,4	63,3	53,1	50,5	49,9	49,4	65,6	75,8	79,8	86,0	66,78
2007	82,4	73,3	62,2	71,9	57,6	55,0	48,1	52,3	59,3	66,0	65,3	75,9	64,11
2008	83,5	75,5	60,4	61,4	68,5	60,3	52,3	54,8	64,1	71,9	76,9	81,0	67,55
2009	82,6	72,7	64,5	73,2	62,9	54,5	53,7	61,3	65,9	70,5	78,0	83,5	68,61
2010	81,5	77,5	69,1	69,8	63,0	61,0	52,4	55,5	66,6	71,8	77,9	78,5	68,72
2011	83,6	71,2	70,6	65,4	60,1	54,7	51,4	56,4	63,8	70,0	90,6	80,0	68,15
MEDIA	80,95	73,73	65,21	64,87	60,63	53,72	52,17	55,53	63,4	71,82	78,07	82,23	66,66

HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1997	100,0	98,4	95,4	95,1	93,1	97,1	100,0	99,3	100,0	98,5	94,1	96,3	97,28
1998	97,4	100,0	99,8	93,4	94,2	100,0	91,7	93,1	97,3	91,6	100,0	99,8	96,53
1999	98,1	97,3	96,3	91,7	91,3	92,1	94,3	100,0	95,8	92,1	100,0	100,0	95,75
2000	97,6	94,8	92,8	96,4	92,0	95,1	99,0	100,0	92,7	95,4	99,7	100,0	96,29
2001	100,0	99,5	96,3	100,0	100,0	98,4	98,4	99,0	98,3	92,7	98,1	99,0	98,31
2002	100,0	94,8	93,4	92,7	94,6	97,1	91,7	90,1	91,4	91,4	97,6	98,5	94,44
2003	96,1	94,9	93,2	94,4	92,7	100,0	100,0	99,0	99,1	98,9	99,8	100,0	97,34
2004	100,0	100,0	99,8	98,9	97,0	95,0	96,6	98,6	95,1	98,1	99,0	99,8	98,16
2005	100,0	100,0	98,6	97,5	97,2	95,6	94,9	95,6	96,2	97,0	97,4	98,7	97,39
2006	98,9	98,5	96,7	96,0	96,1	100,0	92,1	93,8	93,9	94,5	94,5	94,8	95,82
2007	94,8	93,8	92,5	93,5	93,7	92,1	91,9	88,9	91,7	92,5	92,3	93,7	92,62
2008	100,0	93,1	92,5	92,1	92,9	92,4	89,8	91,0	92,2	92,4	100,0	95,7	93,68
2009	95,9	95,0	97,2	100,0	100,0	98,5	99,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,83
2010	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,89
2011	98,1	97,1	97,0	96,9	97,0	95,3	91,0	96,8	100,0	100,0	100,0	100,0	97,43
MEDIA	98,46	97,15	96,1	95,91	95,45	96,58	95,29	96,35	96,25	95,67	98,17	98,42	96,65

HUMEDAD RELATIVA MÍNIMA (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
1997	12,6	15,7	13,6	21,7	16,1	15,1	14,0	20,0	14,9	22,0	33,4	24,9	18,67
1998	20,3	19,4	10,8	15,9	14,1	14,3	14,1	19,0	17,6	24,1	25,6	26,0	18,43
1999	9,7	17,3	11,0	16,3	13,3	16,9	15,9	16,7	22,1	20,4	29,7	37,3	18,88
2000	31,4	16,9	3,7	20,0	13,2	9,4	17,6	21,4	23,6	19,1	41,9	31,7	20,83
2001	29,3	24,0	14,7	22,4	14,8	10,0	13,5	20,7	17,9	18,5	40,1	25,8	20,98
2002	12,6	16,8	16,4	14,7	11,7	16,4	13,6	16,9	18,4	16,7	34,9	27,9	18,08
2003	9,7	23,9	9,6	19,6	12,0	16,7	16,1	21,2	19,8	30,7	42,4	30,9	21,05
2004	29,9	22,7	17,4	20,0	16,1	13,4	17,3	20,7	18,2	20,8	20,9	26,3	20,31
2005	17,3	14,3	12,0	11,9	11,2	9,9	11,2	13,7	12,0	20,8	41,1	40,5	17,99
2006	31,6	26,8	18,6	22,0	12,0	9,9	13,1	12,6	19,0	36,3	39,3	49,0	24,18
2007	30,4	15,9	12,2	21,0	16,9	18,3	12,4	13,9	16,5	18,4	13,4	33,6	18,58
2008	0,0	27,0	17,9	15,3	16,9	18,1	14,8	13,8	20,7	20,8	21,8	33,4	18,38
2009	36,7	27,2	0,0	21,5	16,7	15,8	13,3	15,8	24,3	12,9	38,2	36,0	21,53
2010	29,9	27,1	14,0	18,9	18,8	15,2	0,0	16,4	16,0	19,1	36,7	25,6	19,81
2011	18,8	22,3	0,0	15,0	12,9	13,7	14,8	18,5	17,1	18,2	51,5	31,5	19,53
MEDIA	21,35	21,15	11,46	18,41	14,45	14,21	13,45	17,42	18,54	21,25	34,06	32,03	19,82

Como conclusión de las tablas anteriores se puede obtener que:

- La humedad relativa media anual es del 66,66 %.
- La mayor humedad media relativa se presenta en invierno y otoño. Diciembre presenta un 82,23 % y enero un 80,95 %.
- El menor valor de humedad relativa media corresponde al mes de julio con un valor de 52,17%.

En el siguiente cuadro se recoge, de manera resumida, los valores de la humedad relativa mínima, media y máxima de cada mes del año:

HUMEDAD RELATIVA (%)

<u>MES</u>	<u>MÍNIMA</u>	<u>MEDIA</u>	<u>MÁXIMA</u>
ENERO	21,35	80,95	98,46
FEBRERO	21,15	73,73	97,15
MARZO	11,46	65,21	96,1
ABRIL	18,41	64,87	95,91
MAYO	14,45	60,63	95,45
JUNIO	14,21	53,72	96,58
JULIO	13,45	52,17	95,29
AGOSTO	17,42	55,53	96,35
SEPTIEMBRE	18,54	63,4	96,25
OCTUBRE	21,25	71,82	95,67
NOVIEMBRE	34,06	78,07	98,17
DICIEMBRE	32,03	82,23	98,42

2.4.3.-NIEBLA Y ROCIO.

Los días de niebla y rocío se hacen necesarios para la caracterización agroecológica de la zona. A continuación se muestra la tabla con el número de días de niebla y rocío de cada mes.

NÚMERO DE DIAS DE NIEBLA Y ROCIO DE CADA MES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1997	20	0	12	2	0	0	0	0	0	4	11	14	63
1998	24	22	0	0	0	0	0	0	2	0	4	13	65
1999	25	13	3	0	0	0	0	0	0	1	3	12	57
2000	12	5	13	2	8	0	0	0	2	1	15	15	73
2001	7	2	9	7	0	0	0	0	0	14	9	11	59
2002	6	2	0	3	0	0	0	0	6	9	8	9	43
2003	7	10	9	4	2	1	0	0	0	11	6	5	55
2004	9	18	7	0	0	0	0	0	0	4	3	10	51
2005	10	1	1	0	0	0	0	0	7	14	11	7	51
2006	17	8	5	2	0	0	0	0	3	4	9	3	51
2007	21	10	4	0	1	0	0	0	0	5	8	18	67
2008	16	11	3	1	0	0	0	0	2	8	13	9	63
2009	17	8	4	2	1	0	0	0	0	6	4	11	53
2010	16	10	3	0	0	0	0	0	1	6	8	10	54
2011	18	9	3	1	0	0	0	0	1	4	5	9	50
MEDIA	15,0	9,26	5,07	1,6	0,8	0,07	0,0	0,0	1,6	6,07	7,8	10,4	57,0

Se observa que la media de días al año con niebla es de 57 días al año. Los meses que presentan mayor número de días es en invierno, destacando diciembre y enero con 15 y 10,4 de media respectivamente. Son prácticamente nulos en los meses de junio, julio y agosto.

2.5.- EL VIENTO.

El viento supone una pérdida de uniformidad del riego por aspersión por lo que habrá que prever periodos en los que no será posible regar debido a él.

Es un factor que influye en gran medida en los cultivos, tanto por su fuerza, como por su dirección. La finca donde se enfoca el presente proyecto se encuentra en una zona donde predominan tanto el cierzo (viento normalmente frío y con dirección oeste-noroeste) como el bochorno (viento cálido y con dirección este-sureste).

A partir del porcentaje de número de días al mes en los que sopla el viento y la dirección que lleva éste se obtiene el gráfico “la rosa de los vientos”, así es más fácil ver el predominio de una dirección de viento frente a otras.

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
AÑO	2,2	8,9	16,4	7,1	3,4	5,3	10,1	27,4	19,3

El porcentaje total de días con viento es del 80,7% por lo que el periodo de calma es sólo de 19,3%. Resultando así:

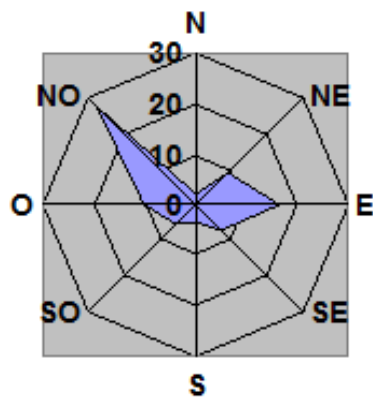


Fig 2.1- Rosa de los vientos en donde se indica la frecuencia (expresada en %) del viento en cada dirección.

Como se puede observar de manera muy clara, el cierzo es predominante por excelencia.

3.- CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS (Índices climáticos).

3.1.- ÍNDICE DE ARIDEZ DE LANG.

Se calcula mediante la expresión:

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

Siendo : P = Precipitación media anual en mm.

T = Temperatura media anual en °C.

Entonces: $I_L = 359,21 / 13,85 = 25,94$

Teniendo en cuenta que:

Valor de I_L	Zona
0-20	Desiertos
20-40	Árida
40-60	Húmedas de estepa y sabana
60-100	Húmedas de bosques claros
100-160	Húmedas de grandes bosques
>160	Perhúmedas con prados y tundras

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang dice que se trata de una **zona árida**, ya que el valor calculado se encuentra en el intervalo $20 \leq I_L < 40$.

3.2.- ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE.

Se obtiene mediante la fórmula:

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

Donde: P = precipitación media anual en mm.

T = temperatura media anual en °C.

Entonces: $I_M = 359,21 / (13,85 + 10) = \mathbf{15,06}$

Teniendo en cuenta que:

Valor de I_L	Zona
0-5	Desiertos (hiperárido)
5-10	Semidesierto (árido)
10-20	Semiárido de tipo mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

La caracterización climática, según el índice de Martonne, nos dice que el clima es **semiárido de tipo mediterráneo**, ya que el valor está comprendido en el intervalo $10 \leq I_M < 20$.

3.3.- ÍNDICE DE DANTÍN CERECEDA Y REVENGA.

El índice termopluviométrico de Dantín Cereceda y Revenga se calcula mediante la expresión:

Siendo: T = Temperatura media anual, en °C.

P = Precipitación media anual, en mm.

Entonces:

$$I_{DR} = \frac{100 \times 13,85}{359,21} = 3,86$$

Según el valor del índice de Dantín Cereceda y Revenga tenemos la siguiente clasificación:

I_{DR}	Zonas climáticas
$4 < \text{IDR}$	Áridas
$2 \leq \text{IDR} \leq 4$	Semiáridas
$\text{IDR} \leq 2$	Zonas húmedas y subhúmedas

Por lo que al haber obtenido I_{DR} como 3,86 implica que nos encontramos en una **zona semiárida**.

4.- CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.

4.1.- CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE PAPADAKIS (1960).

La clasificación desarrollada por Papadakis se basa en el establecimiento de unos regímenes térmico e hídrico útiles para determinar las distintas unidades climáticas, incluyendo factores de alta relevancia para los cultivos tales como la severidad estival e invernal.

El régimen térmico está definido por el tipo de verano e invierno (incluye temperaturas extremas), y el régimen hídrico está compuesto del régimen de precipitación y de las necesidades hídricas de los suelos.

Rigor del invierno.

Toma una serie de cultivos indicadores en función de sus exigencias térmicas y su respuesta ante las heladas. En el siguiente cuadro se incluyen los diferentes tipos y subtipos climáticos en función del rigor del invierno, señalándose las escalas de valores para cada uno de ellos en función de las temperaturas.

Donde:

T_{ma}: Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío (°C).

t_a: Temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C).

T_a: Temperatura media de las máximas del mes más frío (°C).

Tipo	tma	ta	Ta
Ecuatorial (Ec)	>7	>18	
Tropical			
Tp (cálido)	>7	De 13 a 18	>21
Tp(medio)	>7	De 8 a 13	>21
Tp(fresco)	>7		<21
Citrus			
Ct (tropical)	7 a -2,5	>8	>21
Ci	7 a -2,5		10 a 21
Avena			
Av (cálido)	-2,5 a -10	>-4	>10
Av(fresco)	>-10		5 a 10
Triticum			
Tv(trigo-avena)	-10 a -29		>5
Ti (cálido)	>-29		0 a 5
Ti(fresco)	>-29		<0
Primavera			
Pr (más cálido)	<-29		>-17,8
Pr (más fresco)	<-29		<-17,8

En la zona a estudiar la temperatura media de las mínimas absolutas en el mes más frío, enero, es de -11,3 °C. La temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 0,59 °C y la temperatura media de las máximas del mes más frío es de 9,21 °C. Por lo que se llega a la conclusión de que el rigor del invierno es de tipo Trigo-Avena (**Tv**).

Rigor del verano.

De nuevo, se toman una serie de plantas indicadoras en función de sus exigencias térmicas para llegar a su madurez fisiológica. Los tipos y subtipos climáticos correspondientes al calor del verano aparecen en el siguiente cuadro:

Tipo	Duración de la estación libre de heladas (meses)	Media de las máximas en los meses más cálidos(°C)	Media de la máxima en el mes más cálido (°C)	Media de las mínimas en el mes más cálido (°C)
Algodón (G)				
G(más cálido)	Mínima > 4.5	>25	>33.5	
G(menos cálido)	Mínima > 4.5	>25	<33.5	>20
Cafeto C	Mínima 12	>21	<33.5	<20
Oryza (arroz)	Mínima >4	21 a 25		
Maíz(M)	Disponible >4.5	>21		
Triticum				
T(más cálido)	Disponible >4	<21		
T(menos cálido)	Disponible 2.5 a 4.5	>17		
Polar cálido(P)	Disponible <2.5	>10		

La duración de la época libre de heladas dura una media de 6 meses. La temperatura media de las máximas en los meses más cálidos (junio, julio y agosto) es de 30,6 °C. La media de la máxima temperatura en el mes más cálido del año (julio) es de 39,8°C mientras que la temperatura media de las mínimas en dicho mes es de 17,16°C por lo que se puede asegurar que el rigor del verano en la zona corresponde al tipo Maíz (M).

Combinando los tipos correspondientes al rigor del invierno y calor del verano, se puede decir que el régimen térmico de la zona es cálido-templado, con nomenclatura TE.

4.2.- CLASIFICACIÓN BIOCLIMATICA DE UNESCO-FAO (1963).

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

4.2.1.- TEMPERATURAS.

Se define un mes cálido cuando su temperatura media es superior a 20°C. En los meses templados, la temperatura media varía entre 0-20°C y en los meses más fríos, la temperatura media es inferior a 0°C.

Para caracterizar las condiciones térmicas del clima, UNESCO-FAO toman la temperatura media del mes más frío y establecen 3 grupos climáticos:

- GRUPO 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos. La temperatura media del mes más frío es superior a 0°C.
- GRUPO 2: Climas templado-fríos y fríos. La temperatura media de algunos meses es inferior a 0°C.
- GRUPO 3: Climas glaciares. La temperatura media de todos los meses es inferior a 0°C.

El clima de la zona a estudiar está situado en el grupo 1. Desde el punto de vista bioclimático (relación de las condiciones climáticas con el desarrollo de la vida vegetal y animal) resulta muy interesante precisar si existe invierno y su rigor, en el caso de que exista.

Temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)	Tipos de invierno
$t \geq 11$	Sin invierno
$11 > t \geq 7$	Con invierno cálido
$7 > t \geq 3$	Con invierno suave
$3 > t \geq -1$	Con invierno moderado
$-1 > t \geq -5$	Con invierno frío
$T < -5$	Con invierno muy frío

La temperatura media de las mínimas del mes más frío es de 0,59 °C por lo que el invierno es de rigor moderado.

4.2.2.- ARIDEZ

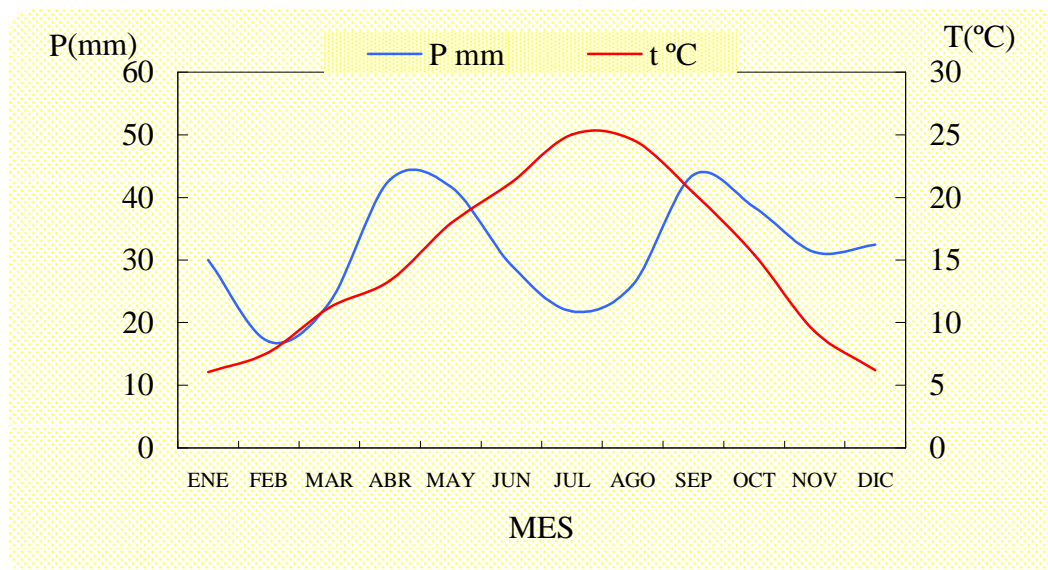
Si la precipitación total durante un mes (mm) es inferior al doble de la temperatura media (°C), se dice que estamos en un mes seco. Un periodo seco puede comprender de varios meses. En cambio, si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces éstas, se trata de un mes subseco. En consecuencia:

-Mes seco: $P < 2T$.

- Mes subseco: $2T \leq P < 3T$.

Para determinar gráficamente la existencia y duración de los periodos secos realizaremos el diagrama ombrotérmico de Gaussen, donde la temperatura se representa doble frente a las precipitaciones. Los datos que se han tomado para realizar dicho diagrama se adjuntan en la siguiente tabla:

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P(mm)	27,69	20,35	23,1	47,59	42,28	21,13	15,95	23,2	36,37	37,73	31,11	32,7
Tª(°C)	4,51	5,34	8,58	12,51	17,15	22,35	24,79	23,22	19,49	15,14	8,55	4,56



Se puede observar un periodo seco en el que la curva pluviométrica está por debajo de la térmica, ésta comprende los meses de mayo (3 últimos días), junio, julio, agosto y los cinco primeros días de septiembre. Los meses de febrero, marzo, mayo y desde el 15 de septiembre al 7 de noviembre se considerarían como periodo subseco. El clima de la zona se define como **monoxerico**.

Índice xerotérmico de un periodo seco.

Para caracterizar la intensidad de la sequía, se utilizan los índices xerotérmicos. El índice xerotérmico mensual (X_m) señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos. Para ello se cuenta con las siguientes consideraciones:

- días de lluvia (P)
- Número de días del mes (N)
- Número de días de niebla y rocío durante el mes (b)
- Factor que depende de la humedad relativa media diaria (f)

$$X_m = [N - (P + b/2)] \cdot f$$

Antes de proceder a realizar los cálculos se indica a continuación la relación entre el factor “f” y “% HR” media diaria:

HR(%)	f
<40	1,0
40≤HR<60	0,9
60≤HR<80	0,8
80<HR≤90	0,7
90<HR≤100	0,6
HR=100	0,5

Ahora se procede al cálculo del índice xerotérmico de un periodo seco. Se suman los índices xerotérmicos de los meses completos que alcance el periodo de aridez y la parte proporcional de los meses primero y último de aridez y así se halla la clasificación climática del lugar en cuestión.

MES	N	b	f	Duración periodo seco	X _m	X _m TOTAL
MAYO	31	0,8	0,8	3	19,3	1,87
JUNIO	30	0,07	0,9	30	24,09	24,09
JULIO	31	0,0	0,9	31	25,5	25,5
AGOSTO	31	0,0	0,9	31	25,2	25,2
SEPTIEMBRE	30	1,6	0,8	5	19,94	3,32

Se obtiene que X_{m TOTAL} es de 79,98, por lo tanto este valor pertenece al intervalo $75 < IP_x < 100$, por lo tanto le corresponde un clima **mesomediterráneo acentuado.**

De acuerdo con los valores de estos tres factores se engloba el clima dentro de los **cálidos, templado-cálido y templado,** es **monoxérico** y se clasifica como **mesomediterráneo acentuado.**

4.3.- CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE (1948).

4.3.1.- INTRODUCCIÓN

Para que la planta se desarrolle normalmente debe existir equilibrio entre el agua absorbida por las raíces y la transpirada por las hojas. Cuando la cantidad de agua absorbida es inferior a la transpirada, se produce un desequilibrio por falta de agua, si esto dura poco tiempo se presentan pequeños inconvenientes, pero si se prolonga por más tiempo se puede provocar lesiones o incluso la muerte de la planta por marchitamiento.

La cantidad de agua que necesita la planta es igual a la incorporada por ella menos la evaporada por la superficie de suelo en donde se asienta y la transpirada.

El consumo de agua por evaporación y transpiración se puede considerar prácticamente como el consumo total recibiendo el nombre de evapotranspiración. Hay dos formas de evapotranspiración:

- Potencial: Es la cantidad de agua consumida durante un determinado periodo de tiempo en un suelo cubierto de una vegetación homogénea, densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua.
- Real: Es la cantidad de agua realmente consumida por un determinado cultivo durante el periodo de tiempo considerado.

Para que el rendimiento sea máximo es necesario que la cantidad de agua consumida realmente por el cultivo sea la misma que consumiría el mismo en las mejores condiciones posibles.

A medida que la planta crece y se desarrolla aumenta el número de hojas con lo cual se hace mas intensa la transpiración y aumentan las necesidades de agua. Para aumentar su capacidad de absorción de agua, la planta profundiza y extiende sus raíces.

La demanda de agua aumenta progresivamente a medida que la planta va creciendo y desarrollándose hasta llegar un momento en que las necesidades son máximas. El periodo de máximo consumo de agua coincide con una gran velocidad en

el crecimiento o con la formación de las flores, frutos y semillas y se prolonga durante algunas semanas. Una vez la semilla se ha formado, la demanda de agua baja con rapidez hasta llegar al final del ciclo vegetativo.

El periodo de máximo consumo de agua se llama periodo crítico. Durante este periodo si no se absorbe toda el agua precisa, la producción se resiente notablemente.

Las precipitaciones constituyen la fuente natural de agua para cubrir las necesidades de las plantas pero no siempre lo hacen. Ese déficit ha de suplirse con el riego, por ello, es imprescindible saber la cantidad de agua a aportar.

4.3.2.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP).

Thornwaite propone la siguiente fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP):

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

Donde: t^a = temperatura media mensual.

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

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

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

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

d = n° días del mes

N = n° máximo horas de sol (depende de la latitud).

Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

MES	t ^a _{media}	d (días)	i	I	a	ETP _{ajustada}	K	ETP
ENERO	4,51	31	0,86	62,17	1,47	9,98	0,81	8,08
FEBRERO	5,34	28	1,10	62,17	1,47	12,79	0,82	10,49
MARZO	8,58	31	2,26	62,17	1,47	25,69	1,02	26,2
ABRIL	12,51	30	4,01	62,17	1,47	44,72	1,12	50,09
MAYO	17,15	31	6,46	62,17	1,47	71,11	1,26	89,6
JUNIO	22,35	30	9,65	62,17	1,47	104,95	1,27	133,29
JULIO	24,79	31	11,29	62,17	1,47	122,22	1,28	156,44
AGOSTO	23,22	31	10,23	62,17	1,47	111,01	1,19	132,1
SEPTIEMBRE	19,49	30	7,84	62,17	1,47	85,82	1,08	92,68
OCTUBRE	15,14	31	5,35	62,17	1,47	59,20	0,96	56,83
NOVIEMBRE	8,55	30	2,25	62,17	1,47	25,56	0,82	20,96
DICIEMBRE	4,56	31	0,87	62,17	1,47	10,14	0,78	7,91

La ETP total anual es **784,67 mm/año.**

4.3.2.- DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HUMEDAD. BALANCE HÍDRICO.

Partiendo del conocimiento de las precipitaciones medias mensuales y de la evapotranspiración mensual estimada, podemos estudiar el balance del agua en el suelo a lo largo del año. El conocimiento del balance de humedad (balance hídrico) es necesario para definir la falta y exceso de agua y es de aplicación para las clasificaciones climáticas definir la hidrología de una zona para la planificación hidráulica. Se abordará sólo el método de estimación del balance hídrico directo. En este método el agua del suelo se va perdiendo mes a mes hasta agotar la reserva para poder cubrir las necesidades de agua (evapotranspiración). En este balance intervienen los siguientes parámetros:

- Precipitaciones medias mensuales (P).

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

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

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

A continuación se incluye una tabla del balance de agua según Thornwaite realizado por el método directo.

Donde:

P: precipitación efectiva mensual.

ETP: Evapotranspiración potencial.

R: Reserva del suelo.

D: Déficit del suelo.

E: Exceso de agua en el suelo.

Se supone que el año hidrológico comienza en octubre y se empieza sin ninguna reserva en el suelo:

MES	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOT
P	37,73	31,11	32,7	27,69	20,35	23,1	47,59	42,28	21,13	15,95	23,2	36,37	349,2
ETP	56,83	20,96	7,91	8,08	10,49	26,2	50,09	89,6	133,29	156,44	132,1	92,68	784,67
RES	0,0	0,0	10,15	34,94	54,55	64,41	61,31	58,81	11,49	0,0	0,0	0,0	295,66
D	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,67	140,49	108,9	56,31	425,47
E	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Según la tabla expuesta anteriormente habría que regar desde junio hasta octubre, incluídos ambos.

4.3.3.-CÁLCULO DEL RÉGIMEN DE HUMEDAD.

Es el primer dígito de la clasificación de Thornwaite. Está representado por una letra mayúscula y expresa el grado de humedad de un lugar. Im (%) viene dado por la siguiente fórmula: $Im = (100 E - 60 P)/ETP$. Donde tras realizar el balance hídrico:

E = exceso de humedad en el año.

D = deficiencia de humedad en el año.

ETP = evapotranspiración potencial anual.

Sustituyendo se obtiene que $Im = -37,03$. Por ello:

D	Semiárido o seco	-20 a -40
---	------------------	-----------

4.3.4.-VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD.

Como el lugar tiene un clima seco, utilizamos el Índice de Humedad (Ih), para saber como está distribuida la posible humedad que exista en el lugar y qué importancia tiene esta estación húmeda. Índice de Humedad: $Ih = (100 E) / ETP$

Sustituyendo se obtiene que: $Ih = 0,0$

d	Nulo o pequeño exceso de agua	0 a 10
---	-------------------------------	--------

4.3.5.-TIPOS DE CLIMA DEPENDIENDO DEL ÍNDICE DE EFICIENCIA TÉRMICA.

Teniendo en cuenta que la ETP es de 784,67 mm

B'2	Mesotérmico templado frío	De 712 a 855 mm
-----	---------------------------	-----------------

4.3.6.-TIPOS DE CLIMA SEGÚN LA CONCENTRACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA EN VERANO.

Eficiencia térmica = (ETP meses de verano / ETP anual) * 100.

Decir que los meses de junio y septiembre la ETP se ha interpolado acorde al número de días de los respectivos meses pertenecientes al verano:

Eficiencia térmica= (393,41/784,67)*100= 50,14 %.

b'4	De 48 a 51,9%
-----	---------------

Por lo que la clasificación del clima es:

DdB'2b'4

Clima es semiárido o seco con nulo o pequeño exceso de agua. Mesotérmico templado frío con un 50,14% de verano al año.

5.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION.

5.1.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION DE UN CULTIVO POR EL MÉTODO DE BLANEY-CRIDDLE MODIFICADO POR LA FAO.

Para el cálculo de la evapotranspiración de cada cultivo (Etc) se utiliza un nuevo concepto, la evapotranspiración de referencia, ET_0 y una constante propia de cada cultivo (k_c).

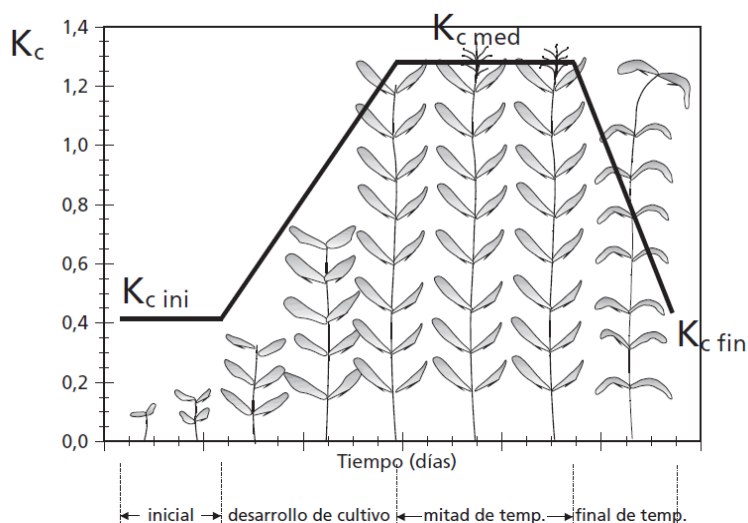
5.1.1.- CÁLCULO DE LA K_c

Este último expresa cómo varía la capacidad de la planta para extraer el agua del suelo durante su periodo vegetativo, que abarca desde la siembra hasta la recolección. Depende de las características de la planta y de las diferentes etapas que abarca su periodo vegetativo. En los cultivos anuales se distinguen cuatro etapas:

- Primera: Abarca desde la siembra hasta que el cultivo cubre un 10% del suelo.
- Segunda: Abarca desde el final de la etapa anterior hasta que el cultivo cubre la máxima superficie del suelo.
- Tercera: En los cultivos que se recolectan maduros abarca desde el final de la etapa anterior hasta la maduración. Comprende la floración y la formación del fruto.
- Cuarta: Abarca desde la maduración hasta la recolección.

A continuación se expone un gráfico donde se representa la tipología de curva para la constante de cultivo cuando éste es anual ya que hay cultivos como la alfalfa en el que se puede considerar una constante:

Curva generalizada del coeficiente del cultivo,
correspondiente al procedimiento del coeficiente único del cultivo



5.1.2.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA.

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

$$ET_0 = [a + b \cdot p \cdot (0.46 t^a + 8.13)]$$

Donde:

ET_0 = Media de la evapotranspiración de referencia (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.

T = Temperatura media mensual (°C).

p = Porcentaje de horas diurnas.

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

HR_{\min} = humedad relativa mínima en %

n/N = media mensual del coeficiente de insolación.

$$a = 0.0043 \times HR_{\min} \text{ (en \%)} - (n/N) - 1.41$$

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

Con estos parámetros se calcula la ET_0 para cada mes del año. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

Mes	t^a	HR_{\min}	n/N	p	U_d	a	b	ET_0 dia	ET_0 mes
ENE	4,51	21,35	0,48	0,22	3,90	-1,79	1,39	0,69	21,56
FEB	5,34	21,15	0,51	0,24	4,00	-1,83	1,43	1,26	35,49
MAR	8,58	11,46	0,56	0,27	4,30	-1,92	1,59	2,59	80,52
ABR	12,51	18,41	0,56	0,30	4,20	-1,89	1,51	3,35	100,79
MAY	17,15	14,45	0,57	0,312	3,80	-1,92	1,54	4,44	137,86
JUN	22,35	14,21	0,65	0,34	3,70	-1,99	1,61	6,28	188,64
JUL	24,79	13,45	0,73	0,33	3,70	-2,08	1,70	7,38	228,88
AGO	23,22	17,42	0,72	0,31	3,80	-2,06	1,65	6,66	206,66
SEP	19,49	18,54	0,64	0,28	3,50	-1,97	1,55	4,47	134,26
OCT	15,14	21,25	0,57	0,25	3,70	-1,89	1,47	2,52	78,16
NOV	8,55	34,06	0,48	0,22	3,60	-1,74	1,26	0,99	29,88
DIC	4,56	32,03	0,37	0,21	3,30	-1,64	1,17	0,46	14,31

Se obtiene una **ET_0 anual de 1608.14 mm.**

Para el cálculo de la evapotranspiración mensual de un cultivo se recurrirá a la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Donde:

ET_0 = Evapotranspiración de referencia, media de los métodos utilizados.

K_c = Coeficiente del cultivo.

Después de toda esta explicación se procede a calcular las evapotranspiraciones de cada cultivo que se implantará en la rotación (anejo 6). Se comenzará con el cálculo de la k_c para cada uno de ellos, para ello, se ha de saber previamente la duración de cada una de sus fases. Éstas se adjuntan en la siguiente tabla (fuente, FAO):

CULTIVO	NOMENCLATURA	L. inic	L. des	L. med	L. final	Fecha de siembra
CEBADA	<i>Hordeum vulgare</i>	40	60	60	40	noviembre
TRIGO	<i>Triticum aestivum</i>	40	60	60	40	diciembre
MAÍZ	<i>Zea mays</i>	30	40	50	30	mayo
ALFALFA	<i>Medicago sativa</i>	-	-	-	-	-
GIRASOL	<i>Helianthus annuus</i>	30	30	40	30	mayo
GUISANTE	<i>Pisum sativum</i>	30	40	55	20	diciembre

1) **CEBADA (FECHA DE CULTIVO ES EL 5 DE NOVIEMBRE
AL 5 DE JUNIO)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Noviembre	29,88	0,72	21,51
Diciembre	14,31	0,73	10,44
Enero	21,56	0,86	18,54
Febrero	35,49	1,02	36,19
Marzo	80,52	1,10	88,57
Abril	100,79	1,10	110,87
Mayo	137,86	0,86	118,55
Junio	188,64	0,29	54,70

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **459,37 mm.**

2) **TRIGO (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 1 DE DICIEMBRE AL 15 DE JUNIO)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Diciembre	14,31	0,74	10,59
Enero	21,56	0,79	17,03
Febrero	35,49	0,97	34,42
Marzo	80,52	1,09	87,76
Abril	100,79	1,10	110,86
Mayo	137,86	1,03	141,99
Junio	188,64	0,47	86,66

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **489,31 mm.**

3) **MAÍZ (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 1 DE MAYO AL 15 DE OCTUBRE)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Mayo	137,86	0,53	73,06
Junio	188,64	0,75	141,48
Julio	228,88	1,08	247,19
Agosto	206,66	1,11	229,39
Septiembre	134,26	0,96	128,89
Octubre	78,16	0,62	48,46

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **868,47 mm.**

4) **ALFALFA**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Marzo	80,52	0,89	71,66
Abril	100,79	0,89	89,70
Mayo	137,86	0,89	122,69
Junio	188,64	0,89	167,88
Julio	228,88	0,89	203,70
Agosto	206,66	0,89	183,93
Septiembre	134,26	0,89	119,49
Octubre	78,16	0,89	69,56

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **1028,61 mm.**

5) **GIRASOL (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 10 DE MAYO AL 20 DE SEPTIEMBRE)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Mayo	137,86	0,51	70,31
Junio	188,64	0,71	133,93
Julio	228,88	1,00	228,88
Agosto	206,66	0,98	202,52
Septiembre	134,26	0,65	87,26

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **722,9 mm.**

6) **GUISANTE (PERIODO DE CULTIVO DESDE EL 15 DE DICIEMBRE AL 10 DE MAYO)**

A continuación se procede a calcular la evapotranspiración durante el periodo de cultivo de éste:

Meses	ET ₀	K _c	ET _c
Diciembre	14,31	0,73	10,44
Enero	21,56	0,78	16,81
Febrero	35,49	1,03	36,55
Marzo	80,52	1,09	87,76
Abril	100,79	1,09	109,86
Mayo	137,86	1,04	143,37

Por lo que el total de la evapotranspiración equivale a **404,79 mm.**

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ÍNDICE DEL ANEJO 4

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUELO.....	2
2.1 MUESTREO.....	2
2.2 CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.....	3
3. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO.....	10
3.1 CONCLUSIONES DE CARÁCTER FÍSICO.....	10
3.2 CONCLUSIONES DE CARÁCTER FÍSICO.....	10
3.3 CONCLUSIONES DE CARÁCTER QUÍMICO.....	12
3.4 CÁLCULO DE LA ENMIENDA HÚMICA.....	13
3.5 MANTENIMIENTO DE LAS ENMIENDAS.....	15
ORGÁNICAS Y NUTRIENTES	

1.- INTRODUCCION.

El suelo es el medio de sustento de la planta, como tal, es vital para el desarrollo de esta. Por esto es necesario conocer sus características para poder utilizarlo de forma adecuada. Las plantas absorben por las raíces el agua del suelo. La cantidad de agua contenida en éste y su absorción por la planta dependen mucho de algunas de sus características, por lo que resulta necesario conocerlas: porosidad, textura, estructura y profundidad del suelo.

El estudio realizado a continuación está basado en los análisis de suelo de la finca, para ello se han tomado varias muestras y se han llevado al laboratorio agroambiental del campus Aula Dei en Zaragoza. Los resultados obtenidos serán extrapolables a toda ella.

2.- CARACTERIZACION GENERAL DEL SUELO.

2.1.- MUESTREO.

Para el conocimiento de las características particulares del suelo de la zona se procederá a su análisis, para ello, se le indica al propietario que se debe dividir la finca en subparcelas de unas cinco hectáreas, tomando una muestra en cada una de ellas a una profundidad de treinta centímetros. Todas ellas serán mezcladas lo más homogéneamente posible hasta llegar a unos tres kilogramos de peso aproximadamente, que es lo que será llevado al laboratorio.

El estudio de infiltración se realizará en las mismas subparcelas anteriores. Se realizará el ensayo en el centro de cada una de ellas, se obtendrán los correspondientes datos y se hará la media aritmética de todos ellos para obtener los utilizados en el proyecto definitivo.

2.2.- CARACTERIZACIÓN DEL SUELO.

2.2.1.- CARÁCTERES FÍSICOS DEL PERFIL EDÁFICO.

2.2.1.1.- La porosidad.

El suelo esta constituido por partículas solidas de distinto tamaño que dejan entre sí unos espacios o poros ocupados por aire y agua. Por lo general, el aire ocupa los más grandes mientras que el agua ocupa los más pequeños. El conjunto total de todos ellos se llama porosidad.

En cuanto a la densidad del suelo hay que distinguir entre aparente y real. La aparente se refiere a la densidad de una muestra tal como es, incluyendo el volumen ocupado por los poros. Como orientación se pueden tomar los siguientes datos:

-Suelo arenoso: 1,4 Tm/ m3.

-Suelo franco: 1,3 Tm/m3.

-Suelo arcilloso: 1,2 Tm/m3.

Mientras que la real sólo tiene en cuenta las partículas sólidas del suelo. Varía de 2,5 a 2,7 toneladas por m3. La porosidad expresada en % se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porosidad} = (\text{Densidad real} - \text{Densidad aparente}) * 100 / \text{Densidad real}$$

2.2.1.2.- Textura.

La textura representa la proporción de arena, limo y arcilla que hay en el suelo. Si predomina la arena sobre el resto, es arenoso y en el caso de la arcilla, arcilloso. Un suelo franco es aquel que está formado por una mezcla de estos tres tipos de partículas en proporciones equilibradas y es el que presenta mejores condiciones para el desarrollo de las plantas.

La textura influye en: la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y velocidad de infiltración. Cuando un suelo es arenoso, contiene una gran proporción de poros grandes que dejan pasar con facilidad el aire y el agua, por ello, está bien aireado y no se encharcan pero tienen poca capacidad de retención del agua. En cambio, un suelo arcilloso contiene una gran proporción de poros pequeños por lo que el aire y el agua presentan dificultad para su paso. Por este motivo suele estar mal aireado y se encharca con facilidad, pero tiene una gran capacidad para retener agua.

Su descripción se realiza especificando los porcentajes de partículas totales cuyo tamaño está comprendido entre unos límites determinados, según diversas escalas. En las muestras analizadas del suelo de la finca se obtuvieron los resultados expuestos en la tabla a continuación con respecto a la textura:

<u>GRANULOMETRÍA</u>	
Elementos gruesos (> 2mm)	9%
Arena gruesa (0.5 – 2 mm)	15%
Arena fina (0.05 - 5 mm)	37%
Limo (0.002 – 0.05 mm)	25%
Arcilla (< 0.002 mm)	23%

Para determinar la clase textural del suelo la USDA creó unos criterios que se exponen a continuación.

NOMBRES VULGARES DE LOS SUELOS	ARENOSO	LIMOSO	ARCILLOSO	CLASE TEXTURAL
ARENOSO	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
FRANCO (TEXT. GRUESA)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
FRANCOS (TEXT. MEDIANA)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
FRANCO (TEXT. FINA)	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
ARCILLOSO	45-65	0-20	35-55	Arcillo arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcillo limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

Como conclusión se ha obtenido un suelo **franco-arenoso-arcilloso**.

2.2.1.3.- Estructura.

Hace referencia a la forma en que se unen las partículas de arena, limo y arcilla de ese suelo. Hay una abundancia en poros grandes y pequeños con lo cual el agua el aire y las raíces se mueven libremente a través de él, a la vez que permite que una apreciable cantidad de agua quede retenida entre las partículas solidas. En cuanto a la estructura del suelo se han obtenido los siguientes datos en el análisis realizado:

<u>ESTRUCTURA</u>	
Profundidad (m)	0,85
Densidad aparente (Tm/m³)	1,27
Densidad real (Tm/m³)	2,6
Porosidad (% volumen)	51,0%

Algunas condiciones del suelo, como la textura, impiden a las raíces profundizar en él, como ocurre, por ejemplo, cuando existen capas duras o impermeables.

2.2.2.- CARACTERES HÍDRICOS DEL PERFIL EDÁFICO.

Las plantas extraen del suelo el agua que necesitan. Es necesario, por lo tanto, conocer la capacidad de éste para almacenarla con el fin de reponer la cantidad extraída mediante el riego.

Los suelos con mucho contenido de arcilla retienen más cantidad de agua que los arenosos ya que los poros pequeños es donde queda retenida el agua.

Con respecto a la cantidad de agua almacenada en el suelo se pueden dar las siguientes situaciones:

- Suelo saturado: Después de un riego abundante o de una lluvia copiosa, el agua ocupa todos los poros del suelo, tanto los grandes como los pequeños.
- Capacidad de campo: Es el estado de un suelo saturado en el cual, después de dos o tres días, se ha eliminado el exceso de agua por gravedad al subsuelo por su propio peso. Se expresa en porcentaje de peso de suelo seco y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$CC = 0,5 * \%Arcilla + 0,16 * \%Limo + 0,02 * \%Arena + 2,6$$

$$CC = 0,5 * 23,0 + 0,16 * 25,0 + 0,02 * 52,0 + 2,6 = \underline{\underline{19,14\%}}$$

- **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 ese punto. Se expresa en porcentaje de peso de suelo seco y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$PM = 0,3 * \%Arcilla + 0,1 * \%Limo + 0,015 * \%Arena$$

$$PM = 0,3 * 23,0 + 0,1 * 25,0 + 0,015 * 52,0 = \underline{\underline{10,18\%}}$$

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.

$$\text{Agua útil} = CC - PM$$

$$\text{Agua útil} = CC - PM = 19,14 - 10,18 = \underline{\underline{8,96\%}}$$

Desde el punto de vista de su uso por las plantas el agua del suelo puede ser de tres clases:

- **Agua sobrante:** Es la que no puede ser retenida por el suelo y cae por su propio peso hacia las capas más bajas. No puede ser utilizada por las plantas porque esta situada en una región del suelo fuera del alcance de las raíces.

- Agua disponible: Es la que queda retenida en el suelo y puede ser absorbida por las plantas. Es igual a la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento.

2.2.3.- DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN.

La velocidad de infiltración se mide en campo mediante el método de Müntz, ya que es el más práctico y sencillo. Los ensayos se realizarán en las subparcelas ya hechas para determinar el resto de parámetros físicos del suelo de la finca. El resultado será la media aritmética de todos los resultados obtenidos en cada una de ellas.

El conocimiento de los datos de la infiltración del agua son necesarios para saber la dosis de riego necesaria que hay que aportar en la parcela para que las plantas cultivadas no sufran de sequía o por exceso de agua y así influir en el posterior dimensionado de los distintos sistemas de riego que se vayan a implantar en la finca.

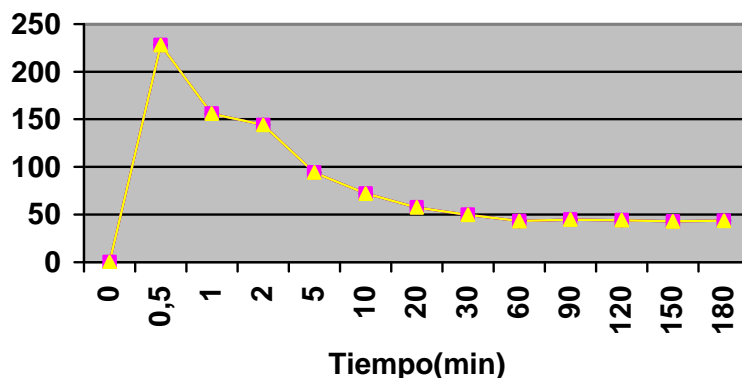
Los datos del ensayo se recogen en la siguiente tabla:

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

<u>Tiempo</u> <u>(min)</u>	<u>H</u> <u>absoluta</u> <u>(cm)</u>	<u>ΔT</u> <u>(min)</u>	<u>ΔH</u> <u>(cm)</u>	<u>H</u> <u>acumulada</u> <u>a (mm)</u>	<u>Infiltración</u> <u>(mm/h)</u>	<u>Relleno</u>
0	82,2	0	0	0	0	
0,5	82,4	0,5	0,19	1,9	228	
1	82,5	0,5	0,13	3,2	156	
2	82,8	1	0,24	5,6	144	
5	83,2	3	0,47	10,3	94	
10	83,8	5	0,6	16,3	72	
20	84,8	10	0,96	25,9	57,6	
30	85,6	10	0,83	34,2	49,8	
60	87,8	30	2,16	55,8	43,2	relleno
90	90	30	2,24	78,2	44,8	
120	83	30	2,20	100,2	44	
150	85,2	30	2,15	124,7	43	
180	87,3	30	2,18	143,5	43,6	

Para apreciar bien cómo varía la velocidad de infiltración a lo largo del tiempo, se adjunta a continuación el siguiente gráfico:

Velocidad de infiltración (mm/h)



3.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO.

3.1.- CONCLUSIONES DE CARÁCTER FÍSICO.

En lo que respecta a la granulometría y estructura del suelo, se obtiene que es aceptable para los cultivos que se desea implantar. Presenta una estructura franco-arcillo-arenosa. Su profundidad no va a presentar problemas para el cultivo ya que permite cualquier desarrollo de raíz. A su vez, la densidad aparente y la real, junto con la porosidad están comprendidos dentro de valores considerados como normales, por lo tanto no son factor limitante.

3.2.- CONCLUSIONES DE CARÁCTER HÍDRICO.

En el estudio realizado sobre la velocidad de infiltración, el valor obtenido se encuentra en un intervalo de infiltración moderada, lo que hace al suelo adecuado para el riego. Así que no va a tener ninguna limitación al respecto.

La capacidad de campo y el punto de marchitez obtenidos analíticamente 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 se desean implantar en la parcela.

2.2.3.- PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO.

Hacen referencia a diferentes elementos químicos (N, P, K, Ca, Fe...) cuya presencia en el suelo es fundamental para conferirle a éste unas características que harán viable o no la implantación de diferentes cultivos. A continuación se presentarán los resultados obtenidos de los análisis realizados y en el caso de la ausencia de alguno que sea relevante, se procederá a la aplicación de enmiendas adecuadas para reponer dicha escasez. Como criterio a seguir, nos centraremos en los siguientes fundamentos:

- El contenido de materia orgánica.
- La fertilidad.
- La acidez-alcalinidad.

Para saber cómo hemos de actuar se procede a continuación a exponer los resultados obtenidos de las muestras en el laboratorio:

<u>FERTILIDAD</u>	
pH	7,8
Materia Orgánica (%)	1,3
N total (%)	0,11
Salinidad (dS/m)	1,4
Carbonatos totales (%)	20,8
Relación C/N	13
P (ppm)	9

<u>CATIONES SOLUBLES MÁS INTERCAMBIABLES</u>	
Mg (meq/100g)	1,4
Na (meq/100g)	7,5
K (meq/100g)	125,4

3.3.- CONCLUSIONES DE CARÁCTER QUÍMICO.

- **FERTILIDAD.**

- **pH.** El valor obtenido es básico tendiendo a neutro, esto se debe a la cantidad de carbonatos que hay en el suelo. El valor se encuentra en un nivel aceptable para los cultivos que se van a implantar.
- **Materia orgánica.** El valor obtenido es de 1,3%, lo que es un nivel pobre y junto al exceso de carbonatos que presenta el suelo éste tiende a tener poca capacidad de absorción y retención del agua. Resultaría entonces necesario una enmienda orgánica 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 porcentaje adecuado para permitir un adecuado desarrollo de los cultivos.
- **Nitrógeno total.** Es del orden del 0,11%, por lo que se encuentra a un nivel adecuado y no se hace necesario ningún aporte adicional.
- **La relación C/N.** El valor obtenido es de 13, un nivel normal para un suelo de estas características. Hay una buena liberación de nitrógeno por parte de la materia orgánica.
- **La salinidad.** El valor obtenido ha sido de 1,4 dS/m, el cual es bajo. Se consideran como suelos no salinos aquellos con niveles de CE < 4dS/m. La influencia sobre los cultivos va a ser inapreciable y no alterará el adecuado desarrollo de éstos. Por lo tanto, en un principio, no se tomará ninguna

medida al respecto ya que esta cantidad se verá influenciada con el sistema de riego implantado.

- El fósforo. Tiene un valor de 9 ppm. Por lo que no será necesaria la realización de ningún aporte al encontrarse en cantidad suficiente.
- Cationes solubles. Tanto los niveles de sodio, magnesio y potasio obtenidos se encuentran en unos valores aceptables para el adecuado desarrollo de las plantas. Con lo cual no se hace necesario tomar ninguna medida al respecto.

3.4.- CÁLCULO DE LA ENMIENDA ORGÁNICA DE CORRECCIÓN.

El contenido óptimo en materia orgánica en un suelo de regadío se encuentra entre un 2-3% (en nuestro caso se intentará incrementar al 2%). En nuestro caso es de un 1,3% por lo cual éste ha de elevarse un 0,7%.

A la hora de elegir de qué tipo de animal domesticado procederá el estiércol a usar, nos basaremos en el siguiente cuadro:

ANIMAL	PRODUCCION kg / día	NUTRIENTES		
		Nitrógeno	Fósforo	Potasio
		-----kg/ 100kg de estiércol-----		
CABALLO	10	6.7	2.3	7.2
VACA	12	3.4	1.3	3.5
CERDO	4	4.5	2.0	6.0
OVEJA	0.6	8.2	2.1	8.4
GALLINA	0.07	15	10	4.0

Representación de las cantidades de N, P y K presentes en la enmienda de vacuno en general. Fuente: Aso y Bustos, 1991.

Teniendo en cuenta que inicialmente los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio son los adecuados en el suelo y que sólo se intenta incrementar el nivel de materia orgánica en él, se procederá a hacer la enmienda con estiércol de vaca ya que es

el que menor aporte de estos elementos tiene. Aparte, el ganado vacuno es bastante predominante en la zona. Éste se obtendrá de las explotaciones cercanas a la finca las cuales lo tienen almacenado de al menos 3 años. Al analizarlo químicamente se obtuvo un porcentaje de materia seca del 23 %.

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

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

Donde:

-p: Profundidad del suelo a elevar el contenido de MO (m). Se ha decidido los 0,2 metros más superficiales.

-Da = Densidad aparente (Tm/m³).

-MO_i = Porcentaje de materia orgánica inicial.

-MO_f = Porcentaje de materia orgánica final.

-ΔMO = Variación total de materia orgánica (Tm/ha).

Sustituyendo en la fórmula anterior se tiene que, en un principio, ΔMO es igual a 18,2 Tm/ha. Teniendo en cuenta que su grado de descomposición influye en su composición química y en el tiempo que al suelo le cuesta llegar a tener las características que estamos buscando en él, se tendrá en cuenta a la hora de calcular la dosis a aplicar.

Se considera un coeficiente de descomposición $K = 0,5$, debido a ello, el resultado anterior varía ya que se aplicará la siguiente expresión:

$$C = \frac{\Delta MO}{K \times ms}$$

Donde:

C: Cantidad de estiércol (Tm/ ha).

MS: porcentaje de materia seca del estiércol (en %).

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtiene una cantidad de estiércol a aplicar es de **158,26 Tm/Ha.**

3.5.- MANTENIMIENTO DE LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS Y NUTRIENTES.

En el apartado anterior se calculó la dosis necesaria de estiércol de vacuno a aplicar antes de comenzar la rotación. Las condiciones del suelo cambian conforme pase el tiempo ya que se van a combinar a lo largo de los años cultivos con altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes.

En la rotación se alternarán cultivos con efectos antagónicos sobre el suelo. A los que tienen una elevada profundidad radicular les seguirán otros que tengan poca. A los que tengan altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes y que además aporten una importante cantidad de materia vegetal tras la cosecha, e incluso aporten al suelo macronutrientes, como es el caso de las leguminosas (alfalfa y guisante).

Como en la rotación habrá cereales sería recomendable usar sus restos de cosecha como enmienda orgánica.

En el caso de que lo hecho anteriormente no cumpla con todos los requisitos de aporte de materia orgánica se volverá a hacer uso de estiércol de vacuno para así poder reponer todo lo necesario por lo que habrá que rehacer los pertinentes cálculos para hallar la dosis a aplicar.

CALIDAD DE AGUA DE RIEGO

ÍNDICE DEL ANEJO 5

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS.....	3
3. VARIABLES QUE DEFINEN LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.....	6
3.1 SALINIDAD.....	6
3.2 SODICIDAD.....	7
3.3 ALCALINIDAD.....	9
3.4 TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA.....	12
4. NORMAS COMBINADAS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD.....	13
4.1 NORMAS RIVERSIDE.....	13
4.2 NORMAS DE GREENE.....	14
4.3 RECOMENDACIÓN DE TAMES.....	16
5. CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE CALIDAD.....	18

1.- INTRODUCCIÓN.

Los suelos contienen sales solubles que provienen de la descomposición de las rocas y, también, de las aguas utilizadas para el riego y de las aguas provenientes del subsuelo. Las aguas de riego aportan sales al suelo y las de drenaje las eliminan. Cuando la cantidad de sales incorporadas al suelo es mayor que la eliminada, se incrementa el nivel de salinidad, pudiendo llegar a límites peligrosos.

Los problemas derivados de las sales contenidas en el agua de riego están relacionados con los efectos siguientes:

- Salinidad. Cuanto mayor es el contenido de sales en el agua del suelo, tanto mayor es el esfuerzo que la planta tiene que hacer para absorberla.
- Infiltración del agua en el suelo. Un contenido alto de sodio y bajo de calcio en el suelo significa que sus partículas tienden a disgregarse, lo que ocasiona disminución de la velocidad de infiltración del agua.
- Toxicidad. Algunas sales cuando se acumulan en cantidad suficiente resultan tóxicas para los cultivos u ocasionan desequilibrios en la absorción de los nutrientes.
- Otros efectos. En algunas ocasiones las sales acumuladas en el agua pueden producir obstrucciones en los equipos de riego.

La calidad del agua no es una característica que cambie solamente por aportaciones puntuales, sino que están ligados procesos de contaminaciones difusas, difíciles de estimar. En diferentes tramos de la cuenca hidrográfica del Ebro se dispone de estaciones de control con análisis especialmente orientados a este uso. Otros, en cambio, no quedan directamente representados por una estación por lo que su calidad puede asimilarse a la de tramos contiguos como, por ejemplo, los que corresponden con los canales importantes como es el caso del Canal de Monegros. Los datos acerca de la

calidad del agua que transcurre en su cauce vendrán dados por la estación 421, situada a la altura de Almudévar.

Los resultados acerca de la calidad de su agua dieron un resultado A2 que, según la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE 1996b), para su potabilización requieren un tratamiento físico normal, químico y desinfección.

2.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS

La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) proporciona datos de calidad de las aguas de riego, a partir de los análisis hechos en la estación nº421. Se dispone de análisis periódicos. Se optará por usar como resultados para el proyecto los de julio puesto que es el mes de máximas necesidades:

- Temperatura agua: 21,7 °C.
- pH = 8,1.
- Conductividad eléctrica (a 25°C): 0,35 dS/m.

Los datos con respecto a las diferentes concentraciones de sales en una muestra de agua tomada son los siguientes:

cationes		aniones	
	mg/l		mg/l
Calcio(Ca^{2+})	48,1	cloruros(Cl^-)	17
Magnesio(Mg^{2+})	9,73	Sulfatos(SO_4^{2-})	38,82
Sodio(Na^+)	9,48	Bicarbonatos(HCO_3^-)	120,62
potasio(K^+)	3,85	carbonatos(CO_3^{2-})	0

Otros iones			
	mg/l		mg/l
Nitratos	0,118	Manganeso	0,01
Nitritos	0,23	Mercurio	0,00
Cobre	0,00	Plomo	0,00
Hierro	0,10	Boro	0,00

Antes de proceder a los cálculos, habrá que evaluar la equivalencia entre miligramos y miliequivalentes:

Iones	Meq/mg	Mg/litro	Meq/l
Calcio	0,05	48,1	2,405
Magnesio	0,0819	9,73	0,797
Sodio	0,0434	9,48	0,411
Bicarbonatos	0,0164	120,62	1,978
Sulfatos	0,0208	38,82	0,807
Cloruros	0,0282	17	0,4794
Potasio	0,0256	3,85	0,099

Las sales que probablemente existen en el agua de riego pueden determinarse a partir de valores que, para cada uno de los iones haya dado el análisis:

- Cloruro sódico y magnésico (NaCl , MgCl_2).
- Sulfatos sódico, cálcico y magnésico (Na_2SO_4 , CaSO_4 , MgSO_4).
- Carbonato sódico (Na_2CO_3).
- Bicarbonato cálcico y magnésico [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$].

Para determinar estas sales se aplicarán las siguientes reglas:

1ª) Sumar por separado los meq 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.

- $\square (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 3,202 \text{ meq/l} = A$
- $\square (\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-) = 2,785 \text{ meq/l} = B$
- $B = \text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = 2,785 \text{ meq/l}$

2ª) Si en las sumas anteriores, los cationes superan a los aniones, el exceso se atribuye a cloruro magnésico (MgCl_2) y se interpreta que no hay sulfato sódico (Na_2SO_4).

- $\text{MgCl}_2 = B - A = 0,417 \text{ meq/l}$
- $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 0 \text{ meq/l}$

3ª) Si hubiese carbonatos (CO_3^{2-}), todos ellos se atribuyen a carbonato sódico.

4ª) La diferencia entre los cloruros (Cl^-) dados por el análisis y los posibles MgCl_2 calculados en la regla 2ª, se atribuyen a cloruro sódico (NaCl).

- $\text{NaCl} = \text{Cl}^- - \text{MgCl}_2 = 0,4794 - 0,417 = 0,0624 \text{ meq/l}$.

En definitiva, las sales probablemente que estarían presentes en el agua en la que se ha realizado el análisis serían:

- Cloruros de sodio y magnesio.
- Sulfatos cálcico y magnésico.
- Bicarbonatos cálcico y magnésico.

3.- VARIABLES QUE DEFINEN LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

3.1.-SALINIDAD.

a. Introducción.

Viene dada por la concentración de sales solubles (fácilmente ionizables) en el agua de riego y afecta en la disponibilidad de ésta para el cultivo. El valor de conductividad eléctrica es el indicativo más utilizado para evaluarla. Ésta se basa en el hecho de que las sales contenidas en una disolución salina dejan pasar la corriente eléctrica con más facilidad que el agua de por sí.

La conductividad eléctrica depende directamente de la temperatura a la que se mida, aumenta en un orden del 3% por cada grado centígrado. Muchos medidores que existen en el mercado normalizan automáticamente las lecturas a 25°C. Se expresa en milimhos por centímetro (mmho/cm) o en deciSiemens por metro (dS/m). Ambos son equivalentes, es decir, 1 mmho/cm = 1dS/m.

La concentración de sales y la conductividad eléctrica están relacionadas mediante la fórmula:

$$C \text{ (a } 25^{\circ}\text{C)} = 0,64 * CE.$$

Donde:

C: Concentración salina (g/litro).

CE: Conductividad eléctrica (dS/m).

Según los resultados obtenidos, la conductividad eléctrica medida en muestras de agua del canal de Monegros fue de 0,35 dS/m (a 25 °C) y la concentración total de sales 224 mg/l (a 21,7°C). Notar que es evidente que sustituyendo en la fórmula anterior los resultados no coinciden con los

experimentales ya que la temperatura a la que se realizó la medida era inferior.

b. Resultados.

Según Urbano Terrón P, (1995): R.S Ayers y D.W Westcot (1976 y revisión en 1987) para los problemas de salinización, utilizando la conductividad eléctrica del agua se propone la siguiente escala:

UNIDAD	NINGUNA	LIGERA A MODERADA	SEVERA
dS/m	Menor de 0,7	De 0,7-3	Mayor de 3
Mg/litro	Menor de 450	450-2000	Mayor de 2000

Por lo que, como conclusión, se puede decir que dicho agua no presenta problema alguno de salinidad.

3.2.-SODICIDAD.

Se expresa mediante la relación de adsorción de sodio (RAS), parámetro que representa la posible influencia del ión sodio, presente en el agua de riego, sobre el suelo. Una elevada proporción relativa de este elemento frente al calcio y magnesio puede inducir en el suelo la degradación del mismo con la consiguiente pérdida de estructura y permeabilidad.

Se reduce la velocidad de infiltración ya que con la dispersión de los agregados del suelo en partículas más pequeñas se taponan los poros dificultando el paso del agua a través de ellos. En cambio, el calcio y el magnesio, de por sí, favorecen la buena estructura del suelo que facilita la infiltración.

Para evaluar los problemas de infiltración se ha establecido el índice RAS, que viene definido por la siguiente fórmula:

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

Donde las concentraciones de los cationes se expresan en meq/l.

La FAO establece los siguientes límites a la hora de evaluar si la salinidad y el SAR del agua de riego suponen algún tipo de restricción sobre el agua a usar para riego:

UNIDADES	NINGUNA	LIGERA A MODERADA	SEVERA
RAS 0-3 Y CE	>0.7	0.7-0.2	< 0.2
RAS 3-6 Y CE	>1.2	1.2-0.3	<0.3
RAS 6-12 Y CE	>1.9	1.9-0.5	<0.5
RAS 12-20 Y CE	>2.9	2.9-1.3	<1.3
RAS 20-40 Y CE	>5.0	5-2.9	<2.9

Teniendo en cuenta que el SAR equivale a 0,32, se tiene que el agua de riego requiere de ligera a moderada restricción.

Otro índice que se suele encontrar en los estudios de aguas, está referido al contenido de calcio que hay en éstas (°F). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$^{\circ}F = \frac{(Ca^{2+} \cdot 2.5) + (Mg^{2+} \cdot 4.12)}{10}$$

En la expresión las concentraciones de los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} (ambos expresados en mg/l). Sustituyendo en la expresión por los valores correspondientes se obtiene un valor de 16,03.

La clasificación del agua de riego según el resultado obtenido previamente se realizará siguiendo la tabla expuesta a continuación (Ros Orta. S, 2001):

TIPO DE AGUA	°F
Muy dulce	<7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy dura	>54

Por lo que nos encontramos frente a una situación de agua medianamente dulce.

3.3.-ALCALINIDAD.

Los suelos alcalinos son suelos arcillosos con pH elevado (>9), estructura pobre y densa, baja capacidad de infiltración y lenta permeabilidad. Poseen a menudo una capa calcárea compacta a una profundidad de 0.5 - 1 m y son difíciles de cultivar. El intervalo óptimo de pH se encuentra entre 7 y 8. La media es de 8,1.

La influencia sobre la permeabilidad del suelo que tiene un agua de riego no depende sólo de la relación entre los cationes sodio, calcio y magnesio, sino que está relacionada también con la presencia en la composición del agua de iones bicarbonato, y carbonato; cuya actividad da lugar a la precipitación del agua de iones magnesio y, en consecuencia, a la disminución de la concentración de estos elementos en beneficio de la acción degradante que tiene el sodio en el suelo.

Para evaluar el riesgo de alcalinización de un suelo, R.S. Ayers y D.W. Westcot en 1976, consideraron que el conocido índice SAR no era representativo, debido a la precipitación de los carbonatos y bicarbonatos cálcicos y magnésicos y del sulfato cálcico, quedando en solución el carbonato sódico que aumentaba de forma muy importante la proporción relativa de sodio. Proponen un valor de SAR ajustado (SAR_{aj}) que puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$SAR_{aj} = SAR [1 + (8.4 - pH_c)] = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)]$$

Donde:

- pH_c : Valor teórico calculado para el pH del agua de riego con cal y en equilibrio con el CO_2 de la atmósfera del suelo.

El valor pH_c se determina mediante la siguiente fórmula:

$$pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(Al_k)$$

Donde:

- pK'_2 : Logaritmo decimal, cambiado de signo, de la segunda constante de disociación del H_2CO_3 .
- pK'_c : Logaritmo decimal, cambiado de signo, de la constante de solubilidad del $CaCO_3$.
- $p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$: Logaritmo decimal, cambiado de signo, de la concentración molar de Ca^{2+} y Mg^{2+} .
- $p(Al_k)$: Logaritmo decimal, cambiado de signo, de la concentración equivalente de $HCO_3^- + CO_3^{2-}$.

Para el cálculo del pH_c se hará uso de la tabla expuesta a continuación. Para poder trabajar con ella se requiere previamente los siguientes cálculos:

1. $(pK'_2 - pK'_c) = (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+) = 3,613 \text{ meq/l.}$
2. $p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = (Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 3,202 \text{ meq/l.}$
3. $p(Al_k) = (HCO_3^- + CO_3^{2-}) = 1,978 \text{ meq/l.}$

TABLA PARA CALCULAR pH_c			
Suma concentración (meq/l)	$(pK'_2 - pK'_c)$	$p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$p(Al_k)$
0,05	2	4,6	4,3
0,1	2	4,3	4
0,15	2	4,1	3,8
0,2	2	4	3,7
0,25	2	3,9	3,6
0,3	2	3,8	3,5
0,4	2	3,7	3,4
0,5	2,1	3,6	3,3
0,75	2,1	3,4	3,1
1	2,1	3,3	3
1,25	2,1	3,2	2,9
1,5	2,1	3,1	2,8
2	2,2	3	2,7
2,5	2,2	2,9	2,6
3	2,2	2,8	2,5
4	2,2	2,7	2,4
5	2,2	2,6	2,3
6	2,2	2,5	2,2
8	2,3	2,4	2,1
10	2,3	2,3	2,0
12,5	2,3	2,2	1,9
15	2,3	2,1	1,8
20	2,4	2	1,7
30	2,4	1,8	1,5
50	2,5	1,6	1,3
80	2,5	1,4	1,1

Entrando en la tabla anterior, con los datos calculados anteriormente se obtienen los siguientes valores:

- $(pK'_2 - pK'_c) = 2,3$
- $p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 2,36$
- $p(Al_k) = 2,06$

Con estos valores se calcula el valor de pH_c :

$$pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(Al_k) = 2,3 + 2,36 + 2,06 = 6,72$$

Así pues, el valor del SAR ajustado aplicando la fórmula escrita anteriormente, es:

$$SAR_{aj} = 0,322 \times [1 + (8,4 - 6,72)] = 0,863$$

Con este valor de SAR ajustado, entrando en la siguiente tabla se obtiene que no hay riesgo de alcalinización.

	CALIFICACIÓN DEL AGUA
$SAR_{aj} \leq 6$	No hay riesgo de alcalinización.
$6 < SAR_{aj} < 9$	Moderado riesgo de alcalinización
$9 < SAR_{aj}$	Grave riesgo de alcalinización

3.4.-TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA

Algunos iones producen efectos tóxicos en las plantas cuando éstas los absorben en excesiva cantidad. Los más peligrosos son: cloruro, sodio y boro.

En la siguiente tabla se indican las directrices para evaluar los problemas de toxicidad.

	unidad	ninguna	Ligera a moderada	severa
Sodio	Meq/litro	Menor de 3	Mayor de 3	Mayor de 9
Cloruro	Meq/litro	Menor de 3	Mayor de 3	Mayor de 10
Boro	Mg/litro	Menor de 0,7	0,7-3	Mayor de 3

Por lo que se puede ver con los resultados obtenidos, no hay ningún tipo de intoxicación de estos elementos en el agua de riego a usar.

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

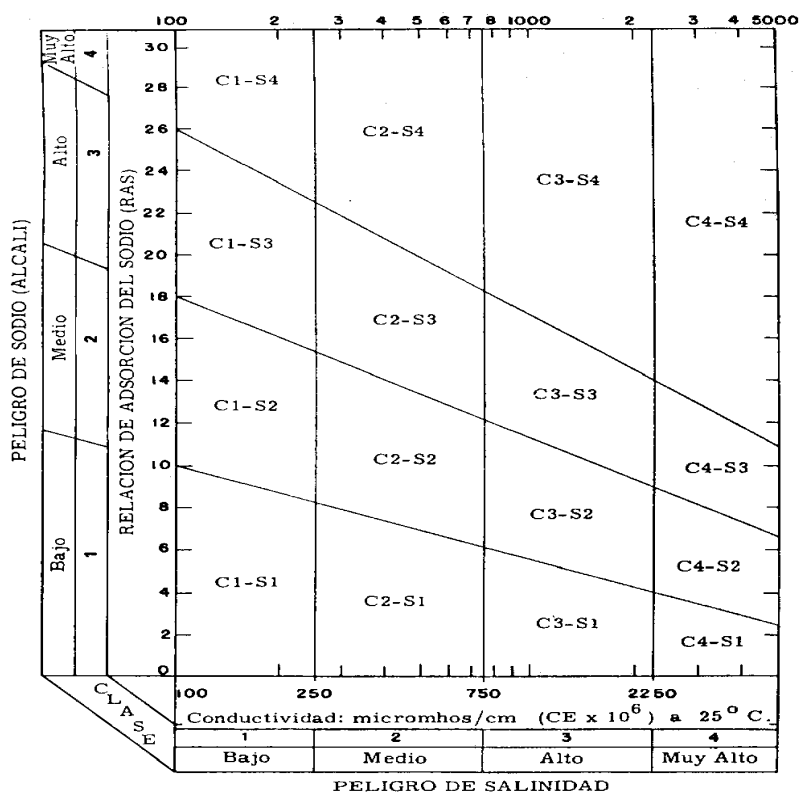
Son numerosos los criterios que se han utilizado para caracterizar la calidad de las aguas de riego. Nos referiremos aquí, solamente a los de mayor aceptación y se basan en la utilización combinada de alguno de los índices antes descritos.

4.1.-NORMAS 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_iS_j , en la que los valores de C, son los correspondientes a la CE y los S, los del SAR. Los subíndices varían entre 1 y 4.

Si se entra en el siguiente diagrama con los valores de SAR (ajustado) = 0,863 y CE (a 25°C) = 427 micromhos/cm:



Normas de Riverside. Diagrama para la clasificación de aguas de riego. (U. S. Soil Salinity Laboratory).

Se obtiene una clase de agua C2-S1, que indica un riesgo medio de salinización del suelo pero muy bajo de alcalinización.

4.2.- NORMAS H. GREENE.

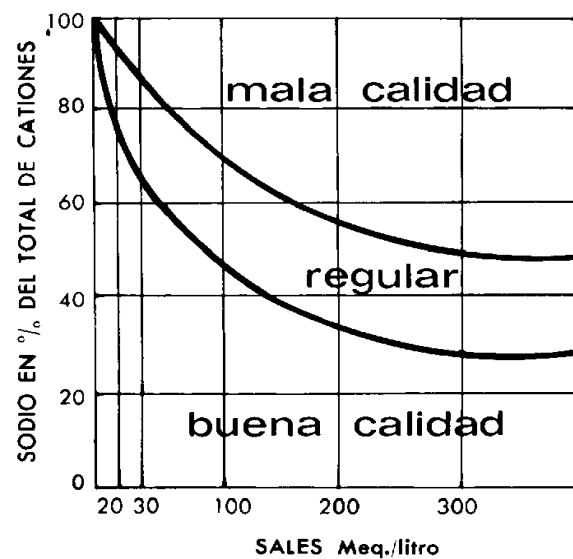
Esta norma clasifica el agua de riego según la cantidad de sodio expresado en porcentaje con respecto al total de cationes contenidos y la concentración total de sales (meq/l).

CATIONES	
	Meq/l
Calcio (Ca^{2+})	2,405
Magnesio(Mg^{2+})	0,797
Sodio(Na^+)	0,411
Potasio(K^+)	0,099

Entonces:

- %Na = 11,07 %.
- Concentración total (cationes+aniones) = 3,712 + 3,26 = 6,972 meq/l.

Con estos valores obtenidos se entra en el siguiente gráfico:



Como se puede ver, se obtiene como resultado un agua de buena calidad para el riego.

4.3.-RECOMENDACIONES DE TAMÉS.

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

- **Riesgo de salinización.** Considera los sólidos disueltos en gramos/litro (g/l) o su equivalente en conductividad eléctrica.
- **Riesgo de alcalinización:** Considera dos índices:

a) **Índice de Eaton o carbonato sódico residual (CSR).**

Indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes de calcio, magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Se calcula a partir de los valores obtenidos en el análisis (meq/l):

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^{2-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

El criterio para caracterizar aguas de riego, según este índice es:

CSR	CRITERIO
< 1,25	BUENAS
$1,25 \leq CSR < 2,5$	DUDOSAS
$2,5 \leq CSR$	MALAS

Así pues, en este caso, CSR = -1,224. El agua es buena y utilizable para el riego.

b) **Índice de Kelly o relación de calcio.**

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

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

Sustituyendo con los valores correspondientes se obtienen un valor de la relación de calcio de 0,66.

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

De acuerdo con todo ello, los criterios para la clasificación propuesta por Tamés, son los siguientes:

	AGUAS POSITIVAMENTE BUENAS	AGUAS POSITIVAMENTE MALAS
SÓLIDOS DISUELTOS (g/l)	<0,5	>12
ÍNDICE DE EATON O CSR (meq/l)	<1,25	>2,5
RELACIÓN DE CALCIO (%).	>35	<35
CONTENIDO EN BORO (mg/l)	<0,33	>3,75

En nuestro caso las características del agua son:

- Sólidos disueltos = 248,058 mg/l = 0,248 g/l. Menor que 0,5 g/l
- Índice de Eaton o CSR = -1,224 meq/. Menor que 1,25 meq/l
- Relación de calcio = 66%. Mayor que 35 %.
- Contenido en boro = 0,0 meq/l.

Por lo tanto, el agua se considera como positivamente buena y apta para el riego.

5.-CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

Con todo lo expuesto en este anejo, se llega a la conclusión de que este agua no causará ningún problema sobre el desarrollo de los cultivos ni sobre el suelo de la parcela, ya que cumple todos los requisitos mínimos de calidad.

Por lo tanto se puede decir, que el agua del Canal de Monegros es óptima y sin ningún tipo de limitación, con lo cual se aconseja el desarrollo del presente proyecto.

ROTACIÓN DE CULTIVOS

ÍNDICE DEL ANEJO 6

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CULTIVOS PROPUESTOS PARA LA ROTACIÓN.....	2
3. PARÁMETROS DE ROTACIÓN Y DE LAS ALTERNATIVAS.....	3
4. ROTACIÓN DE CULTIVOS.....	4

1.- INTRODUCCION.

Se establecen unas pautas para organizar la futura distribución de los cultivos. Éstos serán extensivos y propios de la zona, por lo que no es necesario una fase previa de adaptación.

La rotación propuesta tiene la finalidad de obtener rendimientos crecientes y presentar una elasticidad para poder reaccionar ante las fluctuaciones que se pudieran producir en el mercado en años venideros.

2.- CULTIVOS PROPUESTOS PARA LA ROTACIÓN.

Los cultivos propuestos para la rotación son:

CULTIVO	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE RECOLECCIÓN
CEBADA	5 de noviembre	5 de junio
TRIGO	1 de diciembre	15 de junio
MAÍZ	1 de mayo	15 de octubre
ALFALFA	-----	-----
GIRASOL	10 de mayo	20 de septiembre
GUISANTE	15 de diciembre	10 de mayo

Para la elección éstos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- La capacidad del propietario para comercializar los productos.
- La Política Agraria Común (PAC), que obliga a dejar parte de la explotación en abandono, y además subvenciona algunos cultivos haciendo variar su rentabilidad.

- Cierta flexibilidad en la rotación para que el agricultor pueda introducir cultivos no previstos que interesen en un determinado momento.
- Adaptación de los cultivos en clima y suelo (cultivos de la zona).
- La condición mejoradora o esquilante de los cultivos sobre el suelo.
- La combinación de distintas especies para evitar la proliferación de malas hierbas y parásitos específicos. Permitir a las capas superiores del suelo el ser exploradas por raíces de diferente profundidad.

3.- PARÁMETROS DE ROTACIÓN Y DE LA ALTERNATIVA.

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

Hay que combinar aquellos con altas necesidades nutricionales con otros menos exigentes y que además aporten una importante cantidad de materia vegetal tras la cosecha, e incluso aporten al suelo macronutrientes esenciales, como es el caso de las leguminosas (alfalfa y guisante).

La superficie a cultivar se ha dividido en las siguientes hojas intentando buscar aproximadamente una igualdad en tamaño de todas ellas:

- HOJA 1: Formada por el pivot-1 y coberturas 1 y 3. Con una superficie de 78,79 ha.
- HOJA 2: Formada por el pivot-3 y coberturas 2 y 4. Con una superficie de 69,18 ha.
- HOJA 3: Formada por los pivot 2 y 5 y coberturas 5 y 8. Con una superficie de 70,45 ha.
- HOJA 4: Formada por el pivot 4 y las coberturas 6 y 7. Con una superficie de 64,26 ha.

5

AÑO 9													AÑO 10												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
A	CEBADA												GUISANTE				MAIZ								
B	ALFALFA																								
C	ALFALFA																								
D	GUISANTE				MAIZ					TRIGO							ALFALFA								

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELEGIDO

ÍNDICE DEL ANEJO 7

Página

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.....	2
a. COBERTURA TOTAL ENTERRADA.....	3
b. MÁQUINA PÍVOT.....	7

1.- INTRODUCCIÓN.

En este anejo se van a explicar las ventajas y los inconvenientes que presenta el riego por aspersión. Asimismo se indican las características de los elementos que constituyen los diferentes tipos de sistemas elegidos (aspersores, etc.).

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Se ha elegido la aspersión como sistema de riego, porque sus características técnicas hacen posible esta transformación. Las principales características que definen el riego por aspersión 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 satisfactoria que en riegos tradicionales.

Las características indicadas anteriormente son las ventajas del riego por aspersión, pero éste también presenta ciertos inconvenientes, los cuales son:

- 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 de viento elevadas.
- El coste elevado de implantación, que se ve compensado con un aumento de producción considerable.

2.1.- COBERTURA TOTAL ENTERRADA.

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.

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 cual 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 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.

2.1.2.- 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.

Se opta por la distribución que tiene una distribución del marco en forma triangular, en donde los aspersores ocupan 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.

Para la distribución triangular la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la separación entre dos laterales contiguos será igualmente de 18 metros, lo que dará una red de triángulos equiláteros.

La causa por la que se toma este marco de colocación de los aspersores es principalmente por la uniformidad, y en segundo plano, por la adaptabilidad a la gran mayoría de herramienta, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de tres metros.

Otra condición que se debe tener en cuenta, 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, y 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.

2.1.3.- 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, adaptándose al marco exigido por el promotor, 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 de 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/ seg., 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.

2.1.4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS ASPERSORES.

- **Aspersor circular.**
- - Caudal emitido por el aspersor: **1.976 L/h.**
 - Presión nominal: **3 Kg/cm².**
 - Boquilla aspersor: **3/16'' (4,76 mm)**
 - Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32'' (2,38 mm).**
 - Alcance: **14,5 m.**
 - Velocidad rotación: **1,070 rpm.**

- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **81,76%**
- Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4,76\text{mm}/ 30 \text{ mca} =$
0,1587.
- Índice de Poggi: $14,5 \text{ m}/ 30 \text{ mca} =$ **0,4833.**
- Densidad de aspersión: **7,04 mm/ h**

- **Aspersor sectorial:**

- Caudal emitido por el aspersor: **1757 L/h.**
- Presión nominal: **3 Kg/cm².**
- Boquilla aspersor: **13/64'' (5,15 mm)**
- Alcance: **15,2 m.**
- Velocidad rotación: **0,54 rpm.**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **80,99%**
- Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 5,15 \text{ mm}/ 30 \text{ mca} =$
0,1716.
- Índice de Poggi: $15,2 \text{ m}/ 30 \text{ mca} =$ **0,5066.**
- Densidad de aspersión: **5,42 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".

2.2.- MAQUINA PÍVOT.

El pívot consiste en una tubería conectada a un eje de pivote, anclado este en el suelo de la parcela y sobre una base de hormigón. Los tramos de tubería están elevados unos 3,5 metros, y suspendidos por torres que distan entre si unos 50 metros. Dichas torres se apoyan en dos ruedas que son movidas por un motor, de 0,75 C.V. que está situado en el centro.

Mientras la maquinaria gira alrededor de su punto de pivote, el agua se inyecta a la tubería y se dispersa por medio de aspersores a lo largo de la máquina.

2.2.1.-VENTAJAS E INCONVENIENTES.

A la hora de elegir el Pívot como sistema más apropiado para una finca, se han considerado las siguientes ventajas e inconvenientes:

- Tiene un bajo precio de instalación en superficies medias y grandes.
- Alto grado de automatización.
- Poca necesidad de mano de obra para su manejo.
- Permite realizar labores sin obstáculos.
- Presenta un bajo costo de mantenimiento.
- Deja esquinas sin regar, las cuales si se quieren regar se debe hacer por otro sistema.
- Precisa de grupos electrógenos para el movimiento de la maquinaria si no se dispone de electrificación en la finca.
- Tiene una alta pluviometría en los últimos tramos.
- Se atascan en terrenos fuertes, con lo que se hace necesario tomar las medidas correspondientes.

La elección del riego con pívot impone cambiar o adaptar, en parte y en algunos casos, los sistemas de cultivo.

2.2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINA PÍVOT.

Se van a instalar tres tipos de máquina pívot en la parcela a transformar en el presente proyecto. Tendrán las siguientes características:

- Tres de ellas tendrán un radio de 359 metros, 7 tramos de 50 y un alero de 9 metros. Cubrirán aproximadamente 40,5 hectáreas cada una de ellas.
- Otra tendrá un radio de 409 metros, 8 tramos de 50 y un alero de 9 metros, cubriendo aproximadamente 52,55 hectáreas.
- Otra tendrá un radio de 259 metros, 5 tramos de 50 y un alero de 9 metros, cubriendo aproximadamente 21,07 hectáreas.

La tubería de las máquinas será de acero galvanizado, de un diámetro de 8 5/8" (203,4 mm), e irá colocada a una altura máxima de 3,5 metros, sobre torres autopropulsadas con estructura de acero igualmente galvanizado, por medio de motores eléctricos.

Los aspersores circulares:

- Presión nominal: 3 Kg/cm².
- Velocidad de rotación: 0,538 rpm.
- Alcance del aspersor: 14 m.

Cañón fin de tramo sectorial:

- Presión nominal: 3 Kg/cm².
- Velocidad de rotación: 0,538 rpm.
- Alcance del aspersor efectivo: 12 m.

La disposición de los mismos a lo largo de la máquina viene dada por el fabricante de la misma. El grupo generador estará junto a la base del pívot para evitar el soterramiento del cable y por lo tanto, el encarecimiento de la instalación, por tener que trasladarlo en caso distinto desde la caseta de controles hasta el pivote de la máquina, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se construirá una caseta junto a la base del pívot para resguardar el grupo generador, el filtro correspondiente y el sistema de inyección de fertilizantes.

JUSTIFICACIÓN DE OPCIONES

ÍNDICE DEL ANEJO 8

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. JUSTIFICACIÓN DE LA CONVERSIÓN A REGADÍO.....	2
2.1 CLIMATOLOGÍA.....	2
2.2 RENDIMIENTO DE LA COSECHA(PRODUCCIÓN).....	2
3. FACTORES QUE CONDICIONAN EL SISTEMA DE RIEGO.....	3
3.1 TOPOGRAFÍA Y CONTORNO DE LA PARCELA.....	3
4. DISTRIBUCIONES PLANTEADAS DEL SISTEMA DE RIEGO.....	3
4.1 OPCIÓN 1.....	3
4.2 OPCIÓN 2.....	4
5. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS OPCIONES.....	5

1.- INTRODUCCIÓN.

En este anejo, se muestran las diferentes formas de distribución del sistema de riego con las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, así pues, se pretende elegir la opción más adecuada para la parcela mediante una exposición razonada de la misma, de igual modo se hará una descripción del funcionamiento y características más importantes del sistema de riego elegido, así como de su diseño.

2.- JUSTIFICACIÓN DE LA CONVERSIÓN A REGADÍO.

La transformación a regadío de una parcela de secano, con posibilidades de desarrollo, queda siempre justificada; siempre y cuando se puedan obtener de ella una rentabilidad acorde con la inversión que se ha de efectuar; y que estará condicionada por los siguientes factores:

2.1.- CLIMATOLOGÍA.

La precipitación es el principal problema que nos lleva a la decisión de implantar el sistema de riego.

Observando las condiciones climatológicas de la zona (anejo 3) se puede ver que la precipitación media anual es bastante escasa para el sustento de los cultivos. Este hecho, justifica por sí solo, la necesidad de implantar un sistema de riego para poder cultivar una amplia gama de cultivos, ya que exceptuando la escasa cantidad de lluvia que se produce en la zona objeto de este proyecto, el resto de los factores climatológicos son óptimos para el desarrollo y crecimiento de todo tipo de cultivos herbáceos extensivos propios de la zona.

2.2.- RENDIMIENTO DE LA COSECHA (PRODUCCIÓN).

Para obtener un máximo rendimiento de cosecha es fundamental un buen aporte hídrico, tanto en cantidad como en homogeneidad. Este aporte debe estar bien repartido a lo largo

del ciclo vegetativo del cultivo par lograr una buena producción. El buen reparto del agua de riego y la homogeneidad a nivel de parcela va a estar condicionada por el sistema de riego que se elija, y de ello dependerá el rendimiento de la cosecha que se vaya a obtener de la parcela.

3.- FACTORES QUE CONDICIONAN EL SISTEMA DE RIEGO ELEGIDO.

3.1.- TOPOGRAFÍA Y CONTORNO DE LA PARCELA.

Nos encontramos ante una parcela con una extensión de 287 hectáreas, las cuales tienen un contorno bastante irregular. Las pendientes no son muy elevadas, ya que están en torno al 1% por lo que puede considerarse la parcela prácticamente llana en su extensión.

Por lo tanto no se va a presentar limitación alguna a la hora de realizar la elección del sistema de riego a implantar en la parcela ya que la escorrentía que se pudiera producir por elevadas pendientes es mínima.

4.- DISTRIBUCIONES PLANTEADAS DEL SISTEMA DE RIEGO.

En este apartado se muestran las posibles soluciones que se pueden adoptar para la parcela.

4.1.- OPCION 1.

En esta opción se instalan 5 pívot, tres de los cuales tienen 359 metros de radio, (compuestos de 7 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarcan una superficie de aproximadamente 40,5 hectáreas cada uno. Otro pívot tiene un radio de 409 metros (compuesto por 8 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que riega una superficie de 52,55 hectáreas. El último tiene 259 metros de radio, (compuesto de 5 tramos

de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarca una superficie de aproximadamente 21,07 hectáreas.

En el resto de la finca se adopta cobertura total enterrada, quedando la siguiente distribución:

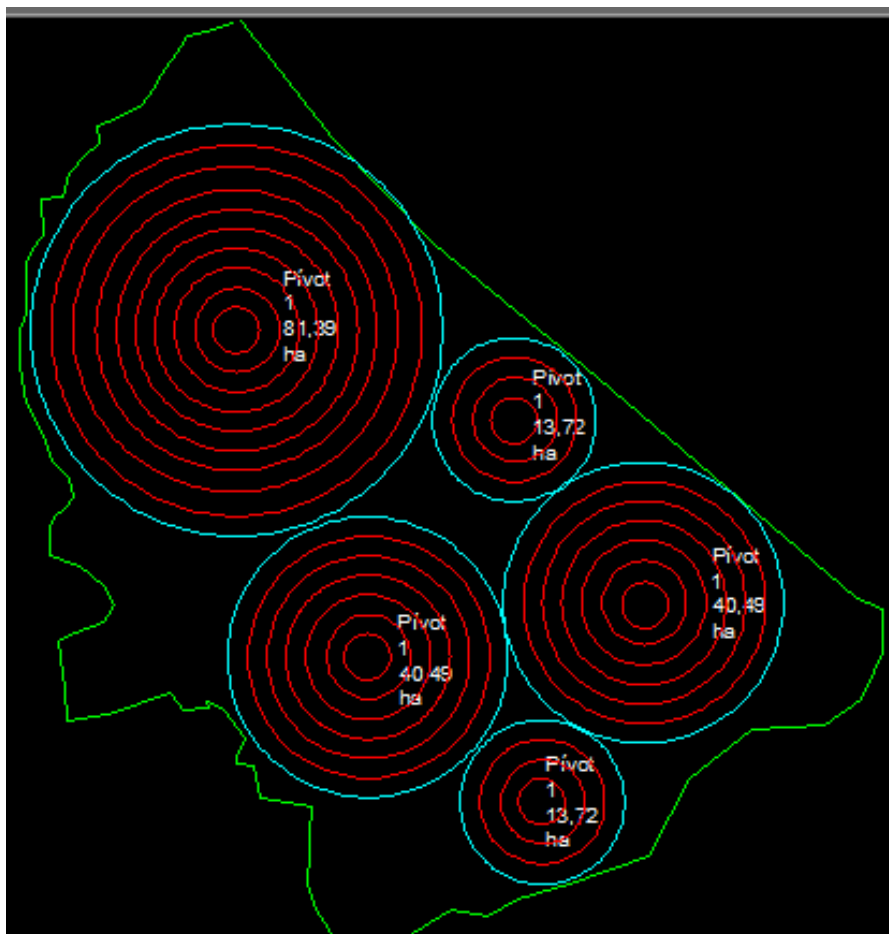


4.2.- OPCION 2.

En esta opción se instalan 5 pivots, dos de los cuales tienen 359 metros de radio, (compuestos de 7 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarcan una superficie de aproximadamente 40,5 hectáreas cada uno. Otros dos pivots tienen un radio de 209 metros (compuesto por 4 tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que riegan una superficie de 13,72 hectáreas. El último tiene 509 metros de radio, (compuesto de 10

tramos de 50 metros más un alero de 9 metros), y que abarca una superficie de aproximadamente 81,39 hectáreas.

En el resto de la finca se adopta cobertura total enterrada, quedando la siguiente distribución:



5.- VALORACIÓN ECONOMICA DE LAS OPCIONES.

En este apartado se realiza un breve estudio económico para obtener la solución final. Este estudio no pretende ser exhaustivo en las opciones escogidas y los precios usados son precios orientativos, aunque dan una idea bastante acertada de lo que supondría la elección de una opción u otra.

Estos precios no incluyen el coste de las estaciones de bombeo así como el del embalse; y son los que actualmente circulan en el mercado del sector, y se han obtenido de profesionales en la instalación de sistemas de regadío:

➤ **Opción 1.**

- 195,09 hectáreas con pívot a 1.600 €/Ha, dan un total de 312.144 €.
- Cobertura total de 87,59 hectáreas a 3.305 €/Ha, da la cantidad de 289.485 €.
 - Por lo tanto asciende a **601.629 €**.

➤ **Opción 2.**

- 189,81 hectáreas con pívot, a 1.600 €/Ha; da la cantidad de 303.696 €.
- Cobertura total de 97,19 hectáreas a 3.305 €/Ha, asciende a 321.213 €.
 - Por lo tanto asciende a **624.909 €**.

Tras haber realizado la comparativa de las posibles opciones expuestas se puede observar que la opción más favorable es la opción 1 por los siguientes motivos:

- Es la más económica de las dos ya que existe una diferencia de 23.280 €.
- El gran pívot de la opción 2 (el que cubre 81,39 ha) podría ser factible, pero le costaría mucho más tiempo dar un riego completo, que combinando los de la opción 1. Además necesitaría un caudal en toma elevado, lo que unido a las demás instalaciones incluidas en la opción, sería necesario un bombeo de caudal elevado llegando a aumentar considerablemente los costes.

Por lo tanto, tenidos en cuenta los condicionantes anteriormente expuestos, se llega a la conclusión de que la disposición del sistema de riego de la **opción 1** es la más adecuada para el conjunto de la finca y por lo tanto la que se decide adoptar para llevar a cabo la transformación a regadío de ésta.

CÁLCULO AGRONÓMICO

ÍNDICE DEL ANEJO 9

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.....	2
2.1 NECESIDADES NETAS.....	3
2.2 NECESIDADES REALES.....	4
3. DIMENSIONAMIENTO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.....	8
3.1 DOSIS MÁXIMA DE RIEGO.....	9
3.2 DOSIS ÚTIL DE RIEGO.....	10
3.3 DOSIS REAL DE RIEGO.....	12
3.4 CÁLCULO DEL RIEGO.....	13
3.5 CÁLCULO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN MEDIANTE PÍVOT..	20

1.- INTRODUCCIÓN.

En el presente anejo, se van a calcular las necesidades hídricas para el sistema de riego a diseñar y para todo el periodo vegetativo de los cultivos de la rotación elegida.

Las precipitaciones son parte del agua necesaria para cubrir las necesidades de los cultivos no son suficientes por lo que se hace necesario un aporte de agua mediante el riego, el cual se diseñará y dimensionará a partir de los datos obtenidos de este anejo.

Para conocer la cantidad de agua que hay que aportar, se hace necesario conocer las necesidades de la planta para que lleve a cabo su desarrollo, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento. Los datos han sido calculados en el anejo del estudio climático.

La programación del riego tiene por finalidad el ahorro de agua y energía sin reducir la producción, tratando de dar una respuesta a las siguientes preguntas:

- Cuándo se debe regar.
- Cuánta cantidad de agua se debe aplicar en cada riego.
- Cuánto tiempo se debe aplicar el agua en cada riego.

2.- NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.

Hay que diferenciar entre necesidades netas y totales. No toda la cantidad de agua que se aplica en la parcela de riego es aprovechada por la planta. Una parte de esa agua aplicada se pierde por varias causas:

- Por escorrentía en la superficie y porque penetra en profundidad fuera del alcance de las raíces.
- Por evaporación directa desde el chorro de agua en los sistemas de riego que pulverizan el agua.
- Por añadir agua en exceso para el lavado de las sales.

Las necesidades netas hacen referencia a la cantidad de agua que puede disponer la planta. Las totales a la cantidad de agua que se necesitan aplicar por el sistema de riego.

2.1.- NECESIDADES NETAS.

Es la cantidad de agua que tiene que recibir la parcela para satisfacer las necesidades de las plantas y tener el máximo de producción posible, en cuanto del agua dependa. Según el sistema de riego que usemos, la eficiencia en la aplicación del agua será mayor o menor. Las expresiones complejas que recogen los balances hídricos de agua del suelo no se utilizan en la práctica para establecer necesidades de agua de riego. Así las necesidades serían:

$$N = ET_c - P_e$$

Donde la ET_c es el agua útil almacenada en la zona radicular evapotranspirada y P_e es el agua útil procedente de la precipitación natural.

En el caso de que la precipitación media sea superior a 75 mm, la efectiva se calculará (José Luis Fuentes Yagüe, 1996) a partir de la siguiente fórmula:

$$P_e = 0,8P - 25$$

En el caso de que sea inferior:

$$P_e = 0,6P - 10$$

La eficiencia de aplicación (E_a) es pues la relación entre el agua que necesitamos y el que realmente hemos de aportar a consecuencia de las pérdidas que hay en el sistema de riego elegido. Tanto para cobertura total como para pívot se considerará un 80%.

2.2.- NECESIDADES REALES.

En el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas (N_n), la eficiencia de aplicación del sistema (E_a) y las necesidades de lavado de sales (F_L). En la eficiencia de aplicación se incluyen las pérdidas de agua por percolación, evaporación y escurrimiento, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como $(1 - F_L)$, y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego, y no causar de esta manera un gasto innecesario en la instalación.

De esta forma, las necesidades reales pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{N_n}{E_a \cdot (1 - F_L)}$$

Donde:

- N_r : Necesidades reales.
- N_n : Necesidades netas.
- E_a : Eficiencia de aplicación.
- F_L : Fracción de lavado de sales.

La fracción de lavado se calculará mediante la siguiente expresión:

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

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 las fórmulas anteriores, se obtienen los siguientes valores de necesidades de lavado:

CULTIVO	CE_w	CE_e	E_a	F_L
CEBADA	0,35	8	0,8	0,009
TRIGO	0,35	6	0,8	0,012
MAÍZ	0,35	1,7	0,8	0,043
ALFALFA	0,35	2	0,8	0,036
GIRASOL	0,35	1,5	0,8	0,049
GUISANTE	0,35	1	0,8	0,075

A continuación se va a calcular las necesidades reales para cada cultivo durante su periodo vegetativo.

2.2.1.- NECESIDADES REALES DE RIEGO POR ASPERSIÓN.

2.2.1.1.- CEBADA

MESES	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Noviembre	8,67	21,51	12,84	16,2
Diciembre	9,62	10,44	0,82	1,03
Enero	6,61	18,54	11,93	15,05
Febrero	2,21	36,19	33,98	42,86
Marzo	3,86	88,57	84,71	106,85
Abril	18,55	110,87	92,32	116,45
Mayo	15,37	118,55	103,18	130,15
Junio	2,68	54,70	52,02	65,62

2.2.1.2.- TRIGO

MESES	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Diciembre	8,67	10,59	1,92	2,43
Enero	9,62	17,03	7,41	9,34
Febrero	6,61	34,42	27,81	35,18
Marzo	2,21	87,76	85,55	108,24
Abril	3,86	110,86	107,0	135,37
Mayo	18,55	141,99	123,44	156,17
Junio	15,37	86,66	71,29	90,19

2.2.1.3.- MAÍZ

MESES	P_e (mm)	ET_c (mm/mes)	N_n (mm/mes)	N_r (mm/mes)
Mayo	15,37	73,06	57,69	75,35
Junio	2,68	141,48	138,8	181,30
Julio	0,0	247,19	247,19	322,87
Agosto	3,92	229,39	225,47	294,50
Septiembre	11,82	128,89	117,07	152,91
Octubre	12,64	48,46	35,82	46,79

2.2.1.4.- ALFALFA

MESES	P_e (mm)	ET_c (mm/mes)	N_n (mm/mes)	N_r (mm/mes)
Enero	6,61	19,18	12,57	16,3
Febrero	2,21	31,58	29,37	38,08
Marzo	3,86	71,66	67,8	87,91
Abril	18,55	89,70	71,15	147,61
Mayo	15,37	122,69	107,32	139,16
Junio	2,68	167,88	165,2	214,21
Julio	0,0	203,70	203,70	264,13
Agosto	3,92	183,93	180,01	233,42
Septiembre	11,82	119,49	107,67	139,61
Octubre	12,64	69,56	56,92	73,81
Noviembre	8,67	26,59	17,92	23,24
Diciembre	9,62	12,73	3,11	4,03

2.2.1.5.- GIRASOL

MESES	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Mayo	15,37	70,31	54,94	72,21
Junio	2,68	133,93	131,25	172,52
Julio	0,0	228,88	228,88	300,84
Agosto	3,92	202,52	198,6	261,04
Septiembre	11,82	87,26	75,44	99,16

2.2.1.6.- GUISANTE

MESES	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Diciembre	9,62	10,44	0,82	1,11
Enero	6,61	16,81	10,2	13,78
Febrero	2,21	36,55	34,34	46,41
Marzo	3,86	87,76	83,9	113,38
Abril	18,55	109,86	91,31	123,39
Mayo	15,37	143,37	128,0	172,97

3.- DIMENSIONADO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Las tablas anteriores no se tendrán en cuenta para los meses críticos, por lo que ahora en adelante se realizarán los cálculos para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

En este caso el cultivo más exigente en el riego por aspersión es el maíz, que presenta una ET_c de 247,19 mm en el mes de julio.

3.1- DOSIS MÁXIMA 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:

$$D_m = 10000 \left(\frac{m^2}{Ha} \right) \cdot h(m) \cdot \left(\frac{CC - PM}{100} \right) \cdot D_a$$

Donde:

- **D_m** = Dosis máxima en m³/Ha y riego.
- **h** = Profundidad efectiva de la zona radicular del cultivo.
- **CC** = Capacidad de campo, en % en volumen.
- **PM** = Punto de marchitez, en % en volumen.
- **D_a** = Densidad aparente del suelo, en Tm/m³.

Aplicando la expresión anterior, y sustituyendo por los valores correspondientes se obtiene la siguiente tabla para los diferentes tipos de cultivos considerados. Siendo el agua útil:

	CC(mm)	PM(mm)	h (m)	Da (Tm/m³)	Dm (m³/ Ha y riego)	Dm (mm/riego)
Cebada	19,14	10,18	0,8	1,27	910,34	91,03
Trigo	19,14	10,18	0,8	1,27	910,34	91,03
Maiz	19,14	10,18	0,6	1,27	682,75	68,28
Alfalfa	19,14	10,18	1,2	1,27	1365,50	136,55
Girasol	19,14	10,18	0,9	1,27	1024,12	102,41
Guisante	19,14	10,18	0,4	1,27	455,17	45,52

3.2.- DOSIS ÚTIL DE RIEGO.

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido en humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua. Por ello para evitar reducción en los rendimientos de los cultivos interesa mantener siempre el contenido de humedad del suelo muy por encima del punto de marchitez, y eso obliga a regar con dosis más pequeñas que la dosis máxima y a hacerlo con una frecuencia elevada. Así se evita este descenso de rendimiento en los cultivos.

A efectos de cálculo, la dosis útil se calcula como:

$$D_u = a \times D_m$$

Donde :

- **D_u**: Dosis útil de riego, en m³/Ha y riego
- **a**: Factor reductor en riegos por aspersión, que toma valores más próximos a 0.3 cuanto más fijo es el sistema y valores de 0.1 cuanto más móvil es éste (según J.L. De Paco).
- **D_m**: Dosis máxima de riego, en m³/Ha y riego.

Se va a tomar un valor de 0,3 para la cobertura total enterrada y de 0,2 para las máquinas pívot. De esta forma se obtienen los siguientes valores:

- **Para cobertura total enterrada:**

$$D_u = 0,3 \times D_m$$

	a	D_m(m³/ Ha y riego)	D_u (m³/Ha y riego)
Cebada	0,3	910,34	273,10
Trigo	0,3	910,34	273,10
Maiz	0,3	682,75	204,83
Alfalfa	0,3	1365,50	409,5
Girasol	0,3	1024,12	307,24
Guisante	0,3	455,17	136,55

- **Para máquinas pívot:**

$$D_u = 0,2 \times D_m$$

	a	D_m(m³/ Ha y riego)	D_u (m³/Ha y riego)
Cebada	0,2	910,34	182,07
Trigo	0,2	910,34	182,07
Maiz	0,2	682,75	136,55
Alfalfa	0,2	1365,50	273,1
Girasol	0,2	1024,12	204,83
Guisante	0,2	455,17	91,03

3.3.- DOSIS REAL DE RIEGO.

El agua aplicada en el riego no se aprovecha en su totalidad, ya que existen pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía. Esta dosis debe ser suficiente para dejar disponible la dosis útil en la zona radicular y cubrir las pérdidas anteriormente citadas, además de compensar la falta de uniformidad en la aplicación del agua que sufren los sistemas de riego.

La dosis de riego, es el volumen de agua por unidad de superficie y riego que se aplica desde los emisores sobre la superficie del cultivo. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_r = \frac{D_u}{E_a}$$

Siendo:

- **D_r** = Dosis real de riego, en mm/riego.
- **D_u** = Dosis útil de riego, en mm/riego.
- **E_a** = Eficiencia de aplicación, en tanto por uno.

En este caso se toma un valor de $E_a = 0,80$ para riego por aspersión en cobertura total enterrada y para la máquina pívot. Los resultados que se obtienen son los siguientes:

- **Para cobertura total enterrada:**

	a	D_u(m³/ Ha y riego)	Dr(m³/Ha y riego)
Cebada	0,8	273,10	341,38
Trigo	0,8	273,10	341,38
Maiz	0,8	204,83	256,04
Alfalfa	0,8	409,5	511,88
Girasol	0,8	307,24	384,05
Guisante	0,8	136,55	170,69

- **Para máquinas pívot:**

	a	D_u(m³/ Ha y riego)	Dr(m³/Ha y riego)
Cebada	0,8	182,07	227,59
Trigo	0,8	182,07	227,59
Maiz	0,8	136,55	170,69
Alfalfa	0,8	273,1	341,38
Girasol	0,8	204,83	256,04
Guisante	0,8	91,03	113,79

3.4.- CÁLCULO DEL RIEGO.

Para el cálculo de las necesidades netas mensuales se desprecia la precipitación, de esta forma la instalación queda del lado de la seguridad. Las necesidades son de 247,19 mm para el mes de julio y el cultivo del maíz. Estas necesidades divididas por el número de días de dicho mes, obtenemos las necesidades diarias. Así pues:

	Mes critico	Necesidades (mm/mes)	Días del mes critico	Necesidades (mm/día)
Cebada	Mayo	118,55	31	3,82
Trigo	Mayo	141,99	31	4,58
Maíz	Julio	247,19	31	7,97
Alfalfa	Julio	203,70	31	6,57
Girasol	Julio	228,88	31	7,38
Guisante	Mayo	143,37	31	4,62

3.4.1.- ESPACIAMIENTO ENTRE RIEGOS. PERIODO DE RIEGO.

Esta variable sirve para relacionar las necesidades de agua calculadas para el cultivo, con las dosis de riego previstas en el cálculo agronómico.

El periodo de riego se define como: “*El tiempo que ha de transcurrir entre dos riegos consecutivos en una misma parcela*”. El periodo de riego resulta del cociente entre la dosis útil y las necesidades netas. Así pues:

$$T = \frac{D_u}{N_n}$$

Donde:

- **T:** espaciamiento entre riegos, en días.
- **D_u:** Dosis útil, en mm/riego.
- **N_n:** Necesidades netas, en mm/día, para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

Aplicando la expresión anterior se obtiene:

- **Para la cobertura total enterrada:**

	Dosis útil (mm/riego)	Necesidades (mm/día)	Espaciamiento entre riegos, (en días)
Cebada	27,31	3,82	8
Trigo	27,31	4,58	6
Maíz	20,48	7,97	3
Alfalfa	40,95	6,57	7
Girasol	30,72	7,38	5
Guisante	13,66	4,62	3

- **Para las máquinas pívot:**

	Dosis útil (mm/riego)	Necesidades (mm/día)	Espaciamiento entre riegos, (en días)
Cebada	18,21	3,82	3
Trigo	18,21	4,58	4
Maíz	13,66	7,97	2
Alfalfa	27,31	6,57	5
Girasol	20,48	7,38	3
Guisante	9,10	4,62	2

3.4.2.- NÚMERO DE RIEGOS POR MES.

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

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

Donde:

- **n** = Número de riegos por mes.
- **N** = Número de días del mes de máximas necesidades.
- **T** = Espaciamiento entre riegos.

Los valores obtenidos son:

- **Cobertura total enterrada:**

	Numero de días del mes crítico.	Espaciamiento entre riegos (días)	Número de riegos al mes.
Cebada	31	8	3
Trigo	31	6	5
Maíz	31	3	10
Alfalfa	31	7	4
Girasol	31	5	6
Guisante	31	3	10

- **Máquinas pívot:**

	Numero de días del mes crítico.	Espaciamiento entre riegos (días)	Número de riegos al mes.
Cebada	31	5	6
Trigo	31	6	5
Maíz	31	15	2
Alfalfa	31	7	4
Girasol	31	15	2
Guisante	31	15	2

3.4.3.- DURACIÓN DEL RIEGO EN COBERURA TOTAL ENTERRADA.

La duración del riego puede definirse como el tiempo que debe funcionar un aspersor para aportar al suelo la dosis real de riego. El cálculo de la duración del riego se hace mediante la siguiente fórmula:

$$t_r = \frac{D_r}{i}$$

Donde:

- t_r = Duración del riego, en horas/riego.
- D_r = Dosis de riego, en mm/riego.
- i = Densidad de aspersión, en mm/hora.

La **densidad de aspersión (i)** puede llamarse intensidad de lluvia, y es la cantidad de agua (caudal) aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora. La intensidad de

aspersión va referido a una superficie regada (S_a) por un aspersor y no a la superficie mojada. La densidad de aspersión se calcula como:

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

Siendo:

- q = Caudal nominal del aspersor en litros/hora.
- S_a = Superficie asignada a cada aspersor, en m^2 .

La superficie regada (S_a) es distinta a la superficie mojada ($A=\pi r^2$). Así pues la superficie regada es: $S_a = S_m \times S_l$. Donde S_m es la separación entre los laterales y S_l es la separación entre dos aspersores consecutivos dentro de un lateral.

Se opta por un marco de plantación de los aspersores de 18 x 18T, y se obtiene una superficie regada del aspersor: $S_a = 18 \times 18 = 324 m^2$.

El caudal del aspersor es de 1.976 L/ h.

Aplicando los valores de $S_a = 324 m^2$ y $q = 1.976 L/ h$ a la expresión de la densidad de aspersión, se obtiene que esta resulta de:

$$i = \frac{1976}{324} = 6.09 \text{ mm/ h}$$

El resultado obtenido se encuentra dentro del intervalo recomendado para que no cause escorrentía ($i < V_{\text{infiltración}}=10 \text{ mm/ h}$).

Una vez calculada la densidad de aspersión, se puede calcular la duración del riego. Así pues, la duración del riego para cada cultivo, se recoge en la siguiente tabla:

	D_r (mm)	i (mm/h)	t_r (horas)	
Cebada	34,14	6,09	5,61	5 horas 37 min
Trigo	34,14	6,09	5,61	5 horas 37 min
Maiz	25,60	6,09	4,20	4 horas 12 min
Alfalfa	51,19	6,09	8,41	8 horas 25 min
Girasol	38,41	6,09	6,31	6 horas 19 min
Guisante	17,07	6,09	2,80	2 horas 48 min

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.

3.4.4.- CAUDAL A LA ENTRADA DE LAS COBERTURAS.

El caudal necesario en las coberturas se va a obtener dividiendo las necesidades netas del cultivo más exigente, 247,19 mm, y se va a dividir por la eficiencia de aplicación del sistema de riego (recordar que es del 80%) y dividido por el número de días del mes crítico para este cultivo (julio). Como se suponen 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, el caudal ficticio calculado no se podrá aplicar, ya que para ello se suponen hábiles todos los días del mes, así pues, este valor deberá aumentarse. De esta forma el caudal ficticio continuo es de **1,23 L/s y Ha.**

3.5.- CALCULO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN MEDIANTE MAQUINA PÍVOT

A pesar de los cálculos realizados anteriormente para las máquinas pívot, probablemente no puedan cumplirse los requisitos marcados anteriormente; esto es debido a las características de la máquina, dado que tiene ciertas limitaciones de funcionamiento.

3.5.1.- DETERMINACIÓN DEL CAUDAL A LA ENTRADA DEL PÍVOT.

Debe calcularse para el mes de máximas necesidades del cultivo con mayores exigencias hídricas. Se recuerda que el cultivo con más exigencias es el maíz, que presenta unas necesidades netas de 247,19 mm/mes, en el mes de julio. Si se estima en un 80% la eficiencia de aplicación del agua, las necesidades reales son de 322,87 mm/mes.

La dotación que debe proporcionar la unidad pivote es:

$$Q_0 = \frac{N_r (\text{mm/mes}) \cdot 10000(\text{m}^2/\text{Ha}) \cdot A (\text{Ha})}{t(\text{h/mes}) \cdot 3600(\text{seg/h})}$$

Como en la parcela se instalan 3 tipos de máquinas pívot, se calculan los caudales necesarios a la entrada de cada máquina aplicando la expresión anterior. Se parte de que la jornada de riego es de 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, por lo que se obtiene un total de 558 horas de riego para satisfacer las necesidades netas del cultivo en el mes de máximas necesidades.

- Superficie: 52,55 Ha. → $Q_0 = \underline{\underline{84,46 \text{ l/s y ha}}}$
- Superficie: 40,49 Ha. → $Q_0 = \underline{\underline{65,07 \text{ l/s y ha}}}$
- Superficie: 21,07 Ha. → $Q_0 = \underline{\underline{33,87 \text{ l/s y ha}}}$

Con el fin de facilitar el manejo y evitar posibles problemas que pudieran surgir al utilizar diferentes tipos de tomas, se opta por considerar un caudal necesario a la entrada de todos los pivotes de **88 L/s.**

3.5.2- ESTIMACIÓN DE LAS VELOCIDADES MINIMA Y MÁXIMA DE AVANCE A LA QUE EMPIEZA A HABER ESCORRENTIA EN EL EXTREMO DEL PIVOTE.

Se hace siguiendo la teoría de Dillon el al. (1972) que estiman la pluviometría máxima en el extremo del pivote (Pm) en función de su dotación, longitud y anchura mojada, y a partir de ella deducen, con ayuda de un ábaco el tiempo máximo que puede tardar el equipo en pasar sobre un punto del terreno para que no exista escorrentía.

Las características de las máquinas pívot que se van a emplear en las siguientes expresiones pueden verse en el anejo nº 7.

La pluviometría máxima en extremo (Pm) se estima mediante la expresión:

$$Pm = \frac{14400}{\pi} \cdot \frac{Q}{R \cdot ra}$$

Donde:

- **Pm:** Pluviometría máxima, en mm/h.
- **Q:** Caudal de entrada en el pivote, en L/s.
- **R:** Radio de la superficie regada, en m.
- **ra:** radio de alcance de los últimos aspersores, en m.

Teniendo en cuenta que el radio de alcance de los últimos aspersores es de 12 m. Los resultados son:

- Para el pívot que riega 52,55 hectáreas: $Pm = \underline{\underline{82,18 \text{ mm/h.}}}$
- Para el pívot que riega 40,49 hectáreas: $Pm = \underline{\underline{93,63 \text{ mm/h.}}}$
- Para el pívot que riega 21,07 hectáreas: $Pm = \underline{\underline{129,78 \text{ mm/h.}}}$

Entrando con estos valores en el ábaco, para un suelo franco-arcillo-arenoso y una pendiente de entre 1-3% se obtiene el tiempo máximo t_m (en minutos) empleado por el sistema en pasar por un punto del extremo para que no haya escorrentía para cada uno de los pívot usados:

- $t_m = 0,3$ horas, es decir, **18 minutos** para el pívot de 52,55 Has.
- $t_m = 0,24$ horas, es decir, **14,4 minutos** para el pívot de 40,49 Has.
- $t_m = 0,18$ horas, es decir, **10,8 minutos** para el pívot de 21,07 Has.

La mínima velocidad de desplazamiento del equipo para que no haya escorrentía será:

$$V_{\min} = \frac{2 \cdot r}{t_m}$$

Así pues, teniendo en cuenta que $r = 12m$ y t_m se expresa en minutos, se obtiene la velocidad mínima para cada una de ellas:

- $V_{\min} (A= 52,55 \text{ Has}) = \textbf{1,33 m/min.}$
- $V_{\min} (A= 40,49 \text{ Has}) = \textbf{1,67 m/min.}$
- $V_{\min} (A= 21,07 \text{ Has}) = \textbf{2,22 m/min.}$

La velocidad máxima para las máquinas pívot, es de 2,5 m/min, viene fijada por el fabricante. Así pues equipo deberá manejarse en el intervalo de velocidades medias comprendido entre ella y la velocidad mínima correspondiente a cada equipo.

3.5.3.- TIEMPOS MÁXIMO Y MÍNIMO POR REVOLUCION.

El tiempo necesario para que el lateral realice una revolución depende de la velocidad de desplazamiento calculada en el apartado anterior y de la longitud que debe recorrer.

Con el radio de la última torre, y conociendo las velocidades de avance se obtienen los tiempos máximo y mínimo que tardan en dar una revolución con los datos de velocidad mínima y máxima respectivamente:

- Para el pívot que riega una superficie de 52,55 Has.:

- Radio: 409 metros
- Velocidad máxima de avance: 2,5 m/min.
- Velocidad mínima de avance: 1,33 m/min.

$t_{\max} = 1932,2 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{32,20 \text{ h/rev.}}}$

$t_{\min} = 1027,93 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{17,13 \text{ h/rev.}}}$

- Para el pívot que riega una superficie de 40,49 Has.:

- Radio: 359 metros.
- Velocidad máxima de avance: 2,5 m/min.
- Velocidad mínima de avance: 1,67 m/min.

$t_{\max} = 1350,7 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{22,51 \text{ h/rev.}}}$

$t_{\min} = 902,27 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{15,04 \text{ h/rev.}}}$

- Para el pívot que riega una superficie de 21,07 Has.:

- Radio: 259 metros
- Velocidad máxima de avance: 2,5 m/min.

- Velocidad mínima de avance: 2,22 m/min.

$$T_{\max} = 733,04 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{12,22 \text{ h/rev.}}}$$

$$T_{\min} = 650,94 \text{ min/rev} \rightarrow \underline{\underline{10,85 \text{ h/rev.}}}$$

3.5.4.- CALCULO DE LA DOSIS REAL MÁXIMA Y MINIMA DE RIEGO.

Se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$D_r \text{ max} = \frac{Q \text{ (L/s)} \cdot t_{\max} \text{ (h/rev)} \cdot 3600}{A \text{ (m}^2\text{)}} = (\text{mm/riego})$$

$$D_r \text{ mín} = \frac{Q \text{ (L/s)} \cdot t_{\min} \text{ (h/rev)} \cdot 3600}{A \text{ (m}^2\text{)}} = (\text{mm/riego})$$

- Para el pívot que riega una superficie de 52,55 Has.:

$$D_{r\max} = \underline{\underline{19,41 \text{ mm/riego}}}$$

$$D_{r\min} = \underline{\underline{10,33 \text{ mm/riego}}}$$

- Para el pívot que riega una superficie de 40,49 Has.:

$$D_{r\max} = \underline{\underline{17,61 \text{ mm/riego}}}$$

$$D_{r\min} = \underline{\underline{11,77 \text{ mm/riego}}}$$

- Para el pívot que riega una superficie de 21,07 Has.:

$$D_{r\max} = \underline{\underline{18,37 \text{ mm/riego}}}$$

$$D_{r\min} = \underline{\underline{16,31 \text{ mm/riego}}}$$

3.5.5.- CALCULO DE LA DOSIS UTIL MÁXIMA Y MINIMA DE RIEGO.

La dosis útil de riego se calcula aplicando el 80% de la eficiencia de aplicación a la dosis real de riego calculada en el apartado anterior, para posteriormente poder calcular el espaciamiento entre riegos:

- Para el pívot que riega una superficie de 52,55 Has.:

$$\text{Dumax} = 19,41 \times 0,8 = \underline{\underline{15,53 \text{ mm/riego.}}}$$

$$\text{Dumin} = 10,33 \times 0,8 = \underline{\underline{8,26 \text{ mm/riego.}}}$$

- Para el pívot que riega una superficie de 40,49 Has.:

$$\text{Dumax} = 17,61 \times 0,8 = \underline{\underline{14,09 \text{ mm/riego.}}}$$

$$\text{Dumin} = 11,77 \times 0,8 = \underline{\underline{9,42 \text{ mm/riego.}}}$$

- Para el pívot que riega una superficie de 21,07 Has.:

$$\text{Dumax} = 18,37 \times 0,8 = \underline{\underline{14,7 \text{ mm/riego}}}$$

$$\text{Dumin} = 16,31 \times 0,8 = \underline{\underline{13,05 \text{ mm/riego}}}$$

3.5.6.- ESPACIAMIENTO O INTERVALO ENTRE RIEGOS.

El espaciamiento entre riegos se calculo en el apartado 3.4.1 de este anejo. Pero ahora obtenemos un espaciamiento máximo y mínimo de riego para los diferentes cultivos, que se recogen en las siguientes tablas:

Pívor de 52,55 Has	D_u máx (mm/riego)	D_u mín (mm/riego)	N_n (mm/día)	Espaciamiento entre riegos máximo (días)	Espaciamiento entre riegos mínimo (días)
Cebada	15,53	8,26	3,82	4	2
Trigo	15,53	8,26	4,58	4	2
Maíz	15,53	8,26	7,97	2	1
Alfalfa	15,53	8,26	6,57	3	1
Girasol	15,53	8,26	7,38	2	1
Guisante	15,53	8,26	4,62	4	2

Pívor de 40,49 Has	D_u máx (mm/riego)	D_u mín (mm/vuelta)	N_n (mm/día)	Espaciamiento entre riegos máximo (días)	Espaciamiento entre riegos mínimo (días)
Cebada	14,09	9,42	3,82	4	3
Trigo	14,09	9,42	4,58	3	2
Maíz	14,09	9,42	7,97	2	1
Alfalfa	14,09	9,42	6,57	2	1
Girasol	14,09	9,42	7,38	2	1
Guisante	14,09	9,42	4,62	3	2

Pívor de 21,07 Has	D_u máx (mm/riego)	D_u mín (mm/vuelta)	N_n (mm/día)	Espaciamiento entre riegos máximo (días)	Espaciamiento entre riegos mínimo (días)
Cebada	14,7	13,05	3,82	4	3
Trigo	14,7	13,05	4,58	3	3
Maíz	14,7	13,05	7,97	2	2
Alfalfa	14,7	13,05	6,57	3	2
Girasol	14,7	13,05	7,38	2	2
Guisante	14,7	13,05	4,62	3	3

3.5.7.- NUMERO DE RIEGOS POR MES.

Se calcula el número de riegos que se pueden dar en el mes de máximas necesidades de cada cultivo puede verse en el apartado 3.4.2 de este anejo.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED

ÍNDICE DEL ANEJO 10

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA RED DE RIEGO.....	3
2.1 JUSTIFICACIÓN DE TOMAS INSTALADAS EN LA PARCELA.....	4
2.2 DIVISIÓN DE LA PARCELA EN MÓDULOS DE RIEGO.....	5
2.3 TRAZADO DE RED DE RIEGO.....	6
2.4 CÁLCULO DE CAUDALES EN LA RED DE RIEGO.....	7
3. ELECCIÓN DE MATERIALES.....	9
3.1 DIÁMETROS COMERCIALES.....	9
3.2 TIMBRADO DE TUBERÍAS.....	12
3.3 UNIONES.....	12
3.4 SOBREPRESIONES EN LA RED DE RIEGO.....	13
4. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.....	14

4.1 MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO.....	14
4.2 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA EN LATERALES DE RIEGO Y TERCARIAS.....	16
4.3 CÁLCULO DE TUBERÍA PRIMARIA Y SECUNDARIA.....	76
5. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	86
5.1 DEFINICIÓN DE ZANJAS.....	86
5.2 EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DE LOS LATERALES Y TERCARIAS.....	87
5.3 EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DE LAS SECUNDARIAS.....	88
5.4 EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DE LAS PRIMARIAS.....	89
5.5 RESULTADO DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	89

1.- INTRODUCCION.

En el presente anejo se va a proceder a cálculo de las pérdidas de carga que existen en la red de riego, así como al dimensionado de la red. Para llevar a cabo este propósito, estas pérdidas de carga como la elección de los diámetros de las tuberías que componen la red de riego, se calculan mediante una hoja de cálculo creada para tal efecto.

El proceso de cálculo que se ha seguido ha sido el siguiente: Primero se calculan las pérdidas de carga que tienen lugar en el último lateral de riego de cada módulo para así conocer las pérdidas admisibles que puede tener la tubería terciaria del módulo. Segundo se calcula la pendiente hidráulica para posteriormente conocer las pérdidas admisibles en cada tramo de tubería que componen la terciaria. Una vez determinadas estas pérdidas de carga se han calculado las pérdidas de la red secundaria hasta llegar al edificio de control que es donde se regulan las presiones.

2.- DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA RED DE RIEGO.

2.1.- JUSTIFICACIÓN DE TOMAS INSTALADAS EN LA PARCELA.

A continuación se procede al cálculo del caudal necesario para cada parcela, y en función de este se elige la toma necesaria.

Parcela	Superficie (Has.)	Tipo de riego	Caudal necesario (L/s)	Toma (L/s)
P1	52,55	PÍVOT	84,46	88
P2	40,49	PÍVOT	65,07	67
P3	40,49	PÍVOT	65,07	67
P4	40,49	PÍVOT	65,07	67
P5	21,07	PÍVOT	33,87	38
C1	6,32	COBERTURA	7,77	10
C2	17,48	COBERTURA	21,50	25
C3	19,92	COBERTURA	24,50	25
C4	11,21	COBERTURA	13,79	15
C5	4,16	COBERTURA	5,12	10
C6	5,02	COBERTURA	6,17	10
C7	18,75	COBERTURA	23,06	25
C8	4,73	COBERTURA	5,82	10

2.2.- DIVISION DE LAS PARCELAS EN SECTORES O MODULOS DE RIEGO.

Parcela	Tipo de riego	Número de módulos
P1	PÍVOT	1
P2	PÍVOT	1
P3	PÍVOT	1
P4	PÍVOT	1
P5	PÍVOT	1
C1	COBERTURA	6
C2	COBERTURA	16
C3	COBERTURA	8
C4	COBERTURA	5
C5	COBERTURA	8
C6	COBERTURA	6
C7	COBERTURA	9
C8	COBERTURA	5

Una vez conocido el número de módulos de cada parcela, es conveniente denominarlos de alguna forma para los posteriores cálculos de pérdidas de carga como de dimensionado, de esta forma para la nomenclatura de los módulos será de la forma general:

C1/1.2

Donde:

- **C1:** Es el indicativo de la parcela, indicando de que parcela se trata.
- **1.2:** Indica el número de módulo dentro de la parcela, donde el 1 indicaría el modulo 1 y el segundo dígito un submódulo.

2.3.- TRAZADO DE LA RED DE RIEGO.

Para la distribución de agua a las tomas de riego de cada módulo o sector se han trazado las tuberías intentando mantener las válvulas alineadas y evitando cuando ha sido posible el tener que cruzar las parcelas.

Las derivaciones se han intentado que fueran de ángulos aproximados a 120° entre sí, con el fin de minimizar la longitud de las tuberías a colocar.

Con objeto de facilitar y de que el coste de las labores de mantenimiento y conservación durante la explotación de la instalación sea mínimo, la red se ha trazado siguiendo en lo posible el camino que la atraviesa, así como los linderos entre las parcelas que componen

la finca. De esta forma se establece una red ramificada de tuberías a presión que abastece a todas las tomas de riego instaladas en la parcela.

2.4.- CÁLCULO DE CAUDALES EN LA RED DE RIEGO.

El cálculo de los caudales circulantes por las tuberías se calcula según dos criterios dependiendo del número de tomas al que abastece cada tramo.

-Cuando el número de tomas es menor de 10, el caudal es igual a la suma de los caudales de las diferentes tomas.

$$n \leq 10 \quad Q = \sum q_i$$

- Q = caudal del tramo
- q_i = caudal de la toma

-Para la determinación del caudal de cada tramo cuando el número de tomas es mayor de 10 se utiliza la fórmula de Clément propuesta en las normas IRYDA.

Dado que en este caso el número de tomas es inferior a 10, se aplicará para el cálculo de las tomas el sumatorio de caudales, es decir, el caudal acumulado.

3.- ELECCIÓN DE MATERIALES.

Los materiales utilizados en la red de distribución son el Polietileno (PE) de alta densidad, el Policloruro de Vinilo (PVC). El primero se utiliza para diámetros nominales superiores a 315 mm y el segundo para los diámetros nominales inferiores.

La elección de materiales plásticos como son el Polietileno y el Policloruro de Vinilo para la red se justifica por sus características que son:

- El polietileno presenta la ventaja de ser flexible, con lo que puede amoldarse a las curvas sin perder la sección útil.
- Para ejecutar las tomas de las parcelas o las derivaciones la puesta en obra resulta sencilla con ambos materiales, ya que basta con la instalación de un manguito tope brida y un brida loca.
- El funcionamiento hidráulico de estos plásticos presenta coeficientes de fricción bajos, reduciendo las pérdidas de carga y en consecuencia reduciendo los diámetros de las tuberías.
- En la fase de explotación de la red presentan una gran facilidad de reparación ya que existe una gran cantidad de piezas especiales en el mercado que facilitan éstas operaciones.
- Las tuberías plásticas permiten el montaje fuera de la zanja, con lo que el coste del mismo es mínimo.

3.1.- DIÁMETROS COMERCIALES.

Los diámetros comerciales existentes de tubería de P.V.C. según la norma U.N.E. 53-112 son:

PVC	Serie de Presiones Nominales			
	0,4 MPa	0,6 MPa	1,0 MPa	1,6 MPa
Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)
16	-	-	-	13,60
20	-	-	-	17,00
25	-	-	28,40	21,20
32	-	-	36,00	27,20
40	-	36,40	36,00	34,00
50	-	46,40	45,20	42,60
63	59,40	59,20	57,00	53,60
75	71,40	70,60	67,80	63,80
90	86,40	86,60	81,40	76,60
110	105,60	103,60	99,40	93,60
125	120,00	117,60	113,00	106,40
140	134,40	131,80	126,60	119,20

160	153,60	150,60	144,60	136,20
180	172,80	169,40	162,80	153,20
200	192,00	188,20	180,80	170,40
250	240,20	235,40	226,20	213,00
315	302,60	296,60	285,00	268,20
400	384,20	376,60	361,80	340,60
500	480,40	470,80	452,20	-

Los diámetros comerciales existentes de tubería de P.E. son:

PE	Serie de Presiones Nominales			
	0,4 MPa	0,6 MPa	1,0 MPa	1,6 MPa
Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)	Diámetro interior (mm)
25	-	-	21,00	20,40
32	-	-	28,00	26,20
40	-	36,00	35,20	32,60
50	-	46,00	44,00	40,80
63	-	58,20	55,40	51,40

75	-	69,20	66,00	61,40
90	-	83,00	79,20	73,60
110	-	101,60	96,80	90,00
125	118,80	115,40	110,20	102,20
140	133,00	129,20	123,40	114,60
160	152,00	147,60	141,00	127,60
180	171,20	166,20	158,60	150,80
200	190,20	184,60	176,20	163,60
225	118,00	207,80	198,20	184,00
250	237,60	230,80	220,40	204,60
280	266,20	258,60	246,80	229,20
315	299,60	290,80	277,60	257,80
355	337,60	327,80	312,80	290,40
400	380,40	369,40	352,60	327,20
450	428,00	415,60	396,60	368,00
500	475,40	461,80	440,80	409,00
560	532.60	517.20	493.60	458.20
630	599.20	581.80	555.20	515.40
710	675.20	655.60	626.00	-
800	760.80	738.80	705.20	-

900	856.00	830.60	794.20	-
1000	951.20	923.00	882.40	-
1200	1141.40	1107.60	-	-

3.2.- TIMBRADO DE LAS TUBERÍAS.

La presión mínima necesaria en la red para el correcto funcionamiento del sistema es de 50 mca.

De esta forma se colocarán tuberías de Presión Nominal 10 atm (1,0 MPa) donde se requiera presión mayor de 6 atm (0,6 MPa) para el funcionamiento adecuado de la red de riego. En el resto se colocará tubería cuya Presión Nominal sea de 0,6 MPa.

3.3.- UNIONES.

Todas las series comerciales de tubería de PVC disponen de tres tipos de unión, junta elástica, adhesivo y unión roscada. En este caso se decide optar por la unión mediante junta elástica.

Las tuberías de Polietileno deberán ser unidas mediante soldadura por termofusión o por accesorios de ajuste mecánico. En caso de utilizar accesorios o uniones con junta elástica sin resistencia axial, debido al alto coeficiente de dilatación de la tubería, deberá preverse que no pueda producirse desacople de la unión.

3.4.- SOBREPRESIONES EN LA RED DE RIEGO.

La presión de servicio de las tuberías debe resistir la presión estática de la red más las sobrepresiones que se originen. Éstas se producen principalmente por las siguientes causas:

- Cierre de válvulas de mariposa que aíslan los ramales.
- Cierre de un hidrante.
- Acumulación de aire en la red.
- Llenado de la red.

Las medidas que se toman para evitar o reducir las posibles sobrepresiones son las siguientes:

- Cierre de las válvulas de mariposa y cierre de un hidrante, las sobrepresiones se reducen colocando válvulas de cierre lento.
- Para evitar las acumulaciones de aire en las conducciones se colocarán ventosas que lo evacuen.
- Para evitar fuertes sobre presiones durante el llenado de la red el caudal se limitará a 1/10 del caudal nominal.

4.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.

Una vez determinados los caudales de diseño de la red de riego se procede al cálculo hidráulico de la misma.

En primer lugar se fija la velocidad del agua circulante por las tuberías en 2 m/s obteniendo de esta forma un diámetro de predimensionado mediante la ecuación de continuidad.

Con este diámetro se elige el diámetro comercial de la tubería cuyo diámetro interior se ajuste al obtenido en el predimensionado.

A partir de aquí se calculan las pérdidas de carga por rozamiento continuo en la tubería.

4.1.- MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO.

Para el cálculo de la pérdidas de carga en la tubería por rozamiento continuo se utiliza la fórmula general propuesta por Darcy-Weisbach, que responde a la siguiente expresión:

$$h_r = J \times L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h_r : Pérdidas de carga por rozamiento continuo, en mca.

- **J**: Pérdida de carga unitaria, en m/m.
- **L**: Longitud de la conducción, en m.
- **f** : Factor de fricción.
- **v**: Velocidad del fluido dentro de la tubería, en m/s.
- **D**: Diámetro interior de la conducción, en m.
- **g**: Aceleración de la gravedad, en m/s².

El factor de fricción “f” se ha calculado con la fórmula logarítmica de Jain para régimen turbulento en zona de transición:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log \left[\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \times D} \right]$$

Donde:

- **Re**: número de Reynolds.
- **K**: rugosidad absoluta de la conducción que depende del tipo de material de que se trate, en mm.
 - Para el Polietileno K = 0,002 mm.
 - Para el PVC K= 0,02 mm
- **D**: diámetro de la conducción, en mm.

Pérdidas de carga accidentales o singulares

Los elementos singulares dispuestos a lo largo de la red de distribución de agua provocan también una pérdida de carga en la conducción.

Ésta se denomina pérdida de carga singular (h_s), para su cálculo se ha mayorado la pérdida de carga por rozamiento en un 10%. Se ha tomado este valor basándose en la experiencia de otros proyectos.

4.2.- CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LATERALES DE RIEGO Y EN TUBERÍAS TERCIARIAS.

4.2.1.- CALCULO EN LOS MODULOS DE LA COBERTURA TOTAL ENTERRADA.

Los módulos pertenecen a un sistema fijo de cobertura total enterrada, y su dimensionado debe hacerse siguiendo la regla de Christiansen a todo el conjunto de tuberías que funcionan simultáneamente. 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, que será de PVC, con tramos 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.

Algún módulo, está realizado en su totalidad mediante tuberías de PVC y sobre ellas se colocan los aspersores. Este método se ha adoptado porque permite una mejor instalación de la cobertura para la resolución de los que caen en esquinas o que por su longitud el sistema de inyección de polietileno resulta inviable. Para calcular las pérdidas de carga en cada uno de ellos se ha seguido el siguiente procedimiento:

- 1) Se aplica la regla de Christiansen indicada anteriormente, así se determina la variación máxima de presión admisible en la unidad de riego.

$$\left(\frac{\Delta P}{\gamma} \right)_{UD} = 0,2 \cdot \frac{P_n}{\gamma} = 0,2 \cdot 30 \text{ mca} = 6 \text{ mca}$$

- 2) Las causas de la variación de la línea de altura piezométrica en una unidad de riego son las pérdidas de carga y la diferencia de cotas. Sus pérdidas de carga admisibles vendrán dadas por la siguiente expresión.

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

En este caso se igualan las dos expresiones anteriores, y entonces la pérdida de carga total admisible en la unidad de riego es de: $(a \cdot h_r)_{UD} = 6 \text{ mca.}$

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

$$(a \cdot h_r)_{UD} = (a \cdot h_r)_{TT} + (a \cdot h_r)_{LR} = 6 \text{ mca}$$

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 PN 4 con un diámetro interior de 28 mm.

Nota: 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 formula 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 pérdida 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 pérdida 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. De esta forma las pérdidas de carga que se presentan en un portaspersor son:

$$h_r = 0,717 \cdot K \cdot L \cdot \frac{Q^{1,9}}{D^{4,9}}$$

Donde:

- h_r : Pérdida de carga, en mca.
- K : Coeficiente para acero = 0,42
- D : Diámetro hidráulico, en mm.
- Q : Caudal, en L/h.
- L : Longitud de la tubería, en este caso del porta-aspersor; en m.

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior:

$$h_r = 0,717 \cdot 0,42 \cdot 2,5 \cdot \frac{1976^{1,9}}{19^{4,9}} = 0,74 \text{ m.c.a.}$$

Los valores resultantes del cálculo de las pérdidas de carga en los últimos laterales de riego, las pérdidas de carga admisibles en la terciaria, así como el valor de la pendiente hidráulica se recogen en la siguiente tabla:

MODULO	SUBMOD.	L TT (m)	(ahr)LR	(ahr)TT	hr TT	J (m/m)
1,1	1	182	1,9	4,1	3,41666667	0,019
1,2	1	189	0,47	5,53	4,60833333	0,024
1,3	1	207	1,85	4,15	3,45833333	0,017
1,4	1	207	1,03	4,97	4,14166667	0,020
1,5	1	171	2,28	3,72	3,1	0,018
1,6	1	171	4,2	1,8	1,5	0,009
2,1	1	176	0,33	5,67	4,725	0,027
	2	84	0,66	5,34	4,45	0,053
2,2	1	132	1,28	4,72	3,93333333	0,030
	2	81	1,28	4,72	3,93333333	0,049
	3	128	0,33	5,67	4,725	0,037
2,3	1	114	0,53	5,47	4,55833333	0,040
	2	85	0,33	5,67	4,725	0,056
2,4	1	243	1,03	4,97	4,14166667	0,017
2,5	1	86	0,33	5,67	4,725	0,055
2,6	1	114	0,53	5,47	4,55833333	0,040
2,7	1	123	1,78	4,22	3,51666667	0,029
2,8	1	189	5,23	0,77	0,64166667	0,003
2,9	1	229	0,33	5,67	4,725	0,021
2,1	1	249	0,27	5,73	4,775	0,019
2,11	1	189	3,4	2,6	2,16666667	0,011
2,12	1	189	1,05	4,95	4,125	0,022
2,13	1	229	1,78	4,22	3,51666667	0,015
2,14	1	141	0,22	5,78	4,81666667	0,034
2,15	1	189	5,23	0,77	0,64166667	0,003

2,16	1	114	0,53	5,47	4,55833333	0,040
3,1	1	99	3,25	2,75	2,29166667	0,023
3,2	1	106	1,45	4,55	3,79166667	0,036
	2	106	1,86	4,14	3,45	0,033
3,3	1	120	2,66	3,34	2,78333333	0,023
	2	138	2,66	3,34	2,78333333	0,020
3,4	1	184	1,45	4,55	3,79166667	0,021
3,5	1	180	0,91	5,09	4,24166667	0,024
3,6	1	106	3,21	2,79	2,325	0,022
	2	106	2,28	3,72	3,1	0,029
3,7	1	102	3,21	2,79	2,325	0,023
	2	120	2,28	3,72	3,1	0,026
3,8	1	162	2,91	3,09	2,575	0,016
	2	229	1,78	4,22	3,51666667	0,015
4,1	1	99	3,25	2,75	2,29166667	0,023
4,2	1	189	0,47	5,53	4,60833333	0,024
4,3	1	207	1,85	4,15	3,45833333	0,017
4,4	1	102	3,21	2,79	2,325	0,023
4,5	1	57	1,45	4,55	3,79166667	0,067
	2	108	1,45	4,55	3,79166667	0,035
5,1	1	136	0,33	5,67	4,725	0,035
5,2	1	117	1,28	4,72	3,93333333	0,034
5,3	1	117	1,28	4,72	3,93333333	0,034
5,4	1	99	0,47	5,53	4,60833333	0,018
5,5	1	103	3,73	2,27	1,89166667	0,018
5,6	1	108	1,03	4,97	4,14166667	0,038
	2	45	2,28	3,72	3,1	0,069
5,7	1	292	0,33	5,67	4,725	0,016
5,8	1	135	0,47	5,53	4,60833333	0,034
6,1	1	135	1,03	4,97	4,14166667	0,031

6,2	1	135	1,03	4,97	4,14166667	0,031
6,3	1	99	1,85	4,15	3,45833333	0,035
6,4	1	108	1,47	4,53	3,775	0,035
6,5	1	155	0,33	5,67	4,725	0,030
6,6	1	154	0,66	5,34	4,45	0,029
7,1	1	194	0,26	5,74	4,78333333	0,025
	2	99	3,25	2,75	2,29166667	0,023
7,2	1	106	1,45	4,55	3,79166667	0,036
	2	106	1,86	4,14	3,45	0,033
7,3	1	120	2,66	3,34	2,78333333	0,023
	2	138	2,66	3,34	2,78333333	0,020
7,4	1	184	1,45	4,55	3,79166667	0,021
7,5	1	180	0,91	5,09	4,24166667	0,024
7,6	1	106	3,21	2,79	2,325	0,022
	2	106	2,28	3,72	3,1	0,029
7,7	1	102	3,21	2,79	2,325	0,023
	2	120	2,28	3,72	3,1	0,026
7,8	1	162	2,91	3,09	2,575	0,016
	2	163	3,21	2,79	2,325	0,014
7,9	1	292	0,33	5,67	4,725	0,016
8,1	1	100	1,9	4,1	3,41666667	0,034
8,2	1	120	0,47	5,53	4,60833333	0,038
8,3	1	100	1,85	4,15	3,45833333	0,035
8,4	1	207	1,03	4,97	4,14166667	0,020
8,5	1	171	2,28	3,72	3,1	0,018

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C1.1		1	18	0,019	0,342	8	15808	15808	86,6	0,99394	65391,1	0,0207	0,2507
		2	18	0,019	0,342	4	7904	23712	86,6	1,16075	86547	0,0196	0,2854
		3	18	0,019	0,342	3	5928	29640	103,6	1,2942	102174	0,019	0,325
		4	18	0,019	0,342	1	1976	31616	103,6	1,23899	103249	0,0189	0,2808
		5	18	0,019	0,342	1	1976	33592	103,6	1,31643	109702	0,0188	0,3139
		6	60	0,019	1,14	1	1976	35568	103,6	1,25796	110347	0,0187	0,9041

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,35 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C1.2		1	18	0,024	0,432	4	7904	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		2	18	0,024	0,432	4	7904	15808	70,6	1,14101	70061,9	0,0206	0,351
		3	18	0,024	0,432	4	7904	23712	86,6	1,31038	91956,2	0,0195	0,384
		4	18	0,024	0,432	4	7904	31616	103,6	1,38048	108985	0,0188	0,366
		5	18	0,024	0,432	4	7904	39520	103,6	1,54874	129061	0,0183	0,4236
		6	18	0,024	0,432	4	7904	47424	117,6	1,52134	140124	0,0179	0,3629
		7	10	0,024	0,24	3	5928	53352	117,6	1,55946	150474	0,0177	0,1994

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,41mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C1.3		1	18	0,017	0,306	4	7904	7904	70,6	0,77652	40869,4	0,0229	0,211
		2	18	0,017	0,306	4	7904	15808	86,6	0,99394	65391,1	0,0207	0,2507
		3	18	0,017	0,306	4	7904	23712	103,6	1,16075	86547	0,0196	0,2854
		4	18	0,017	0,306	4	7904	31616	103,6	1,23899	103249	0,0189	0,2808
		5	18	0,017	0,306	4	7904	39520	117,6	1,26779	116770	0,0185	0,2593
		6	10	0,017	0,17	4	7904	47424	117,6	1,38618	133754	0,018	0,1604

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,45 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C1.4		1	18	0,02	0,36	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,02	0,36	3	5928	9880	59,2	0,97065	51086,8	0,0219	0,3161
		3	18	0,02	0,36	4	7904	17784	86,6	1,11819	73565	0,0203	0,3108
		4	10	0,02	0,2	3	5928	23712	86,6	1,16075	86547	0,0196	0,1586

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,03 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C1.5		1	18	0,018	0,324	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,018	0,324	2	3952	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		3	18	0,018	0,324	3	5928	13832	70,6	0,99838	61304,1	0,0211	0,2751
		4	18	0,018	0,324	3	5928	19760	86,6	1,09198	76630,2	0,0201	0,2749
		5	18	0,018	0,324	4	7904	27664	103,6	1,20792	95362	0,0192	0,2863
		6	18	0,018	0,324	4	7904	35568	103,6	1,25796	110347	0,0187	0,2712
		7	18	0,018	0,324	3	5928	41496	117,6	1,33118	122608	0,0183	0,2836
		8	18	0,018	0,324	4	7904	49400	117,6	1,44394	139328	0,0179	0,3114
		9	18	0,018	0,324	4	7904	57304	131,8	1,40744	148152	0,0176	0,2672
		10	10	0,018	0,18	5	9880	67184	131,8	1,52073	166747	0,0173	0,163

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,7 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C1.6		1	18	0,009	0,162	2	3952	3952	59,2	0,55909	24521,7	0,0256	0,1468
		2	18	0,009	0,162	3	5928	9880	70,6	0,71313	43788,7	0,0224	0,1494
		3	18	0,009	0,162	2	3952	13832	86,6	0,76439	53641,1	0,0214	0,1437
		4	18	0,009	0,162	2	3952	17784	103,6	0,77652	61304,1	0,0208	0,1279
		5	30	0,009	0,27	2	3952	21736	103,6	0,8518	70983,7	0,0202	0,2359

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **32,81 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.1	1	1	18	0,053	0,954	1	1976	1976	36,4	0,77652	20434,7	0,0273	0,5026
		2	18	0,053	0,954	2	3952	5928	46,4	1,31038	45978,1	0,0229	0,9033
		3	18	0,053	0,954	3	5928	11856	59,2	1,38618	66877,2	0,0211	0,6749
		4	10	0,053	0,53	3	5928	17784	70,6	1,74717	91956,2	0,0199	0,5159
	2	1	18	0,027	0,486	2	3952	3952	46,4	0,87358	30652,1	0,0247	0,4326
		2	18	0,027	0,486	2	3952	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		3	18	0,027	0,486	2	3952	11856	59,2	1,16478	61304,1	0,0212	0,4408
		4	18	0,027	0,486	2	3952	15808	70,6	1,14101	70061,9	0,0206	0,351
		5	18	0,027	0,486	2	3952	19760	86,6	1,24243	81738,8	0,02	0,3769
		6	18	0,027	0,486	2	3952	23712	86,6	1,31038	91956,2	0,0195	0,384
		7	18	0,027	0,486	2	3952	27664	86,6	1,35421	100972	0,0191	0,3788
		8	40	0,027	1,08	4	7904	35568	103,6	1,55304	122608	0,0185	1,0107

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,7 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.2	1	1	18	0,03	0,54	3	5928	5928	46,4	1,03536	40869,4	0,0232	0,508
		2	18	0,03	0,54	3	5928	11856	59,2	1,16478	61304,1	0,0212	0,4408
		3	18	0,03	0,54	3	5928	17784	70,6	1,28363	78819,6	0,0202	0,4355
		4	18	0,03	0,54	3	5928	23712	86,6	1,49092	98086,6	0,0194	0,527
		5	50	0,03	1,5	3	5928	29640	86,6	1,45094	108184	0,0189	1,1948
	2	1	18	0,049	0,882	2	3952	3952	36,4	1,14101	35030,9	0,0243	0,8291
		2	18	0,049	0,882	3	5928	9880	59,2	1,39773	61304,1	0,0215	0,7708
		3	18	0,049	0,882	3	5928	15808	59,2	1,55304	81738,8	0,0203	0,7472
		4	18	0,049	0,882	4	7904	23712	70,6	1,71151	105093	0,0193	0,7399
		5	10	0,049	0,49	4	7904	31616	86,6	1,74717	122608	0,0187	0,3627
	3	1	18	0,037	0,666	1	1976	1976	36,4	0,77652	20434,7	0,0273	0,5026
		2	18	0,037	0,666	2	3952	5928	46,4	1,03536	40869,4	0,0232	0,508
		3	18	0,037	0,666	3	5928	11856	59,2	1,16478	61304,1	0,0212	0,4408
		4	50	0,037	1,85	5	9880	21736	70,6	1,56889	96335,1	0,0195	1,7502

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,45 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.3	1	1	18	0,056	1,008	1	1976	1976	36,4	0,77652	20434,7	0,0273	0,5026
		2	18	0,056	1,008	1	1976	3952	36,4	1,14101	35030,9	0,0243	0,8291
		3	18	0,056	1,008	3	5928	9880	59,2	1,39773	61304,1	0,0215	0,7708
		4	10	0,056	0,56	3	5928	15808	59,2	1,55304	81738,8	0,0203	0,4151
	2	1	18	0,04	0,72	3	5928	5928	46,4	1,03536	40869,4	0,0232	0,508
		2	18	0,04	0,72	3	5928	11856	59,2	1,38618	66877,2	0,0211	0,6749
		3	18	0,04	0,72	3	5928	17784	70,6	1,48871	84882,6	0,02	0,6264
		4	18	0,04	0,72	3	5928	23712	86,6	1,49092	98086,6	0,0194	0,527
		5	60	0,04	2,4	4	7904	31616	86,6	1,74717	122608	0,0187	2,1764

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **36,51 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.4		1	18	0,017	0,306	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,017	0,306	2	3952	7904	59,2	0,77652	40869,4	0,0229	0,211
		3	18	0,017	0,306	3	5928	13832	70,6	0,99838	61304,1	0,0211	0,2751
		4	18	0,017	0,306	3	5928	19760	86,6	1,09198	76630,2	0,0201	0,2749

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,01 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.5		1	18	0,055	0,99	3	5928	5928	46,4	1,31038	45978,1	0,0229	0,9033
		2	10	0,055	0,55	4	7904	13832	59,2	1,61721	78023,4	0,0205	0,4978

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,40 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.6		1	18	0,04	0,72	2	3952	3952	46,4	0,87358	30652,1	0,0247	0,4326
		2	18	0,04	0,72	2	3952	7904	59,2	1,11819	49043,3	0,0223	0,5126
		3	18	0,04	0,72	4	7904	15808	70,6	1,3233	75451,2	0,0204	0,5045
		4	10	0,04	0,4	3	5928	21736	70,6	1,56889	96335,1	0,0195	0,35

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,8mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.7		1	18	0,029	0,522	4	7904	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		2	18	0,029	0,522	4	7904	15808	70,6	1,3233	75451,2	0,0204	0,5045
		3	18	0,029	0,522	4	7904	23712	86,6	1,31038	91956,2	0,0195	0,384
		4	30	0,029	0,87	4	7904	31616	103,6	1,38048	108985	0,0188	0,61

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,82 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.8		1	18	0,003	0,054	2	3952	3952	70,6	0,33082	18862,8	0,0269	0,0416
		2	18	0,003	0,054	4	7904	11856	103,6	0,46462	38718,4	0,0227	0,0474
		3	18	0,003	0,054	3	5928	17784	117,6	0,51982	50157,9	0,0215	0,0484
		4	18	0,003	0,054	4	7904	25688	131,8	0,58146	63756,3	0,0204	0,0506
		5	18	0,003	0,054	3	5928	31616	150,6	0,61355	72656,7	0,0198	0,0507
		6	10	0,003	0,03	3	5928	37544	150,6	0,63156	80329,5	0,0194	0,0272

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **32,26 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.9		1	18	0,021	0,378	4	7904	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		2	18	0,021	0,378	3	5928	13832	70,6	0,99838	61304,1	0,0211	0,2751
		3	18	0,021	0,378	4	7904	21736	86,6	1,20118	84293,2	0,0198	0,3273
		4	18	0,021	0,378	3	5928	27664	103,6	1,20792	95362	0,0192	0,2863
		5	18	0,021	0,378	4	7904	35568	103,6	1,39386	116155	0,0186	0,3488
		6	18	0,021	0,378	4	7904	43472	117,6	1,39456	128447	0,0182	0,309
		7	30	0,021	0,63	2	3952	47424	117,6	1,38618	133754	0,018	0,4813

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,35 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.10		1	18	0,019	0,342	4	7904	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		2	18	0,019	0,342	4	7904	15808	86,6	0,99394	65391,1	0,0207	0,2507
		3	18	0,019	0,342	4	7904	23712	86,6	1,16075	86547	0,0196	0,2854
		4	18	0,019	0,342	4	7904	31616	103,6	1,23899	103249	0,0189	0,2808
		5	18	0,019	0,342	4	7904	39520	103,6	1,39773	122608	0,0184	0,3293
		6	18	0,019	0,342	4	7904	47424	117,6	1,38618	133754	0,018	0,2888
		7	18	0,019	0,342	4	7904	55328	117,6	1,47964	149262	0,0177	0,3086
		8	10	0,019	0,19	4	7904	63232	131,8	1,55304	163478	0,0174	0,1781

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,24 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.11		1	18	0,011	0,198	2	3952	3952	46,4	0,55909	24521,7	0,0256	0,1468
		2	18	0,011	0,198	4	7904	11856	86,6	0,74546	49043,3	0,0219	0,1487
		3	18	0,011	0,198	3	5928	17784	86,6	0,87056	64910,3	0,0206	0,1688
		4	18	0,011	0,198	4	7904	25688	103,6	1,00668	83889,9	0,0196	0,1919
		5	18	0,011	0,198	3	5928	31616	117,6	1,01423	93415,8	0,0192	0,1722
		6	18	0,011	0,198	4	7904	39520	117,6	1,05689	106616	0,0186	0,1662
		7	18	0,011	0,198	4	7904	47424	131,8	1,07346	117704	0,0183	0,1545
		8	10	0,011	0,11	4	7904	55328	150,6	1,07371	127149	0,018	0,0782

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,23 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.12		1	18	0,022	0,396	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,022	0,396	4	7904	11856	70,6	0,99247	56588,4	0,0214	0,2982
		3	18	0,022	0,396	4	7904	19760	86,6	1,24243	81738,8	0,02	0,3769
		4	18	0,022	0,396	4	7904	27664	86,6	1,35421	100972	0,0191	0,3788
		5	18	0,022	0,396	4	7904	35568	103,6	1,39386	116155	0,0186	0,3488
		6	18	0,022	0,396	4	7904	43472	103,6	1,39456	128447	0,0182	0,309
		7	10	0,022	0,22	4	7904	51376	117,6	1,37395	138601	0,0179	0,1495

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,11 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.13		1	18	0,015	0,27	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,015	0,27	4	7904	11856	70,6	0,85576	52546,4	0,0217	0,2079
		3	18	0,015	0,27	4	7904	19760	86,6	0,96729	72122,5	0,0203	0,2045
		4	18	0,015	0,27	4	7904	27664	103,6	1,08412	90342,9	0,0194	0,2198
		5	10	0,015	0,15	4	7904	35568	117,6	1,14101	105093	0,0188	0,1187

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,00 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.14		1	18	0,034	0,612	2	3952	3952	46,4	0,87358	30652,1	0,0247	0,4326
		2	18	0,034	0,612	3	5928	9880	59,2	1,15515	55731	0,0217	0,4834
		3	18	0,034	0,612	4	7904	17784	70,6	1,28363	78819,6	0,0202	0,4355
		4	18	0,034	0,612	4	7904	25688	86,6	1,61516	106260	0,0191	0,6109
		5	18	0,034	0,612	4	7904	33592	86,6	1,64439	122608	0,0186	0,542
		6	10	0,034	0,34	4	7904	41496	103,6	1,81188	143043	0,0181	0,3361

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,84 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.15		1	18	0,003	0,054	4	7904	7904	86,6	0,43679	30652,1	0,024	0,0525
		2	18	0,003	0,054	4	7904	15808	103,6	0,50711	46707,9	0,0218	0,049
		3	18	0,003	0,054	4	7904	23712	117,6	0,58239	61304,1	0,0206	0,0533
		4	18	0,003	0,054	3	5928	29640	131,8	0,5752	68115,7	0,0201	0,0451
		5	18	0,003	0,054	3	5928	35568	150,6	0,59832	76101,7	0,0196	0,0444
		6	18	0,003	0,054	3	5928	41496	169,4	0,61087	83057,2	0,0192	0,0425
		7	10	0,003	0,03	4	7904	49400	169,4	0,68249	95787,7	0,0187	0,0278

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **32,31mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C2.16		1	18	0,004	0,072	2	3952	3952	59,2	0,38826	20434,7	0,0265	0,061
		2	18	0,004	0,072	3	5928	9880	86,6	0,48365	36061,3	0,0231	0,0584
		3	18	0,004	0,072	3	5928	15808	103,6	0,55909	49043,3	0,0216	0,062
		4	10	0,004	0,04	3	5928	21736	117,6	0,63533	61304,1	0,0206	0,0386

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **32,22 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.1		1	18	0,023	0,414	3	5928	5928	59,2	0,83864	36782,5	0,0236	0,3042
		2	18	0,023	0,414	3	5928	11856	70,6	0,99247	56588,4	0,0214	0,2982
		3	18	0,023	0,414	2	3952	15808	70,6	1,14101	70061,9	0,0206	0,351
		4	18	0,023	0,414	3	5928	21736	86,6	1,20118	84293,2	0,0198	0,3273
		5	18	0,023	0,414	2	3952	25688	86,6	1,25748	93759,3	0,0194	0,3306
		6	18	0,023	0,414	3	5928	31616	103,6	1,38048	108985	0,0188	0,366

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,98 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.2	1	1	18	0,033	0,594	2	3952	3952	46,4	0,87358	30652,1	0,0247	0,4326
		2	18	0,033	0,594	3	5928	9880	59,2	1,15515	55731	0,0217	0,4834
		3	18	0,033	0,594	4	7904	17784	70,6	1,28363	78819,6	0,0202	0,4355
		4	18	0,033	0,594	4	7904	25688	86,6	1,41957	99619,2	0,0193	0,4449
		5	18	0,033	0,594	4	7904	33592	86,6	1,64439	122608	0,0186	0,542
		6	30	0,033	0,99	4	7904	41496	103,6	1,62617	135514	0,0182	0,7727
	2	1	18	0,036	0,648	4	7904	7904	59,2	1,11819	49043,3	0,0223	0,5126
		2	18	0,036	0,648	4	7904	15808	70,6	1,3233	75451,2	0,0204	0,5045
		3	18	0,036	0,648	4	7904	23712	86,6	1,49092	98086,6	0,0194	0,527
		4	30	0,036	1,08	4	7904	31616	86,6	1,54766	115396	0,0187	0,8076

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,36 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.3	1	1	18	0,023	0,414	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,023	0,414	4	7904	11856	70,6	0,99247	56588,4	0,0214	0,2982
		3	18	0,023	0,414	3	5928	17784	86,6	1,11819	73565	0,0203	0,3108
		4	18	0,023	0,414	4	7904	25688	86,6	1,25748	93759,3	0,0194	0,3306
		5	30	0,023	0,69	3	5928	31616	103,6	1,38048	108985	0,0188	0,61
	2	1	18	0,02	0,36	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,02	0,36	3	5928	9880	59,2	0,97065	51086,8	0,0219	0,3161
		3	18	0,02	0,36	4	7904	17784	86,6	1,11819	73565	0,0203	0,3108
		4	18	0,02	0,36	3	5928	23712	86,6	1,16075	86547	0,0196	0,2854
		5	18	0,02	0,36	4	7904	31616	103,6	1,23899	103249	0,0189	0,2808
		6	18	0,02	0,36	3	5928	37544	103,6	1,32785	116478	0,0185	0,2996
		7	30	0,02	0,6	4	7904	45448	117,6	1,45795	134285	0,0181	0,5591

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,30 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.4		1	18	0,021	0,378	1	1976	1976	36,4	0,5705	17515,5	0,028	0,2386
		2	18	0,021	0,378	2	3952	5928	59,2	0,83864	36782,5	0,0236	0,3042
		3	18	0,021	0,378	2	3952	9880	59,2	0,97065	51086,8	0,0219	0,3161
		4	18	0,021	0,378	3	5928	15808	70,6	1,14101	70061,9	0,0206	0,351
		5	18	0,021	0,378	3	5928	21736	86,6	1,20118	84293,2	0,0198	0,3273
		6	18	0,021	0,378	4	7904	29640	103,6	1,2942	102174	0,019	0,325
		7	18	0,021	0,378	5	9880	39520	103,6	1,39773	122608	0,0184	0,3293
		8	18	0,021	0,378	4	7904	47424	117,6	1,52134	140124	0,0179	0,3629
		9	18	0,021	0,378	4	7904	55328	117,6	1,47964	149262	0,0177	0,3086
		10	18	0,021	0,378	4	7904	63232	131,8	1,55304	163478	0,0174	0,3206
		11	18	0,021	0,378	4	7904	71136	131,8	1,61019	176556	0,0171	0,3262
		12	18	0,021	0,378	4	7904	79040	131,8	1,65412	188628	0,0169	0,327
		13	18	0,021	0,378	4	7904	86944	150,6	1,68725	199806	0,0168	0,3241
		14	20	0,021	0,42	4	7904	94848	150,6	1,71151	210186	0,0166	0,3539

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **36,51 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.5		1	18	0,024	0,432	1	1976	1976	36,4	0,5705	17515,5	0,028	0,2386
		2	18	0,024	0,432	4	7904	9880	59,2	0,97065	51086,8	0,0219	0,3161
		3	18	0,024	0,432	1	1976	11856	70,6	0,99247	56588,4	0,0214	0,2982
		4	18	0,024	0,432	3	5928	17784	86,6	1,11819	73565	0,0203	0,3108
		5	18	0,024	0,432	3	5928	23712	86,6	1,31038	91956,2	0,0195	0,384
		6	18	0,024	0,432	4	7904	31616	103,6	1,38048	108985	0,0188	0,366
		7	18	0,024	0,432	3	5928	37544	103,6	1,4713	122608	0,0184	0,3853
		8	18	0,024	0,432	2	3952	41496	103,6	1,46762	128739	0,0182	0,3603
		9	20	0,024	0,48	3	5928	47424	117,6	1,52134	140124	0,0179	0,4032

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,06 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.6	1	1	18	0,022	0,396	4	7904	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		2	18	0,022	0,396	4	7904	15808	70,6	1,14101	70061,9	0,0206	0,351
		3	18	0,022	0,396	4	7904	23712	86,6	1,31038	91956,2	0,0195	0,384
		4	20	0,022	0,44	4	7904	31616	103,6	1,38048	108985	0,0188	0,4066
	2	1	18	0,029	0,522	4	7904	7904	59,2	1,11819	49043,3	0,0223	0,5126
		2	18	0,029	0,522	4	7904	15808	70,6	1,3233	75451,2	0,0204	0,5045
		3	18	0,029	0,522	4	7904	23712	86,6	1,31038	91956,2	0,0195	0,384
		4	20	0,029	0,58	4	7904	31616	86,6	1,54766	115396	0,0187	0,5384

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,40 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.7	1	1	18	0,026	0,468	2	3952	3952	46,6	0,87358	30652,1	0,0247	0,4326
		2	18	0,026	0,468	4	7904	11856	59,2	1,16478	61304,1	0,0212	0,4408
		3	18	0,026	0,468	4	7904	19760	86,6	1,24243	81738,8	0,02	0,3769
		4	18	0,026	0,468	4	7904	27664	86,6	1,35421	100972	0,0191	0,3788
		5	20	0,026	0,52	4	7904	35568	103,6	1,55304	122608	0,0185	0,5053
	2	1	18	0,023	0,414	4	7904	7904	59,2	1,14E-06	0,92412	44584,8	0,0226
		2	18	0,023	0,414	4	7904	15808	70,6	1,14E-06	1,14101	70061,9	0,0206
		3	18	0,023	0,414	4	7904	23712	86,6	1,14E-06	1,31038	91956,2	0,0195
		4	18	0,023	0,414	4	7904	31616	103,6	1,14E-06	1,38048	108985	0,0188
		5	18	0,023	0,414	4	7904	39520	103,6	1,14E-06	1,39773	122608	0,0184
		6	20	0,023	0,46	4	7904	47424	117,6	1,14E-06	1,52134	140124	0,0179

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,25 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C3.8	1	1	18	0,016	0,288	3	5928	5928	59,2	0,69309	33438,6	0,0239	0,1916
		2	18	0,016	0,288	3	5928	11856	70,6	0,85576	52546,4	0,0217	0,2079
		3	18	0,016	0,288	2	3952	15808	86,6	0,99394	65391,1	0,0207	0,2507
		4	18	0,016	0,288	3	5928	21736	86,6	1,06402	79334,8	0,0199	0,2434
		5	18	0,016	0,288	3	5928	27664	103,6	1,20792	95362	0,0192	0,2863
		6	18	0,016	0,288	2	3952	31616	103,6	1,23899	103249	0,0189	0,2808
		7	18	0,016	0,288	3	5928	37544	117,6	1,2044	110931	0,0186	0,2359
		8	20	0,016	0,32	2	3952	41496	117,6	1,33118	122608	0,0183	0,3151
	2	1	18	0,015	0,27	1	1976	1976	36,4	0,5705	17515,5	0,028	0,2386
		2	18	0,015	0,27	1	1976	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		3	18	0,015	0,27	1	1976	5928	59,2	0,69309	33438,6	0,0239	0,1916
		4	18	0,015	0,27	2	3952	9880	70,6	0,82706	47157	0,0222	0,2142
		5	18	0,015	0,27	3	5928	15808	86,6	0,99394	65391,1	0,0207	0,2507
		6	18	0,015	0,27	2	3952	19760	86,6	0,96729	72122,5	0,0203	0,2045
		7	18	0,015	0,27	2	3952	23712	103,6	1,03536	81738,8	0,0198	0,2159
		8	18	0,015	0,27	2	3952	27664	103,6	1,08412	90342,9	0,0194	0,2198
		9	18	0,015	0,27	2	3952	31616	103,6	1,11819	98086,6	0,019	0,2185
		10	18	0,015	0,27	3	5928	37544	117,6	1,2044	110931	0,0186	0,2359
		11	18	0,015	0,27	2	3952	41496	117,6	1,21291	117035	0,0184	0,2258
		12	18	0,015	0,27	2	3952	45448	117,6	1,32842	128181	0,0181	0,267
		13	18	0,015	0,27	2	3952	49400	117,6	1,32111	133270	0,018	0,2504
		14	18	0,015	0,27	2	3952	53352	131,8	1,31038	137934	0,0178	0,2342
		15	20	0,015	0,3	2	3952	57304	131,8	1,40744	148152	0,0176	0,2969

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,51 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C4.1		1	18	0,023	0,414	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,023	0,414	2	3952	7904	59,2	0,92412	44584,8	0,0226	0,3221
		3	18	0,023	0,414	3	5928	13832	70,6	1,15789	66019,8	0,0209	0,395
		4	18	0,023	0,414	3	5928	19760	86,6	1,24243	81738,8	0,02	0,3769
		5	18	0,023	0,414	4	7904	27664	86,6	1,35421	100972	0,0191	0,3788
		6	18	0,023	0,414	5	9880	37544	103,6	1,4713	122608	0,0184	0,3853
		7	18	0,023	0,414	4	7904	45448	117,6	1,45795	134285	0,0181	0,3354
		8	18	0,023	0,414	1	1976	47424	117,6	1,52134	140124	0,0179	0,3629
		9	100	0,023	2,3	1	1976	49400	117,6	1,58473	145962	0,0178	2,1741

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **36.97 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C4.2		1	18	0,024	0,432	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,024	0,432	4	7904	11856	70,6	0,99247	56588,4	0,0214	0,2982
		3	18	0,024	0,432	4	7904	19760	86,6	1,24243	81738,8	0,02	0,3769
		4	18	0,024	0,432	4	7904	27664	86,6	1,35421	100972	0,0191	0,3788
		5	18	0,024	0,432	4	7904	35568	103,6	1,39386	116155	0,0186	0,3488
		6	18	0,024	0,432	4	7904	43472	103,6	1,53751	134869	0,0181	0,3927
		7	18	0,024	0,432	4	7904	51376	117,6	1,64812	151801	0,0177	0,4208
		8	18	0,024	0,432	4	7904	59280	117,6	1,58533	159924	0,0175	0,3506
		9	18	0,024	0,432	3	5928	65208	117,6	1,74386	175916	0,0172	0,4184
		10	18	0,024	0,432	3	5928	71136	131,8	1,74717	183912	0,0171	0,3988
		11	10	0,024	0,24	2	3952	75088	131,8	1,69964	186365	0,017	0,2003

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,83 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C4.3		1	18	0,017	0,306	4	7904	7904	59,2	0,77652	40869,4	0,0229	0,211
		2	18	0,017	0,306	4	7904	15808	86,6	0,99394	65391,1	0,0207	0,2507
		3	18	0,017	0,306	4	7904	23712	86,6	1,16075	86547	0,0196	0,2854
		4	18	0,017	0,306	3	5928	29640	103,6	1,16155	96796	0,0191	0,2494
		5	18	0,017	0,306	3	5928	35568	117,6	1,14101	105093	0,0188	0,2136
		6	18	0,017	0,306	3	5928	41496	117,6	1,33118	122608	0,0183	0,2836
		7	18	0,017	0,306	1	1976	43472	117,6	1,27067	122608	0,0183	0,246
		8	18	0,017	0,306	1	1976	45448	117,6	1,32842	128181	0,0181	0,267
		9	18	0,017	0,306	2	3952	49400	117,6	1,32111	133270	0,018	0,2504
		10	10	0,017	0,17	2	3952	53352	117,6	1,4268	143931	0,0178	0,1603

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,42 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C4.4		1	18	0,023	0,414	3	5928	5928	59,2	0,83864	36782,5	0,0236	0,3042
		2	18	0,023	0,414	3	5928	11856	70,6	0,99247	56588,4	0,0214	0,2982
		3	18	0,023	0,414	3	5928	17784	86,6	1,11819	73565	0,0203	0,3108
		4	18	0,023	0,414	3	5928	23712	86,6	1,31038	91956,2	0,0195	0,384
		5	18	0,023	0,414	3	5928	29640	103,6	1,2942	102174	0,019	0,325
		6	10	0,023	0,23	2	3952	33592	103,6	1,31643	109702	0,0188	0,1744

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,8 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C4.5	1	1	18	0,067	1,206	2	3952	3952	36,4	1,14101	35030,9	0,0243	0,8291
		2	60	0,067	4,02	4	7904	11856	59,2	1,67728	73565	0,0209	3,5931
	2	1	18	0,035	0,63	3	5928	5928	46,4	1,03536	40869,4	0,0232	0,508
		2	18	0,035	0,63	3	5928	11856	59,2	1,16478	61304,1	0,0212	0,4408
		3	18	0,035	0,63	2	3952	15808	70,6	1,3233	75451,2	0,0204	0,5045
		4	220	0,035	7,7	3	5928	21736	86,6	1,36667	89912,7	0,0197	5,4881

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **38,94 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.1		1	18	0,035	0,63	2	3952	3952	46,4	0,64922	26424,2	0,0253	0,2107
		2	18	0,035	0,63	2	3952	7904	59,2	0,79765	41421,7	0,0228	0,2252
		3	18	0,035	0,63	3	5928	13832	59,2	1,39588	72488	0,0207	0,6243
		4	18	0,035	0,63	3	5928	19760	70,6	1,40212	86833	0,0198	0,5069
		5	18	0,035	0,63	4	7904	27664	86,6	1,30463	99106	0,0192	0,3457
		6	18	0,035	0,63	4	7904	35568	86,6	1,67738	127422	0,0184	0,5496
		7	28	0,035	0,98	5	9880	45448	103,6	1,49762	136100	0,018	0,5573

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35.03 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.2		1	18	0,034	0,612	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,437
		2	18	0,034	0,612	3	5928	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,471
		3	18	0,034	0,612	3	5928	17784	70,6	1,262	78149,7	0,0202	0,418
		4	18	0,034	0,612	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		5	18	0,034	0,612	3	5928	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		6	18	0,034	0,612	3	5928	35568	86,6	1,677	127422	0,0184	0,550
		7	9	0,034	0,306	3	5928	41496	103,6	1,367	124265	0,0183	0,151

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,68 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.3		1	18	0,034	0,612	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,437
		2	18	0,034	0,612	3	5928	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,471
		3	18	0,034	0,612	3	5928	17784	70,6	1,262	78149,7	0,0202	0,418
		4	18	0,034	0,612	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		5	18	0,034	0,612	3	5928	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		6	18	0,034	0,612	3	5928	35568	86,6	1,677	127422	0,0184	0,550
		7	9	0,034	0,306	3	5928	41496	103,6	1,367	124265	0,0183	0,151

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,68 mca**, para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.4		1	18	0,018	0,324	1	1976	1976	46,4	0,32461	13212,1	0,0296	0,0616
		2	18	0,018	0,324	6	11856	13832	70,6	0,98148	60783,1	0,0211	0,2639
		3	18	0,018	0,324	6	11856	25688	86,6	1,21144	92027	0,0194	0,3017
		4	9	0,018	0,162	6	11856	37544	103,6	1,23717	112430	0,0186	0,126
		5	40	0,018	0,72	2	3952	41496	103,6	1,3674	124265	0,0183	0,6731
		6	18	0,018	0,324	1	1976	1976	46,4	0,32461	13212,1	0,0296	0,0616

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,68 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.5		1	18	0,018	0,324	1	1976	1976	46,4	0,32461	13212,1	0,0296	0,0616
		2	18	0,018	0,324	6	11856	13832	70,6	0,98148	60783,1	0,0211	0,2639
		3	18	0,018	0,324	6	11856	25688	86,6	1,21144	92027	0,0194	0,3017
		4	9	0,018	0,162	6	11856	37544	103,6	1,23717	112430	0,0186	0,126
		5	40	0,018	0,72	2	3952	41496	103,6	1,3674	124265	0,0183	0,6731

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **33,43 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.6	1	1	18	0,038	0,684	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,437
		2	18	0,038	0,684	3	5928	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,471
		3	18	0,038	0,684	3	5928	17784	70,6	1,262	78149,7	0,0202	0,418
		4	54	0,038	2,052	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,782
	2	1	18	0,069	1,242	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,437
		2	18	0,069	1,242	4	7904	13832	59,2	1,396	72488	0,0207	0,624
		3	9	0,069	0,621	4	7904	21736	70,6	1,542	95516,3	0,0195	0,302

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,11 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.7		1	20	0,016	0,32	2	3952	3952	59,2	0,399	20710,9	0,0264	0,072
		2	20	0,016	0,32	2	3952	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,250
		3	20	0,016	0,32	3	5928	13832	70,6	0,981	60783,1	0,0211	0,293
		4	20	0,016	0,32	3	5928	19760	86,6	0,932	70790	0,0203	0,208
		5	20	0,016	0,32	4	7904	27664	86,6	1,305	99106	0,0192	0,384
		6	20	0,016	0,32	2	3952	31616	103,6	1,042	94678,2	0,0191	0,204
		7	20	0,016	0,32	3	5928	37544	103,6	1,237	112430	0,0186	0,280
		8	20	0,016	0,32	3	5928	43472	117,6	1,112	114685	0,0184	0,197
		9	104	0,016	1,664	3	5928	49400	117,6	1,263	130323	0,018	1,297

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,18 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C5.8		1	18	0,034	0,612	2	3952	3952	46,4	0,649	26424,2	0,0253	0,211
		2	18	0,034	0,612	3	5928	9880	59,2	0,997	51777,1	0,0219	0,338
		3	18	0,034	0,612	3	5928	15808	70,6	1,122	69466,4	0,0206	0,337
		4	18	0,034	0,612	3	5928	21736	70,6	1,542	95516,3	0,0195	0,604
		5	18	0,034	0,612	3	5928	27664	86,6	1,305	99106	0,0192	0,346
		6	18	0,034	0,612	3	5928	33592	86,6	1,584	120343	0,0186	0,494
		7	18	0,034	0,612	3	5928	39520	86,6	1,864	141580	0,0182	0,668
		8	9	0,034	0,306	3	5928	45448	103,6	1,498	136100	0,018	0,179

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,17 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C6.1	1	1	18	0,031	0,558	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,437
		2	18	0,031	0,558	3	5928	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,471
		3	18	0,031	0,558	3	5928	17784	70,6	1,262	78149,7	0,0202	0,418
		4	18	0,031	0,558	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		5	18	0,031	0,558	3	5928	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		6	18	0,031	0,558	3	5928	35568	103,6	1,172	106513	0,0188	0,228
		7	18	0,031	0,558	3	5928	41496	103,6	1,367	124265	0,0183	0,303
		8	9	0,031	0,279	3	5928	47424	103,6	1,563	142017	0,0179	0,194

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,70 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C6.2	1	1	18	0,031	0,558	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,437
		2	18	0,031	0,558	3	5928	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,471
		3	18	0,031	0,558	3	5928	17784	70,6	1,262	78149,7	0,0202	0,418
		4	18	0,031	0,558	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		5	18	0,031	0,558	3	5928	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		6	18	0,031	0,558	3	5928	35568	86,6	1,677	127422	0,0184	0,550
		7	18	0,031	0,558	3	5928	41496	103,6	1,367	124265	0,0183	0,303
		8	9	0,031	0,279	2	3952	45448	103,6	1,498	136100	0,018	0,179

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,01 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C6.3	1	1	18	0,035	0,63	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,437
		2	18	0,035	0,63	4	7904	13832	59,2	1,396	72488	0,0207	0,624
		3	18	0,035	0,63	4	7904	21736	70,6	1,542	95516,3	0,0195	0,604
		4	18	0,035	0,63	4	7904	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		5	18	0,035	0,63	4	7904	37544	86,6	1,771	134501	0,0183	0,608
		6	9	0,035	0,315	4	7904	45448	103,6	1,498	136100	0,018	0,179

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,84 mca** para el correcto funcionamiento del módulo

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C6.4		1	18	0,035	0,63	2	3952	3952	46,4	0,64922	26424,2	0,0253	0,2107
		2	18	0,035	0,63	5	9880	13832	59,2	1,39588	72488	0,0207	0,6243
		3	18	0,035	0,63	6	11856	25688	86,6	1,21144	92027	0,0194	0,3017
		4	18	0,035	0,63	6	11856	37544	86,6	1,77057	134501	0,0183	0,6075
		5	45	0,035	1,575	2	3952	41496	103,6	1,3674	124265	0,0183	0,7573

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,50 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C6.5		1	20	0,03	0,6	2	3952	3952	46,4	0,649	26424,2	0,0253	0,234
		2	18	0,03	0,54	2	3952	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		3	18	0,03	0,54	3	5928	13832	59,2	1,396	72488	0,0207	0,624
		4	18	0,03	0,54	2	3952	17784	70,6	1,262	78149,7	0,0202	0,418
		5	18	0,03	0,54	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		6	18	0,03	0,54	3	5928	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		7	18	0,03	0,54	3	5928	35568	86,6	1,677	127422	0,0184	0,550
		8	18	0,03	0,54	3	5928	41496	103,6	1,367	124265	0,0183	0,303
		9	9	0,03	0,27	4	7904	49400	103,6	1,628	147935	0,0178	0,209

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,98 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C6.6		1	22	0,029	0,638	1	1976	1976	46,4	0,325	13212,1	0,0296	0,075
		2	14	0,029	0,406	1	1976	3952	46,4	0,649	26424,2	0,0253	0,164
		3	23	0,029	0,667	2	3952	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,288
		4	23	0,029	0,667	2	3952	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,601
		5	23	0,029	0,667	3	5928	17784	70,6	1,262	78149,7	0,0202	0,534
		6	22	0,029	0,638	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,318
		7	22	0,029	0,638	4	7904	31616	86,6	1,491	113264	0,0188	0,540
		8	9	0,029	0,261	4	7904	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,138

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,66 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.1		1	20	0,024	0,48	3	5928	5928	59,2	0,59824	31066,3	0,0242	0,1491
		2	10	0,024	0,24	4	7904	13832	70,6	0,98148	60783,1	0,0211	0,1466
		3	10	0,024	0,24	1	1976	15808	70,6	1,1217	69466,4	0,0206	0,187
		4	10	0,024	0,24	5	9880	25688	86,6	1,21144	92027	0,0194	0,1676
		5	10	0,024	0,24	1	1976	27664	86,6	1,30463	99106	0,0192	0,1921
		6	20	0,024	0,48	6	11856	39520	103,6	1,30228	118348	0,0184	0,3076
		7	18	0,024	0,432	7	13832	53352	103,6	1,75808	159769	0,0176	0,4821
		8	18	0,024	0,432	5	9880	63232	117,6	1,61707	166814	0,0174	0,354
		9	18	0,024	0,432	5	9880	73112	117,6	1,86974	192879	0,017	0,4636
		10	18	0,024	0,432	5	9880	82992	131,8	1,68971	195355	0,0168	0,3346
		11	9	0,024	0,216	5	9880	92872	131,8	1,89087	218611	0,0166	0,2062

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,99 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.2		1	12	0,022	0,264	3	5928	5928	59,2	0,598	31066,3	0,0242	0,089
		2	18	0,022	0,396	4	7904	13832	70,6	0,981	60783,1	0,0211	0,264
		3	18	0,022	0,396	4	7904	21736	86,6	1,025	77869	0,02	0,222
		4	18	0,022	0,396	4	7904	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		5	18	0,022	0,396	4	7904	37544	103,6	1,237	112430	0,0186	0,252
		6	34	0,022	0,748	4	7904	45448	103,6	1,498	136100	0,018	0,677
		1	18	0,029	0,522	4	7904	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		2	18	0,029	0,522	4	7904	15808	70,6	1,122	69466,4	0,0206	0,337
		3	18	0,029	0,522	4	7904	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		4	18	0,029	0,522	4	7904	31616	86,6	1,491	113264	0,0188	0,442
		5	34	0,029	0,986	4	7904	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,523

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,69 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.3	1	1	18	0,023	0,414	4	7904	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		2	18	0,023	0,414	4	7904	15808	70,6	1,122	69466,4	0,0206	0,337
		3	18	0,023	0,414	4	7904	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		4	18	0,023	0,414	4	7904	31616	86,6	1,491	113264	0,0188	0,442
		5	30	0,023	0,69	4	7904	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,461
	2	1	18	0,026	0,468	4	7904	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		2	18	0,026	0,468	4	7904	15808	70,6	1,122	69466,4	0,0206	0,337
		3	18	0,026	0,468	4	7904	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		4	18	0,026	0,468	4	7904	31616	86,6	1,491	113264	0,0188	0,442
		5	18	0,026	0,468	4	7904	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,277
		6	30	0,026	0,78	4	7904	47424	103,6	1,563	142017	0,0179	0,646

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,91 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.4	1	1	18	0,016	0,288	4	7904	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		2	18	0,016	0,288	4	7904	15808	70,6	1,122	69466,4	0,0206	0,337
		3	18	0,016	0,288	4	7904	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		4	18	0,016	0,288	4	7904	31616	103,6	1,042	94678,2	0,0191	0,184
		5	18	0,016	0,288	4	7904	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,277
		6	18	0,016	0,288	4	7904	47424	117,6	1,213	125110	0,0181	0,208
		7	18	0,016	0,288	4	7904	55328	117,6	1,415	145962	0,0177	0,277
		8	36	0,016	0,576	4	7904	63232	131,8	1,287	148842	0,0175	0,405
	2	1	17	0,014	0,238	1	1976	1976	46,4	0,325	13212,1	0,0296	0,058
		2	18	0,014	0,252	1	1976	3952	46,4	0,649	26424,2	0,0253	0,211
		3	18	0,014	0,252	2	3952	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		4	18	0,014	0,252	2	3952	11856	70,6	0,841	52099,8	0,0217	0,199
		5	18	0,014	0,252	3	5928	17784	86,6	0,839	63711	0,0207	0,154
		6	18	0,014	0,252	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		7	18	0,014	0,252	3	5928	29640	103,6	0,977	88760,8	0,0193	0,163
		8	18	0,014	0,252	2	3952	33592	103,6	1,107	100596	0,0189	0,205
		9	18	0,014	0,252	3	5928	39520	117,6	1,011	104259	0,0187	0,149
		10	18	0,014	0,252	2	3952	43472	117,6	1,112	114685	0,0184	0,177
		11	20	0,014	0,28	3	5928	49400	117,6	1,263	130323	0,018	0,249

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,17 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.5	1	1	16	0,025	0,4	2	3952	3952	46,4	0,649	26424,2	0,0253	0,187
		2	16	0,025	0,4	4	7904	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,418
		3	18	0,025	0,45	4	7904	19760	86,6	0,932	70790	0,0203	0,187
		4	18	0,025	0,45	3	5928	25688	86,6	1,211	92027	0,0194	0,302
		5	20	0,025	0,5	3	5928	31616	86,6	1,491	113264	0,0188	0,491
		6	20	0,025	0,5	4	7904	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,308
		7	20	0,025	0,5	3	5928	45448	103,6	1,498	136100	0,018	0,398
		8	20	0,025	0,5	3	5928	51376	103,6	1,693	153852	0,0177	0,499
		9	46	0,025	1,15	3	5928	57304	117,6	1,465	151175	0,0176	0,754
	2	1	18	0,023	0,414	4	7904	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		2	18	0,023	0,414	3	5928	13832	70,6	0,981	60783,1	0,0211	0,264
		3	18	0,023	0,414	2	3952	17784	86,6	0,839	63711	0,0207	0,154
		4	18	0,023	0,414	3	5928	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		5	18	0,023	0,414	2	3952	27664	86,6	1,305	99106	0,0192	0,346
		6	9	0,023	0,207	3	5928	33592	103,6	1,107	100596	0,0189	0,103

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,54 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.6	1	1	9	0,036	0,324	2	3952	3952	46,4	0,649	26424,2	0,0253	0,105
		2	18	0,036	0,648	4	7904	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,471
		3	18	0,036	0,648	4	7904	19760	70,6	1,402	86833	0,0198	0,507
		4	18	0,036	0,648	4	7904	27664	86,6	1,305	99106	0,0192	0,346
		5	18	0,036	0,648	4	7904	35568	86,6	1,677	127422	0,0184	0,550
		6	34	0,036	1,224	4	7904	43472	103,6	1,433	130183	0,0182	0,623
	2	1	18	0,033	0,594	4	7904	7904	59,2	0,798	41421,7	0,0228	0,225
		2	18	0,033	0,594	4	7904	15808	70,6	1,122	69466,4	0,0206	0,337
		3	18	0,033	0,594	4	7904	23712	86,6	1,118	84948	0,0197	0,261
		4	18	0,033	0,594	4	7904	31616	86,6	1,491	113264	0,0188	0,442
		5	34	0,033	1,122	4	7904	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,523

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,60 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.7	1	1	17	0,036	0,612	3	5928	5928	46,4	0,974	39636,3	0,0233	0,413
		2	18	0,036	0,648	3	5928	11856	59,2	1,196	62132,6	0,0212	0,471
		3	18	0,036	0,648	4	7904	19760	70,6	1,402	86833	0,0198	0,507
		4	18	0,036	0,648	3	5928	25688	86,6	1,211	92027	0,0194	0,302
		5	18	0,036	0,648	4	7904	33592	86,6	1,584	120343	0,0186	0,494
		6	30	0,036	1,08	3	5928	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,461
	2	1	18	0,02	0,36	3	5928	5928	59,2	0,598	31066,3	0,0242	0,134
		2	18	0,02	0,36	3	5928	11856	70,6	0,841	52099,8	0,0217	0,199
		3	18	0,02	0,36	4	7904	19760	86,6	0,932	70790	0,0203	0,187
		4	18	0,02	0,36	3	5928	25688	86,6	1,211	92027	0,0194	0,302
		5	18	0,02	0,36	4	7904	33592	103,6	1,107	100596	0,0189	0,205
		6	18	0,02	0,36	3	5928	39520	103,6	1,302	118348	0,0184	0,277
		7	30	0,02	0,6	4	7904	47424	117,6	1,213	125110	0,0181	0,347

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,65 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.8		1	20	0,021	0,42	3	5928	5928	59,2	0,598	31066,3	0,0242	0,149
		2	20	0,021	0,42	3	5928	11856	70,6	0,841	52099,8	0,0217	0,222
		3	18	0,021	0,378	4	7904	19760	86,6	0,932	70790	0,0203	0,187
		4	18	0,021	0,378	5	9880	29640	86,6	1,398	106185	0,019	0,393
		5	18	0,021	0,378	4	7904	37544	103,6	1,237	112430	0,0186	0,252
		6	18	0,021	0,378	4	7904	45448	103,6	1,498	136100	0,018	0,358
		7	18	0,021	0,378	4	7904	53352	117,6	1,364	140749	0,0178	0,259
		8	18	0,021	0,378	4	7904	61256	117,6	1,567	161601	0,0174	0,334
		9	18	0,021	0,378	4	7904	69160	117,6	1,769	182453	0,0171	0,418
		10	18	0,021	0,378	4	7904	77064	131,8	1,569	181401	0,017	0,292
		11	9	0,021	0,189	4	7904	84968	131,8	1,730	200006	0,0168	0,175

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,04 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C7.9		1	18	0,027	0,486	2	3952	3952	46,4	0,64922	26424,2	0,0253	0,2107
		2	18	0,027	0,486	2	3952	7904	59,2	0,79765	41421,7	0,0228	0,2252
		3	18	0,027	0,486	2	3952	11856	59,2	1,19647	62132,6	0,0212	0,4706
		4	18	0,027	0,486	3	5928	17784	70,6	1,26191	78149,7	0,0202	0,4177
		5	18	0,027	0,486	3	5928	23712	86,6	1,11825	84948	0,0197	0,2606
		6	18	0,027	0,486	4	7904	31616	86,6	1,491	113264	0,0188	0,4421
		7	18	0,027	0,486	3	5928	37544	86,6	1,77057	134501	0,0183	0,6075
		8	18	0,027	0,486	4	7904	45448	103,6	1,49762	136100	0,018	0,3583
		9	18	0,027	0,486	4	7904	53352	103,6	1,75808	159769	0,0176	0,4821

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,47 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C8.1		1	18	0,034	0,612	6	11856	11856	59,2	1,16478	61304,1	0,0212	0,4408
		2	18	0,034	0,612	3	5928	17784	70,6	1,28363	78819,6	0,0202	0,4355
		3	80	0,034	2,72	2	3952	21736	86,6	1,36667	89912,7	0,0197	1,9957

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,87 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C8.2		1	18	0,038	0,684	2	3952	3952	46,4	0,87358	30652,1	0,0247	0,4326
		2	18	0,038	0,684	4	7904	11856	59,2	1,38618	66877,2	0,0211	0,6749
		3	18	0,038	0,684	4	7904	19760	70,6	1,42626	87577,3	0,0198	0,5286
		4	18	0,038	0,684	4	7904	27664	86,6	1,52877	107282	0,019	0,5101
		5	18	0,038	0,684	4	7904	35568	86,6	1,74112	129821	0,0184	0,6025
		6	18	0,038	0,684	3	5928	41496	103,6	1,81188	143043	0,0181	0,605
		7	10	0,038	0,38	2	3952	45448	103,6	1,78105	148421	0,0179	0,3049

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,66 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C8.3		1	18	0,035	0,63	2	3952	3952	46,4	0,87358	30652,1	0,0247	0,4326
		2	18	0,035	0,63	3	5928	9880	59,2	1,15515	55731	0,0217	0,4834
		3	18	0,035	0,63	4	7904	17784	70,6	1,48871	84882,6	0,02	0,6264
		4	18	0,035	0,63	4	7904	25688	86,6	1,61516	106260	0,0191	0,6109
		5	10	0,035	0,35	4	7904	33592	86,6	1,64439	122608	0,0186	0,3011

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,45 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C8.4		1	18	0,02	0,36	1	1976	1976	36,4	0,5705	17515,5	0,028	0,2386
		2	18	0,02	0,36	2	3952	5928	59,2	0,83864	36782,5	0,0236	0,3042
		3	18	0,02	0,36	2	3952	9880	59,2	0,97065	51086,8	0,0219	0,3161
		4	18	0,02	0,36	2	3952	13832	70,6	0,99838	61304,1	0,0211	0,2751
		5	18	0,02	0,36	4	7904	21736	86,6	1,20118	84293,2	0,0198	0,3273
		6	18	0,02	0,36	3	5928	27664	103,6	1,20792	95362	0,0192	0,2863
		7	18	0,02	0,36	2	3952	31616	103,6	1,23899	103249	0,0189	0,2808
		8	18	0,02	0,36	3	5928	37544	103,6	1,32785	116478	0,0185	0,2996
		9	18	0,02	0,36	3	5928	43472	117,6	1,39456	128447	0,0182	0,309
		10	18	0,02	0,36	2	3952	47424	117,6	1,38618	133754	0,018	0,2888
		11	18	0,02	0,36	3	5928	53352	117,6	1,4268	143931	0,0178	0,2886
		12	18	0,02	0,36	3	5928	59280	117,6	1,58533	159924	0,0175	0,3506
		13	10	0,02	0,2	4	7904	67184	131,8	1,6501	173695	0,0172	0,1993

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **35,76 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

modulo	submodulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q parcial	Q acumulado	diametro	v	Re	f	HR
C8.5		1	18	0,018	0,324	2	3952	3952	46,4	0,69024	27246,3	0,0252	0,2443
		2	18	0,018	0,324	4	7904	11856	70,6	0,99247	56588,4	0,0214	0,2982
		3	18	0,018	0,324	3	5928	17784	86,6	1,11819	73565	0,0203	0,3108
		4	18	0,018	0,324	4	7904	25688	103,6	1,12164	88550,4	0,0195	0,2499
		5	18	0,018	0,324	4	7904	33592	103,6	1,31643	109702	0,0188	0,3139
		6	18	0,018	0,324	4	7904	41496	117,6	1,33118	122608	0,0183	0,2836
		7	18	0,018	0,324	4	7904	49400	117,6	1,44394	139328	0,0179	0,3114
		8	10	0,018	0,18	4	7904	57304	131,8	1,40744	148152	0,0176	0,1485

Después de realizar el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la terciaria, se obtiene que al principio de la tubería se hace necesaria una presión de **34,16 mca** para el correcto funcionamiento del módulo.

Una vez calculada las pérdidas de carga unitarias para cada terciaria, se procede al dimensionado de la misma. La presión necesaria al comienzo de cada módulo se ha calculado sumando a la presión de funcionamiento de los aspersores (30 mca) las pérdidas de carga que se producen en el módulo (las del tramo mas desfavorable si está compuesto por submodulos), más las pérdidas de carga singulares (tes, codos, collarines, etc.), y las del porta-aspersor (se han estimado todas ellas en 2 mca). Los resultados obtenidos son los siguientes:

Así pues las presiones necesarias al principio de los módulos se recogen en la siguiente tabla resumen:

MODULO	Nº ASPERSORES	CAUDAL (L/h)	PRESION NECESARIA (mca)
C1.1	18	35.568	34,35
C1.2	27	53.352	34,41
C1.3	24	47.424	33,45
C1.4	12	23.712	33,03
C1.5	33	65.208	34,7
C1.6	11	21.736	32,81
C2.1	40	79.040	35,7
C2.2	50	98.800	35,45
C2.3	24	47.424	36,51
C2.4	10	19.760	33,01
C2.5	7	13.832	33,40
C2.6	11	21.736	33,8
C2.7	16	31.616	33,82
C2.8	19	37.544	32,26
C2.9	24	47.424	34,35

C2.10	32	63.232	34,24
C2.11	28	55.328	33,23
C2.12	26	51.376	34,11
C2.13	18	35.568	33,00
C2.14	21	41.496	34,84
C2.15	25	49.400	32,31
C2.16	11	21.736	32,22
C3.1	16	31.616	33,98
C3.2	37	73.112	35,36
C3.3	39	77.064	34,30
C3.4	48	94.848	36,51
C3.5	23	45.448	35,06
C3.6	32	63.232	35,40
C3.7	42	82.992	34,25
C3.8	50	98.800	35,51
C4.1	25	49.400	36,97
C4.2	38	75.088	35,83
C4.3	27	53.352	34,42
C4.4	38	75.088	33,8
C4.5	17	33.592	38,94

C5.1	23	45.448	35,03
C5.2	21	41.496	34,68
C5.3	22	43.472	34,68
C5.4	22	43.472	34,68
C5.5	21	41.496	33,43
C5.6	23	45.448	34,11
C5.7	24	47.424	35,18
C5.8	23	45.448	35,17
C6.1	23	45.448	34,70
C6.2	23	45.448	35,01
C6.3	23	45.448	34,84
C6.4	21	41.496	34,50
C6.5	23	45.448	34,98
C6.6	20	39.520	34,66
C7.1	45	88.920	34,99
C7.2	43	84.968	35,69
C7.3	44	86.944	35,91
C7.4	45	88.920	34,17
C7.5	45	88.920	35,54
C7.6	42	82.992	34,60

C7.7	44	86.944	34,65
C7.8	43	84.968	35,04
C7.9	44	86.944	35,47
C8.1	11	21.736	34,87
C8.2	23	45.448	35,66
C8.3	17	33.592	34,45
C8.4	34	67.184	35,76
C8.5	29	57.304	34,16

4.2.2.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN NECESARIA A LA ENTRADA DE LAS MÁQUINAS PIVOT.

4.2.2.1.-MÉTODO DE CÁLCULO.

La fórmula de cálculo para obtener la presión necesaria al comienzo del pivot, es:

$$\frac{P_o}{\gamma} = \frac{P_n}{\gamma} + h_r + h_g + h_a$$

Siendo:

- $\frac{P_o}{\gamma}$: Presión necesaria al comienzo del pivot, en m.c.a.

- $\frac{P_n}{\gamma}$: Presión nominal de los últimos aspersores, en m.c.a.
- h_r : Es la pérdida de carga en la tubería del pivot.
- h_g : Es la máxima diferencia de cota que puede presentarse los extremos del pivot.
- h_a : Es la altura de la tubería del pivot sobre el terreno.

Para el cálculo de h_r se utiliza la fórmula propuesta por Shu Tung Chu (1972), que dice:

$$h_r = 0,543 \times h_m.$$

Donde h_m se puede obtener aplicando la fórmula de Scobey:

$$h_m = 0,34 \cdot 4,093 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{Q^{1,9}}{D^{4,9}} \cdot R$$

Donde:

- **R**: Radio del pivot, en m.
- **D**: Diámetro de la tubería, en m.
- **Q**: Caudal a la entrada del pivot, en m³/s

4.2.2.2.- RESULTADO DEL CÁLCULO.

El pivot 1 tiene 409 metros de radio y un caudal a su entrada de 88 l/s, los números 2,3 y 4 tienen 359 metros de radio y un caudal a su entrada de 67 l/s. El quinto tiene 259 metros de radio y un caudal a su entrada de 38 l/s.

La máxima diferencia de cota entre los extremos es 2 m. para todos los pivot. La altura de la tubería sobre el terreno es de 3,5 m. en ambos casos.

Con esto se obtiene:

- PÍVOT 1: $hm = 13,77$ mca.

$$hr = 0,543 \times 13,77 = 3,8 \text{ m.c.a.}$$

- PIVOT 2,3,4: $hm = 7,19$ mca.

$$hr = 0,543 \times 7,19 = 3,9 \text{ m.c.a.}$$

- PIVOT 5: $hm = 1,77$ mca.

$$Hr = 0,543 \times 1,77 = 0,96 \text{ mca.}$$

De esta forma las presiones necesarias al comienzo de los pivotes resultan de:

- PIVOT 1: 39,3 mca

- PIVOT 2, 3 y 4: 39,4 mca

- PIVOT 5: 36,46 mca

4.3.- CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS.

El cálculo de las tuberías primarias y secundarias se realiza a partir del dato conocido de la presión necesaria en un módulo de riego por aspersión o pívot.

La tubería primaria distribuye el agua desde la caseta de control hasta las tomas de cada parcela, de estas tomas parten las tuberías secundarias que conducen el agua hasta la entrada de cada módulo de riego o pívot.

Una vez dimensionadas estas tuberías y conociendo sus pérdidas de carga, sumadas a la presión necesaria en la entrada para cada módulo o pivot se puede calcular la presión a la que debe funcionar la red. Además, para el correcto dimensionado se deben tener en cuenta los diversos elementos singulares tales como válvulas, filtros, codos, derivaciones, cambios de sección, etc..

4.3.1.- CALCULO DE LAS TUBERÍAS SECUNDARIAS.

El dimensionado de estas tuberías se realiza utilizando la fórmula empírica de Veronese, que es la que se utiliza para el PVC.

Para ello se parte de la condición de que en toma debe haber una presión de 40 mca. A partir de este dato, y conociendo la presión de los módulos (en este caso se toma la mayor) se conoce la pérdida de carga máxima para esa secundaria.

Una vez conocida la pérdida de carga se establece la pérdida unitaria mínima que puede presentarse, y a partir de este dato se calcula el diámetro teórico (dependiente del caudal a transportar) de la tubería en cuestión. Una vez determinado este diámetro se ajusta al comercial. En este caso se adoptan tuberías de PVC PN 0,6 MPa.

El proceso seguido es el siguiente:

$$\text{Veronese} \rightarrow \frac{h_r}{L} = J = 0.365 \cdot \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}} \rightarrow D_{\text{teorico}} = \left(0,365 \cdot \frac{Q^{1.8}}{J} \right)^{\frac{1}{4.8}} \rightarrow D_{\text{comercial}}$$

Los resultados obtenidos se recogen en la siguiente tabla:

PARCELA	TRAMO S.	L (m)	Ho (m)	Ho-Hi (m)
1	1	111	32,31	7,69
	2	184,5	34,35	5,65
	3	20	34,41	5,59
	4	35	34,7	5,3
	5	19	33,45	6,55
	6	45	33,03	6,97
2	1	77	32,22	7,78
	2	40	32,31	7,69
	3	64	34,84	5,16
	4	72	35,45	4,55
	5	89,5	34,11	5,89
	6	54,5	35,7	4,3
	7	45	33,23	6,77
	8	97	36,51	3,49
	9	94,5	34,24	5,76
	10	120	34,35	5,65
	11	77	32,26	7,74

	12	40	33,82	6,18
	13	64	33,8	6,2
	14	72	33,40	6,6
3	1	207	35,51	4,49
	2	20	36,51	3,49
	3	133	34,3	5,7
	4	130	35,4	4,6
	5	90	35,06	4,94
4	1	111	38,94	1,06
	2	184,5	36,97	3,03
	3	20	35,83	4,17
	4	35	34,42	5,58
	5	50	33,8	6,2
5	1	57	34,68	5,32
	2	82	35,18	4,82
	3	126	35,17	4,83
	4	243	35,03	4,97
6	1	86	34,98	5,02
	2	46	35,01	4,99
	3	248	34,98	5,02

7	1	207	35,47	4,53
	2	42	35,04	4,96
	3	133	35,9	4,1
	4	130	35,69	4,31
	5	90	35,54	4,46
8	1	127	34,87	5,13
	2	20	35,66	4,34
	3	42	35,76	4,24
	4	17	34,45	5,55
	5	64	34,16	5,84

Una vez conocidas las máximas pérdidas que pueden darse, se procede a la determinación de la J, los resultados obtenidos pueden verse en la siguiente tabla:

	Tramos	J (m/m)
C1	1-2	0,01912
	3-4-5-6	0,05857
C2	1-5	0,0108
	6	0,0789
	7-8-9-10-11-12-13-14	0,0172
C3	1 al 5	0,00852
C4	1 al 5	0,0155
C5	1 al 4	0,009488
C6	1 al 3	0,0315
C7	1 al 5	0,00741
C8	1 al 5	0,02163

Con los datos de la J de la tabla anterior se procede al dimensionado de las tuberías, cuyos resultados se pueden ver en la tabla que se presenta a continuación:

PARCELA	TRAMO	L (m)	Q (L/s)	J min (m/m)	Diametro teorico (mm)	Diametro Comercial (mm)
C1	1	111	10	1,91E-02	94,503	110
	2	184,5	10	1,91E-02	94,503	110
	3	20	10	0,05857	74,844	90
	4	35	10	0,05857	74,844	90
	5	19	10	0,05857	74,844	90
	6	45	10	0,05857	74,844	90
C2	1	77	25	0,0108	150,091	160
	2	40	25	0,0108	150,091	160
	3	64	25	0,0108	150,091	160
	4	72	25	0,0108	150,091	160
	5	89,5	25	0,0108	150,091	160
	6	54,5	25	0,0789	99,181	110
	7	45	25	0,0172	136,22	140
	8	97	25	0,0172	136,22	140
	9	94,5	25	0,0172	136,22	140

	10	120	25	0,0172	136,22	140
	11	77	25	0,0172	136,22	140
	12	40	25	0,0172	136,22	140
	13	64	25	0,0172	136,22	140
	14	72	25	0,0172	136,22	140
C3	1	207	25	0,00852	157,69	180
	2	20	25	0,00852	157,69	180
	3	133	25	0,00852	157,69	180
	4	130	25	0,00852	157,69	180
	5	90	25	0,00852	157,69	180
C4	1	111	15	0,0155	114,94	125
	2	184,5	15	0,0155	114,94	125
	3	20	15	0,0155	114,94	125
	4	35	15	0,0155	114,94	125
	5	50	15	0,0155	114,94	125
C5	1	57	10	9,49E-03	109,35	125
	2	82	10	9,49E-03	109,35	125
	3	126	10	9,49E-03	109,35	125
	4	243	10	9,49E-03	109,35	125
C6	1	86	10	1,32E-02	102,09	110
	2	46	10	1,32E-02	102,09	110
	3	248	10	1,32E-02	102,09	110
C7	1	207	25	0,00741	162,35	180

	2	42	25	0,00741	162,35	180
	3	133	25	0,00741	162,35	180
	4	130	25	0,00741	162,35	180
	5	90	25	0,00741	162,35	180
C8	1	127	10	0,02163	92,106	110
	2	20	10	0,02163	92,106	110
	3	42	10	0,02163	92,106	110
	4	17	10	0,02163	92,106	110
	5	64	10	0,02163	92,106	110

4.3.2.- CALCULO DE LAS PRIMARIAS.

Al igual que se ha hecho con las secundarias, se procede al cálculo de las tuberías primarias. Ahora conociendo el caudal a transportar por cada tramo de tubería en función de las tomas que tienen que alimentar se calculan los diámetros que tienen que tener estas.

Para ello se parte de la premisa de que la presión de bombeo de salida en la estación de bombeo será como máximo de 50 mca, por lo tanto, a partir de esta y por diferencia de las presiones necesarias en las tomas (se han prefijado en 40 mca), se calculan las pérdidas admisibles para cada tramo.

Los resultados obtenidos se recogen en la siguiente tabla:

	L (m)	Q (L/s)	Pi (m)	Po (m)	DP	J (m/m)	D teorico (mm)	D comercial (mm)
T1	181	390	40	50	10	0,05524862	353,049968	400
T2	260	10	40	50	10	0,03846154	89,3690105	90
T3	255	342	40	50	10	0,03921569	336,08315	400
T4	355	317	40	50	10	0,02816901	326,651136	400
T5	718	250	40	50	10	0,01392758	337,555001	400
T6	363	20	40	50	10	0,02754821	113,577223	125
T7	711	163	40	50	10	0,0140647	272,206686	315
T8	366	15	40	50	10	0,0273224	111,266047	125
T9	373	148	40	50	10	0,02680965	262,528574	315
T10	408	98	40	50	10	0,0245098	210,327824	315
T11	419	10	40	50	10	0,02386635	89,3690105	90

La distribución de los tramos tanto de tuberías primarias como secundarias pueden verse en los planos correspondientes.

5.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

La instalación de una red fija de tuberías en un riego por aspersión conlleva un movimiento de tierra. 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 la colocación de las tuberías en el terreno se hace necesaria la excavación de una zanja y cuyas dimensiones varían en función del diámetro a colocar. Las dimensiones correspondientes se muestran en la siguiente tabla:

Diámetro exterior de la tubería (mm)	Anchura de la zanja (m)	Profundidad de la zanja (m)
$\varnothing \leq 200$	$\varnothing \text{ (m)} + 0,6$	$\varnothing \text{ (m)} + 1$
$\varnothing > 200$	$\varnothing \text{ (m)} + 0,7$	$\varnothing \text{ (m)} + 1$

La sección tipo de la tubería se compone de una cama de arena de espesor $10 + \varnothing/10$ (cm). Desde la generatriz inferior hasta 30 cm por encima de la generatriz superior, se rellenará con material seleccionado de tamaño menor de 2 cm. La parte superior se rellena con material procedente de la excavación.

5.2.- EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DE LOS LATERALES Y TERCIARIAS.

Se calculan los volúmenes de tierra a mover para cada parcela y para cada tipo de tubería.

De la misma forma los laterales o ramales de riego que se componen en su totalidad por PEBD Ø32, salvo en algunas esquinas donde ha sido mejor la instalación de tuberías de PVC a zanja abierta, ha sido inyectado por medio de un oruga subsolador, a una profundidad de 0,7 metros. Los resultados son los siguientes:

PARCELA	Metros de PEBD Ø32 inyectados
C1	6336
C2	5418
C3	1944
C4	3816
C5	1332
C6	6570
C7	3078
TOTAL	28494

5.3.- EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DE LAS SECUNDARIAS.

En la siguiente tabla se muestran los datos de los tipos de tubería colocadas según la parcela, así como el volumen de movimiento de tierras que han generado.

Parcela	Tuberia	Longitud (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)	Volumen (m³)
C1	PVC Ø 90	119	0,69	1,09	89,5
	PVC Ø 110	295,5	0,71	1,11	232,88
C2	PVC Ø 110	54,5	0,71	1,11	42,95
	PVC Ø 140	609,5	0,74	1,14	514,17
	PVC Ø 160	342,5	0,94	1,16	373,46
C3	PVC Ø 180	580	0,78	1,18	533,83
C4	PVC Ø 125	400,5	0,725	1,125	326,66
C5	PVC Ø 125	508	0,725	1,125	414,34
C6	PVC Ø 110	380	0,71	1,11	299,48
C7	PVC Ø 180	602	0,78	1,18	554,08
C8	PVC Ø 110	270	0,71	1,11	212,79

5.4.- EXCAVACION DE LA ZANJA DE LAS PRIMARIAS.

Tuberia	Longitud (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)	Volumen (m³)
PVC Ø 90	679	0,69	1,09	510,68
PVC Ø 125	729	0,725	1,125	594,59
PVC Ø 315	1492	1,015	1,315	1991,41
PVC Ø 400	1509	1,1	1,4	2323,86

5.5- RESUMEN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS.

En este apartado se resumen los metros totales de PEBD Ø32 inyectados, que dan un total de 28494 metros; y **los metros cúbicos que se han excavado de zanja en toda la finca, y son 8248,4 m³.**

ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO

ÍNDICE DEL ANEJO 11

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO.....	2
2.1 VÁLVULAS DE VENTOSA.....	2
2.2 TOMAS DE RIEGO.....	4
2.3 VÁLVULAS DE MARIPOSA.....	5
2.4 VÁLVULAS HIDRÁULICAS.....	5
2.5 VÁLVULAS DE RETENCIÓN.....	6
2.6 VÁLVULAS DE ESFERA.....	7
2.7 DESAGÜES.....	8
2.8 CODOS.....	8
2.9 REDUCCIONES.....	9
2.10 PIEZAS DE DERIVACIÓN.....	9
3. ANCLAJES.....	9
4. FILTROS.....	13

1.- INTRODUCCION.

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, filtrado y evacuación del aire.

2.- ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO.

2.1.- VÁLVULAS DE VENTOSA.

Son piezas destinadas a realizar el control de la presencia de aire en las conducciones hidráulicas. Se usarán de doble efecto o trifuncional.

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 evacua 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.

2.1.1.- DIMENSIONADO DE LA VÁLVULA VENTOSA.

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:

Diámetro tubería (mm)	Diámetro ventosa (pulgadas)
<100	$\frac{3}{4}$
100-150	1
150-250	1 $\frac{1}{2}$
250-400	3

Los criterios que se han tenido en cuenta para su localización son los siguientes:

- 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 su correcta instalación 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.

2.2.- TOMAS DE RIEGO.

La conexión de la red general fija con el sistema de riego utilizado en la parcela se realiza mediante tomas de riego.

La presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema es de 40 m.c.a.

La toma de riego tipo que abastece a cada parcela está compuesta por:

- Válvula hidráulica, la cual consta de:
 - Regulador mecánico de presión
 - Limitador mecánico de caudal
 - Contador o caudalímetro incorporado.
- Carrete de ajuste
- Válvula de mariposa

Todo el conjunto de piezas va alojado en una arqueta prefabricada de hormigón.

Los tipos de toma utilizados, normalizados según el caudal, son:

Toma de 10 L/s	Toma de 88 L/s
Toma de 25 L/s	Toma de 67 L/s
Toma de 15 L/s	Toma de 38 L/s

El diámetro de la válvula elegida para cada tipo de toma es:

Tomas de 10 y 15 L/s \Rightarrow válvula de 3"

Toma de 25 L/s \Rightarrow válvula de 4"

Toma de 38 L/s \Rightarrow válvula de 6"

Tomas de 67 y 88 L/s \Rightarrow válvula de 8"

2.3- VÁLVULAS DE MARIPOSA.

Se han colocado válvulas de mariposa en el edificio de control de mandos, todas las necesarias para poder dirigir el agua de riego en cada momento a la parcela necesaria, en las tomas anteriormente descritas, de igual modo para dejar aislado un tramo de la red de distribución con objeto de aislar los ramales de la red para así poder regar en caso de avería.

Tendrán el mismo diámetro que la tubería en las que se coloquen. Están alojadas en arquetas prefabricadas de hormigón.

2.4.- 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 integral, 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.

Algunas ventajas de estas válvulas son:

- 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.

Estas válvulas se encuentran en una amplia gama, diferenciándose en una serie de características. Se presenta como ejemplo las características técnicas de una válvula de 3", 6" y 10":

Características técnicas de válvulas hidráulicas de hierro fundido.			
	3"	6"	10"
Presión máxima de trabajo (atm)	16	16	16
Presión mínima de trabajo (atm)	1	1	1
Q máximo (m ³ /h)	90	300	800
Q mínimo (m ³ /h)	20	50	80
Longitud (mm)	282	387	535
Altura (mm)	192	280	410
Conexión	Bridas 3"	Bridas 6"	Bridas 10"
Pérdidas de carga (mca)	0.6	0.5	0.5

2.5.- VÁLVULAS DE RETENCION.

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

Las características de estas válvulas 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 instaladas justo después de cada grupo moto-bomba. Por lo tanto serán **11 válvulas de retención de 6" y una de 10" en la tubería de impulsión** (para evitar el golpe de ariete). La pérdida de carga esta entorno a los 0,2 m.c.a. para cada una.

2.6.- VÁLVULAS DE ESFERA.

Se instalan válvulas de esfera de dos materiales:

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.

Válvulas de esfera metálicas. Fabricadas en latón niquelado, se colocarán una delante de cada válvula de ventosa y otra en cada aspersor que por algún motivo requiera su cierre temporal, (proximidad a caminos, edificaciones, etc.). Al igual que las anteriores son de accionamiento manual.

2.7.- DESAGÜES.

2.7.1.- 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 y a la salida de la estación de bombeo. 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.

2.7.2.- 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. Ver plano detalles de la red de riego.

2.8.- 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°.

2.9.- 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.

2.10.- PIEZAS DE DERIVACIÓN.

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en “T” e “Y” y cruces, dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

Las piezas en “T”, “Y” y cruces utilizadas en la red de riego son del mismo material que las tuberías en las que van colocadas.

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, así como en los tramos con pendiente elevada, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción.

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 ≤ 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:

$$F = K \times P \times S$$

Siendo:

- F = empuje en Kp.
- K = coeficiente según la dirección
- P = presión interior de prueba 1,4 (Presión de trabajo en Kp/cm²)
- S = sección interna del tubo en cm²

Las dimensiones del elemento de anclaje se obtienen a partir de la siguiente fórmula:

$$F = K \times P \times S$$

Siendo:

- F = empuje en Kg
- A = superficie del anclaje en contacto con el terreno en la dirección del empuje en cm²
- ρ = Resistencia del terreno en Kg/cm² (2 Kg/cm²)

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:

Pieza	Diámetro de la tubería (mm)	Dimensiones en cm		
		A	B	C
Codo 45°	63 a 225	30	40	15
	250 a 400	50	60	25
Codo 90°	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

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:

Diámetro (mm)	Dimensiones en cm				Posición de las armaduras		
	A	B	C	D	A	B	C
90	50	15	90	50	15	90	50
110	60	20	110	60	20	110	60
125	70	25	125	70	25	125	70
140	70	25	140	70	25	140	70
160	80	30	160	80	30	160	80
180	90	30	180	90	30	180	90
200	100	35	200	100	35	200	100
250	120	40	250	120	40	250	120
315	140	50	315	140	50	315	140
355	140	50	355	140	50	355	140
400	160	65	400	160	65	400	160
500	210	80	500	210	80	500	210
560	240	90	560	240	90	560	240
600	260	95	600	260	95	600	260

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:

Diámetro (mm)	Dimensiones en cm				Posición de las armaduras	
	A	B	C	D	A	B
90	60	40	90	60	40	90
110	70	45	110	70	45	110
125	80	50	125	80	50	125
140	80	50	140	80	50	140
160	90	60	160	90	60	160
180	100	65	180	100	65	180
200	110	65	200	110	65	200
250	140	70	250	140	70	250
315	150	80	315	150	80	315
355	160	90	355	160	90	355
400	170	95	400	170	95	400
500	220	105	500	220	105	500
560	250	105	560	250	105	560
600	270	110	600	270	110	600

4.- FILTROS.

El cálculo y elección de los filtros a instalar en cada parcela para el filtrado del agua de riego se recogen en el anejo 12 “estación de bombeo”.

Aunque son elementos singulares, este apartado se detalla en el otro anejo ya que el filtrado se hará en la propia estación de bombeo, saliendo así el agua de riego filtrada hacia cada parcela.

ESTACIÓN DE BOMBEO

ÍNDICE DEL ANEJO 12

	<u>Página</u>
1. JUSTIFICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO.....	2
2. CÁLCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO.....	2
3. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.....	3
3.1 ELECCIÓN DE LAS BOMBAS COMERCIALES.....	3
3.2 POTENCIA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.....	4
4. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE.....	4
4.1 . CÁLCULO DEL TIEMPO DE PARADA DE LA BOMBA.....	4
4.2 CÁLCULO DE LA CELERIDAD DE LA ONDA Y DE LA LONGITUD CRÍTICA.....	5
4.3 CÁLCULO DE LA SOBREPRESIÓN DEBIDA AL GOLPE DE ARIETE.....	7
4.4 ELECCIÓN DEL TIMBRAJE.....	7
5. FILTRADO DEL AGUA BOMBEADA.....	8
6. CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE FERTILIZANTE.....	8
6.1 CÁLCULO DEL DEPÓSITO.....	9
7. PROGRAMADOR DE RIEGO.....	11
8. PANELES SOLARES.....	12
9. AUTOMATISMOS DE LA RED DE RIEGO.....	13
10. CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE DE BOMBEO.....	14
10.1 INTRODUCCIÓN.....	14
10.2 NORMATIVA.....	14
10.3 DEFINICIÓN DE LAS OBRAS.....	15

1.- JUSTIFICACIÓN Y FUNCONAMIENTO.

Al no disponer de otro lugar con cota necesaria para regar toda la superficie de la finca por presión natural, se hace necesario el bombeo de agua a las parcelas para poder llevar a cabo el riego. Por lo indicado anteriormente la transformación queda condicionada a la utilización del riego por bombeo.

Por otro lado, en esta estación se van a ubicar los equipos de bombeo necesarios para llevar a cabo el riego por aspersión (cobertura y pivots).

Desde el punto de vista funcional se pueden distinguir las siguientes partes:

- Organos hidráulicos:
 - o Aspiración.
 - o Filtraje.
 - o Bombas.
- Organos eléctricos:
 - o Centro de seccionamiento.
 - o Centro de transformación.
 - o Centro de control y mando.

La tubería de impulsión se introduce dentro de la estación de bombeo, a partir de ella se unen las bombas en batería a ambos lados de ésta. La tubería de impulsión es un colector al que van a parar las tuberías de salida de cada bomba. A la salida de este colector se coloca los filtros correspondientes para llevar a cabo el filtrado del agua de riego, y que así salga ya filtrada a cada parcela.

Las dimensiones de la estación de 20 metros de anchura por 24 metros de largo.

2.- CALCULO DEL CAUDAL DE BOMBEO.

Partiendo de las tomas instaladas en todas las parcelas en las que se ha dividido la finca y con la intención de poder realizar un control de riego más flexible, se llega a la conclusión de que se hacen necesarias los siguientes grupos de bombeo:

- 2 bombas capaces de bombear 35 L/s ($72 \text{ m}^3/\text{h}$).
- 2 bombas capaces de bombear 70 L/s cada una ($108 \text{ m}^3/\text{h}$).
- 2 bombas capaces de bombear 90 L/s ($270 \text{ m}^3/\text{h}$).
- 2 bombas capaces de bombear 200 L/s cada una ($720 \text{ m}^3/\text{h}$).

3.- DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.

Para calcular los elementos que constituyen la instalación de bombeo se hace necesario conocer la altura manométrica. Esta altura es la presión necesaria a la salida de las bombas y como ya se determinó en el anejo 10 es de 50mca.

Teniendo en cuenta que las pérdidas de carga en la tubería de aspiración son de 0,43 mca, se procede al cálculo de la potencia necesaria de cada bomba.

3.1.- ELECCIÓN DE LAS BOMBAS COMERCIALES.

Conociendo el caudal que debe bombear cada uno de los grupos de bombeo y a presión que deben dejar a la salida de bomba (50 mca) se calculan las potencias de accionamiento de estos.

Antes de calcular las potencias se hace una preselección en catálogo de las bombas pertinentes (bombas monocelulares ZEDA). Según el caudal que queremos impulsar y la altura de bombeo.

Caudal (L/s)	Caudal (m³/h)	Modelo	Diámetro rodete (mm)	Rendimiento (%)	Régimen de revoluciones (rpm)
35	126	ZN-100/315	190	63	1740
70	252	ZN-100/200	190	65	3480
90	324	ZN-100/200	200	78	3480
200	720	ZN-250/410	210	76	1740

3.2.- POTENCIA NECESARIA EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.

En la tabla a continuación se expone la potencia necesaria para el grupo electrobomba:

Bomba	35 L/s	70 L/s	90 L/s	200 L/s
Nbomba (CV)	50	50	60	70
Nbomba(KVa)	84,92	84,92	101,90	118,88

4.- CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.

Con la parada del grupo de impulsión, y el cierre violento de válvulas se produce en la tubería de impulsión una sobrepresión denominada golpe de ariete, para compensarla deben dimensionarse mecanismos que lo amortigüen e instalar en lo posible elementos singulares que reduzcan la producción del mismo.

4.1.- CÁLCULO DEL TIEMPO DE PARADA DE LA BOMBA.

Según la expresión de E. Mendiluce se define el tiempo de parada de la bomba como:

$$T = \frac{K \cdot L(m) \cdot V(m/s)}{g \cdot H_{me}(m)} + C$$

Donde:

- K: Coeficiente de ajuste que depende de la longitud de la tubería de impulsión, en este caso $K = 2$ ya que $L = 60$ metros.
- C: Coeficiente de ajuste que depende de la relación entre la altura manométrica a impulsar y la longitud de la tubería de impulsión, en este caso, $C = 1$ ($H_m/L < 0,2$).
- V: Velocidad del agua, en m/s. Se ha ajustado a 1,5 m/s.
- L: longitud de la tubería de impulsión, en m.
- g: aceleración de la gravedad, $9,81 \text{ m/s}^2$.
- H_{me} : altura manométrica de impulsión, en m.

En la tabla expuesta a continuación se presenta la relación entre los parámetros “K” y longitud de tubería:

K	Longitud tubería (m)
2	< 500
1,75	= 500
1,5	$500 < L < 1500$
1,25	= 1500
1	> 1500

$$T = \frac{2 \cdot 60 \cdot 1,5}{9,81 \cdot 50} + 1 = 1,37 \text{ segundos.}$$

4.2.- CÁLCULO DE LA CELERIDAD DE LA ONDA Y DE LA LONGITUD CRÍTICA.

La celeridad de la onda o velocidad a la cual se propaga se define con la expresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior del tubo, en mm.
- e: Espesor del tubo, en mm.
- K: Coeficiente que depende del material de la tubería, para este caso, al ser PVC K= 33,3.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 33,3 \cdot \frac{452,2}{23,9}}} = 380,11 \text{ m/s}$$

Así pues:

- Si $T < \frac{2L}{a}$, siendo L la longitud de la tubería en m, se trata de un cierre rápido y se utiliza la fórmula de Allievi.
- Si $T > \frac{2L}{a}$, siendo L la longitud de la tubería en m, se trata de un cierre lento y se utiliza la fórmula de Michaud.

En este caso $\frac{2 \cdot 60}{380,11} = 0,32$ segundos, y $T = 1,37$ segundos, por lo tanto $T > \frac{2L}{a}$ y se trata de un cierre lento por lo que se utiliza la fórmula de Michaud.

La longitud crítica de la onda viene dada por la siguiente expresión:

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2} = \frac{380,11 \text{ m/s} \cdot 1,37 \text{ s}}{2} = 260,37 \text{ m}$$

Se trata pues de una impulsión corta, ya que la longitud de la impulsión es menor que la longitud crítica.

4.3.- CÁLCULO DE LA SOBREPRESIÓN DEBIDA AL GOLPE DE ARIETE.

Utilizando la fórmula de Michaud resulta:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot T}$$

Donde:

- L : longitud de la tubería de impulsión, en m.
- V: velocidad del agua, en m/s.
- T: tiempo de parada de la bomba.
- g: aceleración de la gravedad, 9,81 m/s².

$$\Delta H = \frac{2 \cdot 60 \cdot 1,5}{9,81 \cdot 1,37} = 13,39 \text{ m.c.a.}$$

Con lo que la presión máxima que se produzca en la tubería cuando se paren las bombas será:

$$P_{\max} = H + \Delta H = 6 + 13,39 = \underline{\underline{19,39 \text{ m.c.a.}}}$$

4.4.- ELECCION DEL TIMBRAJE.

Disponiendo de un timbraje de 0,6 MPa sería suficiente para que no hubiera problemas de fisuración causados por un exceso de presión.

5.- FILTRADO DEL AGUA BOMBEADA.

El primer filtrado que se produce se realiza en la propia arqueta de salida de agua del canal hacia la estación de bombeo. Al disponerse las bombas en paralelo se disponen dos baterías de filtros de anillas de 6 elementos de 4" (una para cada colector de salida de las bombas). La capacidad de filtrado de estas baterías es de 800 m³/hora (se necesitan filtrar 1440 m³/h).

Los filtros utilizados tienen una instalación en línea para el funcionamiento permanente y dotado de un mecanismo automático de limpieza.

La presión máxima de trabajo es de 10 bar, la superficie de filtrado es de 26400 cm² y el peso de cada batería es de 610 Kg.

6.- CALCULO DE LOS DEPOSITOS DE FERTILIZANTE DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

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.

En este apartado se van a calcular los depósitos de fertilizante tanto para las parcelas de cobertura total enterrada como para los pivots.

Todos los depósitos de fertilizante se van a ubicar en la nave destinada a edificio de bombeo y control de mandos para el riego de la finca. En este edificio irán instalados los programadores de riego, las bombas dosificadoras necesarias para inyectar dicho fertilizante.

Partiendo de que se fertiliza en cuatro veces durante el periodo del cultivo, durante las máximas necesidades de este, y teniendo en cuenta que una de estas aplicaciones se realiza en presiembra, se realizarán pues tres tratamientos, y se tomarán para el cálculo las necesidades del maíz por ser el cultivo más exigentes.

Cultivo	N (UF)	P (UF)
Maíz	260-420	400-168
Alfalfa	200-300	75-120
Cultivo	N (UF)	P (UF)

Se riega un sector cada vez, y la superficie media de estos está en 0,95 hectáreas. El tiempo de riego de un sector de cobertura total enterrada es de 4 horas y 12 minutos (4,2 horas), y el tiempo de fertilización es el mismo que dura el tiempo de riego. El tiempo de fertilización es el mismo que éste.

6.1.- CALCULO DEL DEPÓSITO.

Se realiza el cálculo para el nitrógeno, que es el nutriente con mayores necesidades, y posteriormente el depósito que se calcule para este se podrá usar para el resto de los nutrientes.

Para el cálculo del depósito de fertilizante, se consideran unas necesidades de 420 UF, y se tomará para el cálculo las tres cuartas partes, 315 UF ya que el primer tratamiento se realiza en presiembra. De esta forma se aplicará por tratamiento:

$$\frac{315 \text{ UF}}{3 \text{ trat.}} = 105 \text{ UF/Ha.}$$

Se aplicará por sector: $105 \text{ UF/Ha} \cdot 0,95 \text{ Ha} = 99,75 \text{ UF de N.}$

Considerando que el fertilizante a aplicar sea el nitrato amónico, que contiene un 33,5% de N, se obtiene una cantidad en Kg a aplicar de:

$$99,75 \text{ UF N} \cdot \frac{100}{33,5} = 297,76 \text{ Kg.}$$

Considerando la densidad del fertilizante en torno a 1 g/cm^3 (1 Kg/L), la cantidad a aplicar es de 297,76 L de fertilizante. Esta cantidad debe aplicarse en el caso de la cobertura total enterrada en 4,2 horas, por lo tanto la cantidad de fertilizante a aplicar por hora resulta de 70,9 L/h.

De esta forma la bomba inyectora adoptada es la que se ha elegido para el cabezal de riego del riego localizado.

Conociendo la dosis de fertilizante a aplicar por hectárea (313,43 Kg/Ha) y la superficie de cada parcela, se estima la cantidad de fertilizante que se hace necesario y por consiguiente el volumen o volúmenes de los depósitos para la cobertura total enterrada. De esta forma:

	Superficie (Ha)	Volumen necesario (L)
Cobertura 1	6,32	1980,88
Cobertura 2	17,48	5478,8
Cobertura 3	19,92	6086,81
Cobertura 4	11,21	3513,55
Cobertura 5	4,16	1303,87
Cobertura 6	5,02	1573,42
Cobertura 7	18,75	5876,81
Cobertura 8	4,73	1482,52

De la misma manera, se calculan los volúmenes de los depósitos para las parcelas en las que se encuentran los pivot, así resulta:

	Superficie (Ha)	Volumen necesario (L)
Pivot 1	52,55	16470,75
Pivot 2	40,49	12690,78
Pivot 3	40,49	12690,78
Pivot 4	40,49	12690,78
Pivot 5	21,07	6603,97

El volumen total de todos los filtros de las coberturas y de los pivot es de 88443,72 litros. Pero se parte de que toda la finca no estará dedicada a un solo cultivo y por lo tanto no hace falta colocar depósitos por el volumen indicado anteriormente sino que al haber distintos cultivos en los cuales las épocas de fertilización varían, se deciden

colocar cuatro depósitos de 20.000 litros, así de esta forma se aseguran cubiertas las posibles demandas.

Cabe destacar, que se podrán colocar otros depósitos en un futuro si las circunstancias lo demandasen.

7.- PROGRAMADOR DE RIEGO.

El programador de riego que se ha elegido permite realizar el control total de la red de riego activando de forma automática cada uno de los módulos de riego, ya sea en base volumétrica o temporal. También puede controlar la fertilización, apertura y cierre de los hidrantes.

Las características principales del programador son:

- Control simultáneo de varias líneas principales definidas por el usuario.
- Operación simple y fácil mediante teclado numérico y funcional.
- Pantalla de cristal líquido.
- Menú de ayuda con información e instrucciones de funcionamiento de pantalla, accesible desde cualquier punto del programa.
- La aplicación de agua y fertilización puede aplicarse en base temporal o volumétrica.
- Programas de riego independientes para cada válvula.
- Acumulación de las cantidades de agua y fertilizante aplicadas en cada válvula.
- Capacidad de actuación de las válvulas de forma manual.
- Batería auxiliar de mantenimiento de programas e información, en caso de fallo de la tensión de alimentación.
- Condiciones de arranque, paro y espera independientes para cada sistema.
- Permite controlar diferentes entradas para contadores de agua, presostátos, tensiómetros, etc.
- Autotest y programas de diagnóstico tanto para el hardware como para el software.
- Capacidad de comunicación con un ordenador central vía cable.

El programador se alimenta a 12 V. Se instalará 1 programador de riego para la cobertura total enterrada, los programadores de los pivots van incluidos en el centro pivote del mismo.

8.- PANELES SOLARES.

Los programadores de riego están alimentados por una batería cargada de energía solar, recogida en unos paneles solares que se calculan a continuación:

Datos:

- Potencia consumida por 1 programador: **80 W.**
- Potencia total: **160 W**
- Tensión: **12 V DC.**
- Tiempo de actuación total: **1 h/día.**

El consumo es, por lo tanto, de:

$$\text{CONSUMO} = (160 \text{ W} / 12 \text{ V}) \times 1 \text{ h/día} = 13,33 \text{ Ah/día.}$$

$$\text{CONSUMO CORREGIDO} = 13,33 \text{ Ah/día} \times 1,2 = 16 \text{ Ah/día.}$$

$$\text{HORAS SOL PICO en Sariñena} = 3,12 \text{ hsp.}$$

El modelo de módulo solar fotovoltaico más pequeño tiene como características 43 W pico y 2,69 A, por tanto, el número de módulos se calcula como el cociente de: consumo/producción:

$$\text{Módulos} = \frac{16 \text{ A h/día}}{(3,12 \text{ hsp} \times 2,69 \text{ A})} = 1,91 \text{ módulos}$$

De esta forma **se instalarán dos módulos solares fotovoltaicos.**

Este módulo está fabricado con silicio monocristalino. Para el cálculo del acumulador se suponen 15 días de autonomía, por lo tanto, la capacidad del acumulador se calcula:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Consumo} \cdot \text{Días autonomía}}{\text{profundidad de descarga}}$$

$$\text{Capacidad} = \frac{16 \text{ Ah/día} \cdot 15 \text{ días}}{0,5} = 480 \text{ Ah.}$$

Con lo que se adoptan dos batería estacionaria monobloc de 240 Ah. El módulo se coloca sobre una estructura de aluminio con tornillería. Cuenta con un regulador de carga con alarma de seguridad.

9.- AUTOMATISMOS DE LA RED DE RIEGO.

Esta formado 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 (comandado manual) o con el solenoide de control de la misma, (comandado automático).
- **Solenoide.** Llave de respuesta sí 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. Estos se instalarán dobles, (aunque en el plano aparezca una sola línea por válvula), por si fuera necesario cambiar alguno en caso de avería, se instalan a la vez que las tuberías, en las mismas zanjas y se cubren a la vez que estas.

1.- INTRODUCCION DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA NAVE DE BOMBEO.

Se proyecta la construcción de una nave que albergará todos los equipos necesarios para el bombeo del agua necesaria desde el canal para poder regar la finca.

La edificación se compone de una captación del agua, que no es otra que la entrada de una tubería y sobre la cual se instalan las derivaciones correspondientes para los grupos de bombeo, de una zona donde se ubicarán los depósitos de fertilizante de toda la finca y de una zona reservada como centro general de mando y control del riego.

A la salida de las bombas se instalarán los filtros correspondientes para el filtrado del agua bombeada, de esta forma se evita la colocación de los filtros en las tomas de cada parcela. Con esto se consigue agrupar los filtros y que el agua salga ya filtrada a cada parcela desde una misma zona, con lo que se facilita el mantenimiento de éstos.

La nave que alojará los equipos será un pórtico a dos aguas, con una luz de 20 metros y una distancia entre pórticos de 6 metros, para hacer una longitud total de 24 metros. La superficie construida del almacén será de 480 m² y dispondrá de 3 pórticos.

2.- NORMATIVA.

Las normas que se han tenido en cuenta para el cálculo del edificio son la EHE-08, CTE DB SE, CTE DB SE-AE y NCSE.

3.- DEFINICIÓN DE LAS OBRAS.

3.1.-ESTRUCTURA.

Se trata de una nave biempotrada en la base de los pilares y con los restantes nudos rígidos.

Estará compuesta por tres unidades de pórticos metálicos, tendrá una altura hasta cumbrera de 8,2 metros y en los pilares laterales una de 6,5 metros. Tomando en consideración estos datos la cubierta de la nave tendrá una pendiente del 17%.

La nave se construirá en base a un perfil IPE-360 con un peso de 57,10 Kg/m; las correas de la estructura serán perfiles CF-180x2.5 conformados en frío que apoyan en una viga de alma llena IPE-360.

Las correas CF-180x2.5 se disponen a una equidistancia de 1.43 metros en planta y su longitud es de 6 metros. Además se disponen tirantillas a la mitad de su longitud, uniéndose así unas correas con otras para reducir la deformación en su plano z-z. Sobre ellas se recibe una cubierta de chapa (TZ-32) que tiene un peso de 7,5 Kg/m².

3.2.- ALBAÑILERÍA.

El cerramiento de las paredes y la tabiquería de la nave almacén se realizará a base de muro de contención de altura 2 metros y el resto hasta la cumbrera o cubrición de paredes de bloque ligero de hormigón de dimensiones 40x20x20 centímetros, tomados estos con mortero de cemento 1:6 con relleno de hormigón de 25 Mpa de resistencia característica y armadura de acero B-500S en enlaces, esquinas y cruces.

A lo largo de las fachadas laterales se abrirán las correspondientes ventanas para mejorar la iluminación y ayudar a la ventilación. Serán de hormigón prefabricado de dimensiones 1,00x1,50 metros, situadas entre paredes, serán recibidas con mortero de cemento 1:6 y tendrán un canto de cerco de 6 centímetros.

4.- CALCULO DE LAS ACCIONES ACTUANTES SOBRE LA ESTRUCTURA.

4.1. CALCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA.

Los documentos básicos del Código Técnico de la Edificación, SE-AE “Seguridad estructural” considera las siguientes acciones a calcular:

4.1.1.- ACCIONES GRAVITATORIAS.

➤ Concargas:

- Peso propio: -Correa CF 180x2.5 6,35 Kg/m.

- Carga permanente: - Chapa TZ-32 $7,5 \text{ Kg/m}^2 \times 1,43 \text{ m} = 10,73 \text{ Kg/m}$
 - Total concargas: 17,08 Kg/m
- Sobrecargas:
 - Uso: No se consideran, los trabajos de mantenimiento se harán en ausencia de nieve, con lo cual la sobrecarga de uso queda cubierta por la de nieve.
 - Nieve (50 Kg/m^2): $50 \text{ Kg/m}^2 \times 1,43 \text{ m} = 71,5 \text{ Kg/m}$
 - Total sobrecargas: 71,5 Kg/m.

4.1.2.- ACCIONES DE VIENTO.

La presión dinámica del viento (W) es de 50 Kg/m^2 .

- Presión de viento sobre cubierta:
 - Barlovento: $P = c_1 \times W = -0,2 \times 50 = 10 \text{ Kg/m}^2$ a succión.
 - Sotavento: $P = c_2 \times W = -0,4 \times 50 = 20 \text{ Kg/m}^2$ a succión.
- Acción de viento soportada por las correas:
 - Barlovento: $10 \text{ Kg/m}^2 \times 1,43 \text{ m} = 14,3 \text{ Kg/m}$ a succión.
 - Sotavento: $20 \text{ Kg/m}^2 \times 1,43 \text{ m} = 28,6 \text{ Kg/m}$ a succión.

4.1.3.- HIPÓTESIS DE CARGA.

- Carga $\times 1,33 = 17,08 \times 1,33 = 22,70 \text{ Kg/m}$.
- Sobrecarga $\times 1,5 = 71,5 \times 1,5 = 107,25 \text{ Kg/m}$.
- Viento a barlovento $\times 0 = 14,3 \times 0 = 0,00 \text{ Kg/m}$.
- Viento a sotavento $\times 0 = 28,6 \times 0 = 0,00 \text{ Kg/m}$.
 - Total 130,00 Kg/m.

4.1.4.- CALCULO DE ESFUERZOS EN LAS CORREAS.

Se descompone la carga de cálculo calculada:

$$q_y = 130 \times \cos 9,65 = 128 \text{ Kg/m.}$$

$$q_z = 130 \times \sin 9,65 = 22 \text{ Kg/m.}$$

Estas correas CF se montan en la práctica como biapoyadas sobre los pórticos, se observan cortes de la correa en cada pórtico y por lo tanto no se trata de vigas continuas.

Comprobación a resistencia:

Modelo para el cálculo de esfuerzos debidos a $q_y = 128 \text{ Kg/m}$:

- Viga biapoyada de 6 m de luz.
- El momento positivo se da en centro de vano: $M_z = \frac{q_y \cdot l^2}{8} = \frac{128 \cdot 6^2}{8} = 576 \text{ mKp.}$

Modelo para el cálculo de esfuerzos debidos a $q_z = 22 \text{ Kg/m}$:

- Viga biapoyada de 3 m de luz (se disponen tirantillas).
- El momento positivo se da en centro de vano: $M_y = \frac{q_z \cdot l^2}{8} = \frac{22 \cdot 3^2}{8} = 24,75 \text{ mKp.}$

La tensión que soporta cada correa es:

$$\sigma = \frac{M_z}{W_{zz}} + \frac{M_y}{W_{yy}} = \frac{57600 \text{ cmKp}}{43,2 \text{ cm}^3} + \frac{2475 \text{ cmKp}}{9,06 \text{ cm}^3} = 1333 + 273 = 1606 \text{ Kp/cm}^2$$

$$\sigma \ll 2400 \text{ Kp/cm}^2 \rightarrow \text{CUMPLE.}$$

Comprobación a deformación:

Se considera solo la carga sin mayorar, y solo se va a comprobar la deformación debida a q_y ya que en el otro plano se disponen tirantillas.

$$q_y = 90 \text{ Kg/m (sin mayorar)}$$

La flecha máxima bajo acciones características de 90 Kg/m resulta:

$$f_{\max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 0,9 \text{ Kg/cm} \cdot (600 \text{ cm})^4}{384 \cdot 2,1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 389 \text{ cm}^4} = 1,86 \text{ cm.}$$

$$f_{\text{adm}} = \frac{L}{250} = \frac{600 \text{ cm}}{250} = 2,4 \text{ cm}$$

$f_{\max} < f_{\text{adm}} \rightarrow$ CUMPLE a deformación.

4.2.- CALCULO DE LA ESTRUCTURA.

4.2.1.- ACCIONES GRAVITATORIAS.

- DINTELES DEL PORTICO:

➤ Concargas:

○ Peso propio: -Perfil IPE-360. 57,10 Kg/m.

○ Carga permanente: - Chapa TZ-32 7,5 Kg/m² x 6 m = 45 Kg/m.

- Correas: 6.35 Kg/m x 6m x 1/1,43 m = 26,65 Kg/m.

▪ Total concargas: 128,75Kg/m.

➤ Sobrecargas:

○ Uso: No se consideran, los trabajos de mantenimiento se harán en ausencia de nieve, con lo cual la sobrecarga de uso queda cubierta por la de nieve.

○ Nieve (50 Kg/m²): 50 Kg/m² x 6 m = 300 Kg/m

▪ Total sobrecargas: 300 Kg/m.

- PILARES DEL PORTICO.

Sobre ellos actúa solamente el peso propio del perfil IPE-360, que es de 57,10 Kg/m.

4.2.2.- ACCIONES DE VIENTO.

- DINTELES DEL PORTICO

La presión dinámica del viento (W) es de 50 Kg/m².

- Sobrecarga superficial de viento sobre dintel:
 - Barlovento: $P = c_1 \times W = -0.2 \times 50 = 10 \text{ Kg/m}^2$ a succión.
 - Sotavento: $P = c_2 \times W = -0.4 \times 50 = 20 \text{ Kg/m}^2$ a succión.
- Acción de viento soportada por los dinteles:
 - Barlovento: $10 \text{ Kg/m}^2 \times 6 \text{ m} = 60 \text{ Kg/m}$ a succión.
 - Sotavento: $20 \text{ Kg/m}^2 \times 6 \text{ m} = 120 \text{ Kg/m}$ a succión.

- **PILARES DEL PORTICO.**

La presión dinámica del viento (W), según AE-88 es de 50 Kg/m^2 .

- Sobrecarga superficial de viento en cerramiento de fachada:
 - Barlovento: $P = c_1 \times W = 0.8 \times 50 = 40 \text{ Kg/m}^2$ a presión.
 - Sotavento: $P = c_2 \times W = -0.4 \times 50 = 20 \text{ Kg/m}^2$ a succión.
- Acción de viento soportada por los pilares:
 - Barlovento: $40 \text{ Kg/m}^2 \times 6,5 \text{ m} = 260 \text{ Kg/m}$ a presión
 - Sotavento: $20 \text{ Kg/m}^2 \times 6,5 \text{ m} = 130 \text{ Kg/m}$ a succión.

4.2.3.- HIPÓTESIS DE CARGA.

-Dinteles:

- Concarga $\times 1,33 = 128,75 \times 1,33 = 171,23 \text{ Kg/m.}$
- Sobrecarga $\times 1,5 = 300 \times 1,5 = 450,00 \text{ Kg/m.}$
- Viento a barlovento $\times 0 = 60 \times 0 = 0,00 \text{ Kg/m.}$
- Viento a sotavento $\times 0 = 120 \times 0 = 0,00 \text{ Kg/m.}$
 - Total 621,30 Kg/m.

-Pilares:

- Concarga $\times 1,33 = 57,1 \times 1,33 = 76 \text{ Kg/m.}$
- Sobrecarga $\times 1,5 = 0 \times 1,5 = 0 \text{ Kg/m.}$
- Viento a barlovento $\times 1,5 = 260 \times 1,5 = 390 \text{ Kg/m.}$
- Viento a sotavento $\times 1,5 = 130 \times 1,5 = 195 \text{ Kg/m.}$

Estos datos se introducen en el programa de cálculo de estructuras SAP-2000, sin introducir el valor del peso propio del perfil elegido ya que lo considera el propio programa.

Con esos valores se realizan las comprobaciones tanto en dinteles como en pilares.

Valores estáticos correspondientes al perfil IPE-360:

- Area (A): 72,7 cm²
- Modulo resistente a flexión (W_{zz}): 904 cm³
- Radio de giro respecto al eje Z-Z: 15 cm.
- Radio de giro respecto al eje Y-Y: 3,79 cm.

Comprobación de resistencia.

- Pilares:

$$\sigma = \frac{M_z}{W_{zz}} + \frac{N}{A} = \frac{1716094 \text{ cmKp}}{904 \text{ cm}^3} + \frac{6931,41 \text{ cmKp}}{72,7 \text{ cm}^2} = 1898,33 + 95,34 = 1993,67 \text{ Kp/cm}^2$$

- Dinteles:

$$\sigma = \frac{M_z}{W_{zz}} + \frac{N}{A} = \frac{1716094 \text{ cmKp}}{904 \text{ cm}^3} + \frac{5374,68 \text{ cmKp}}{72,7 \text{ cm}^2} = 1898,33 + 74 = 1972,33 \text{ Kp/cm}^2$$

En los dos casos el la tensión máxima está por debajo del límite elástico que es 2600 Kp/cm², por lo tanto cumplen la comprobación de resistencia.

Comprobación de pandeo.

Para esta comprobación se necesita el coeficiente ϕ de pandeo que se determina a partir de la esbeltez (λ) de cada elemento. Así pues :

$$\phi = \frac{L \cdot \beta}{i}$$

Esbeltez en pilares:

En el plano Z-Z, con una L = 650 cm, un coeficiente ϕ de pandeo = 1 y el radio de giro $i_y = 3,79$ cm, resulta una esbeltez de 172 cm que es menor que 200 cm.

En el plano Y-Y, con una L = 650 cm, un coeficiente ϕ de pandeo = 1 y el radio de giro $i_z = 15$ cm, resulta una esbeltez de 44 cm que es menor que 200 cm.

Por lo tanto para determinar el coeficiente λ se coge el mayor valor de la esbeltez, dando un valor de:

$$\lambda_z = 172 \text{ cm} = 5,10$$

- Pilares:

$$\lambda$$

$$\frac{M_z}{W_{zz}} \cdot 0,9 + \frac{N}{A} \cdot \omega = \frac{1716094 \text{ cmKp}}{904 \text{ cm}^3} \cdot 0,9 + \frac{6931,41 \text{ cmKp}}{72,7 \text{ cm}^2} \cdot 5,10 = 1709 + 486 = 2195 \text{ Kp/cm}^2$$

Esbeltez en dinteles:

En el plano Y-Y, con una $L = 1014 \text{ cm}$, un coeficiente μ de pandeo = 1 y el radio de giro $i_z = 15 \text{ cm}$, resulta una esbeltez de 67 cm que es menor que 200 cm .

Por lo tanto para determinar el coeficiente λ se coge el mayor valor de la esbeltez, dando un valor de:

$$\lambda_z = 67 \text{ cm} = 1,30$$

- Dinteles:

$$\lambda$$

$$\frac{M_z}{W_{zz}} \cdot 0,9 + \frac{N}{A} \cdot \omega = \frac{1716094 \text{ cmKp}}{904 \text{ cm}^3} \cdot 0,9 + \frac{5374,68 \text{ cmKp}}{72,7 \text{ cm}^2} \cdot 1,3 = 1709 + 96 = 1805 \text{ Kp/cm}^2$$

El valor obtenido sigue siendo menor que 2600 por lo tanto los dinteles cumplen la comprobación de pandeo.

5.- CALCULO DE LA CIMENTACIÓN.

4.3.1.- CÁLCULO DE LA PRESIÓN SOBRE EL HORMIGÓN Y LA TRACCIÓN EN LOS PERNOS.

- Datos referentes a la estructura:

- Tipo de soporte: IPE-360
- Axil de compresión en la base del soporte $N^* = 6660 \text{ Kp}$.

- Momento flector en la base del soporte $M_z^* = 17160 \text{ m} \times \text{Kp}$.
- Datos referentes a la placa y al cimiento:
 - Longitud de la placa: $D = 60 \text{ cm}$.
 - Anchura de la placa: $B = 60 \text{ cm}$.
 - Espesor de la placa: $t = 2,5 \text{ cm}$.
 - Acero de la placa: A-42b
 - Diámetro de los pernos: 16 mm .
 - Distancia desde el centro de la placa hasta el perno: $f = 25 \text{ mm}$.
 - Esfuerzo de agotamiento de un perno: $8,17 \text{ Tm}$.
 - Numero de pernos a tracción: 4
 - Hormigón del cimiento: Tipo HA-25; $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ (250 Kp/cm^2); $\alpha_c = 1,5$; $f_{cd} = 166,67 \text{ Kp/cm}^2$.

La disposición de los pernos y del resto de elementos se puede observar en los planos sobre cimentación.

La excentricidad equivalente e , tiene por valor:

$$e = \frac{M_z^*}{N^*} = \frac{17160}{6660} = 2,58 \text{ m}$$

$$\text{Cumpliéndose que: } e > \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{3} \right) \rightarrow 2,58 > \left(\frac{0,60}{2} - \frac{0,55}{3} \right) \rightarrow 2,58 > 0,11$$

Siendo d la distancia entre el extremo de la placa hasta los pernos más alejados. En este caso d toma el valor de 55 cm , ya que los pernos están colocados a 5 cm del borde de la placa.

Con este planeamiento las incógnitas que quedan por determinar son:

- s_c : Presión sobre el hormigón.
- T : Tracción sobre los pernos.
- Y : Profundidad de la fibra neutra.

Se obtienen tres ecuaciones del siguiente modo:

1.) Basándose en la hipótesis de deformación plana del hormigón obtenemos la siguiente ecuación de tercer grado en y :

$$y^3 + K_1 y^2 + K_2 y + K_3 = 0$$

Donde:

- $K_1 = 3 (e - D/2) = 3 (258 \text{ cm} - 30 \text{ cm}) = 684$
- $K_2 = \frac{6 \cdot n \cdot A_A \cdot (f + e)}{B} = \frac{6 \cdot 10,5 \cdot 6,02 \cdot (25 + 258)}{60} = 1788,84$

Donde:

- $n = \frac{E_A}{E_H} = \frac{2.100.000 \text{ Kp/cm}^2}{200.000 \text{ Kp/cm}^2} = 10,5$
- $A_A = \text{Area de los pernos a tracción.}$
- $K_3 = -K_2 \cdot \left(\frac{D}{2} + f \right) = -1788,84 \times (30 + 25) = -98386,2$

Con estos datos queda la siguiente ecuación: $y^3 + 684y^2 + 1788,84y - 98386,2 = 0$.
Llegando a la resolución de esta ecuación se obtiene un valor de $y = 10,67 \text{ cm}$, que se utilizará para los siguientes cálculos.

2.) Por equilibrio de momentos respecto a eje de pilar.

$$\square M = 0 \rightarrow (T \times F) + (N + T) \times (D/2 - Y/3 + f) = N \times e$$

$$\text{De donde: } T = \frac{-N \cdot \left(\frac{D}{2} - \frac{Y}{3} - e \right)}{\left(\frac{D}{2} - \frac{Y}{3} - e \right)}$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior se obtiene un valor de T de 29,98 Tm.

La sollicitación última que agota los pernos es:

$$S_u = 8,17 \text{ Tm/perno} \times 4 \text{ pernos} = 32,68 \text{ Tm.}$$

$$S_u > T \rightarrow \text{Cumple.}$$

Por lo tanto, como se acaba de comprobar, se dispondrán 4 pernos a tracción formados cada uno por un f 25 mm de acero A-42b, con la correspondiente longitud de anclaje y atornillado a la placa.

3.) Por equilibrio de fuerzas en la vertical.

$$\square V = 0 \rightarrow (1/2 \times Y \times \square_c \times B) - T - N = 0$$

De esta fórmula se despeja \square_c , y sustituyendo en la expresión que queda por los valores correspondientes se obtiene un valor de \square_c de 114,46 Kp/cm².

$$\text{Luego } \square_c < f_{cd} \rightarrow 114,46 \text{ Kp/cm}^2 < 166,67 \text{ Kp/cm}^2. \rightarrow \text{Cumple.}$$

4.3.2.- LONGITUD DE LOS PERNOS.

La tracción transmitida desde cada perno de anclaje al hormigón de la zapata (T_p), será, de acuerdo con los cálculos del apartado anterior:

$$T_p = 29,98 \text{ Tm} / 4 \text{ pernos} = 7,5 \text{ Tm/perno}$$

La longitud de anclaje, L , de los pernos elegidos, constituidos por barras corrugadas de acero B-500S, de diámetro 16 mm sería de 32 cm, pero se adopta una longitud de anclaje de 40 cm.

4.3.3.- CALCULO DEL ESPESOR DE LA BASE Y DE LAS CARTELAS.

Tal como se puede apreciar en el plano correspondiente a detalles de cimentación de la nave, se ha colocado una placa base de 60 cm x 60 cm, coincidiendo con la sección transversal del enano de hormigón sobre el que apoya.

Se disponen dos cartelas de rigidización perpendiculares a las alas del soporte, de 22 cm de altura y un espesor de 2,5 cm. Su único fin es el de rigidizar la unión.

Todos los elementos que se acaban de describir serán de acero A-42b. Para determinar el espesor de la placa base y de las cartelas de rigidización, lo que se hace es tomar un espesor de 2,5 cm para todos los elementos que componen la sección transversal, constituida por los cuatro elementos antes citados, para comprobar que esta sección cumple la comprobación de resistencia.

La altura de las cartelas que se van a comprobar es de 22 cm. En primer lugar se ha de calcular la altura a la que se encuentra el eje Z en el que se sitúa el centro de gravedad de la sección.

$$y_{cdg} = \frac{(A \cdot d)_{c1} + (A \cdot d)_{c2} + (A \cdot d)_{c3} + (A \cdot d)_{placa}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_{placa}}$$

$$y_{cdg} = \frac{(55 \cdot 13,5) \cdot 3 + (150 \cdot 1,25)}{55 \cdot 3 + 150} = 7,67 \text{ cm}$$

Este resultado indica que el c.d.g. de la sección se encuentra situado a 30 cm. del extremo de la placa (por ser la sección simétrica respecto al eje Y), y a 7,67 cm de la cara inferior de la placa.

El momento de inercia de la sección respecto al centro de gravedad se calcula primeramente calculando los momentos de inercia respecto al centro de gravedad de cada uno de los tres elementos que componen la sección transversal.

En este caso I_{zz-1} , I_{zz-2} , I_{zz-3} , van a ser iguales, de esta forma:

$$I_{zz-1} = I_{zz-2} = I_{zz-3} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot d^2 = \frac{2,5 \cdot 22^3}{12} + 55 \cdot (5,83)^2 = 4087,72 \text{ cm}^4$$

$$I_{placa} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot d^2 = \frac{260 \cdot 25^3}{12} + 150 \cdot (6,42)^2 = 6260,6 \text{ cm}^4$$

Por lo tanto el momento de inercia de la sección respecto al centro de gravedad resulta:

$$I_{zz} = I_{zz-1} + I_{zz-2} + I_{zz-3} + I_{placa} = 3 \times 4087,72 + 6260,6 = 18523,67 \text{ cm}^4.$$

A continuación se calcula el momento resistente de la sección respecto a la fibra superior, pues esta será la zona en el que el momento resistente será menor, y por lo tanto, donde la tensión resultante al aplicarse el momento actuante tomará valores máximos.

$$W_{zs} = \frac{I_z}{h_s} = \frac{18523,67 \text{ cm}^4}{16,83 \text{ cm}} = 1100,6 \text{ cm}^3$$

Por último se realiza la comprobación de resistencia de la sección transversal con un momento flector actuante de 17160 m x Kp:

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_{zz}} = \frac{1716000 \text{ cm x Kp}}{1100,6 \text{ cm}^3} = 1559,15 \text{ Kp/cm}^2$$

Como es menor de 2600 Kp/cm², cumple. Definitivamente se adopta una placa base de 60 cm x 60 cm y con un espesor de 2,5 cm.

6.- CÁLCULO DE LA VIGA CARRIL DEL PUENTE GRUA.

Para el montaje, desmontaje y mantenimiento de la instalación de bombeo se instalará una viga carril dispuesta a lo largo del eje que una las bombas.

6.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA VIGA CARRIL.

El puente grúa a colocar en la estación de bombeo debe ser capaz de levantar 1Tm (1000 Kg), esta capacidad de levantamiento se hace necesaria para poder montar y desmontar el conjunto de bombas y piezas que componen la estación.

Sus características son:

- Presión máxima en ruedas: 1750 Kp.
- Presión mínima en ruedas: 1200 Kp.
- Luz del puente: 20 m.
- Distancia entre ruedas: 3200 mm.
- Motor electrico de 1 KW.

6.2.- CÁLCULO DE LA VIGA CARRIL.

Lo primero es determinar los valores máximos de los momentos flectores, tanto en los apoyos como en los vanos. Para ello hace falta conocer:

$$\frac{a}{L} = \frac{3,2 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 0,53$$

Con este valor de 0,16 se obtienen los momentos flectores máximos y reacciones máximas de los apoyos:

En los apoyos		En los vanos	
apoyo 1	apoyo 2	apoyo 1	apoyo 2
0.700PL	0.723PL	0.700PL	0.723PL

6.3.- ESFUERZOS A SOPORTAR POR LA VIGA CARRIL.

El momento flector máximo que tiene que soportar es 0.723 PL.

$$M_z = 0.723 P \cdot L = 0.723 \times 1750 \times 6 = 7591,5 \text{ mKp}$$

$$M_y = 0.723 \frac{P}{10} \cdot L = 0.723 \times \frac{1750}{10} \times 6 = 759,15 \text{ mKp}$$

$$N = \frac{P}{7} = \frac{1750}{7} = 250 \text{ Kp}$$

6.3.1.-PONDERACIÓN DE ESFUERZOS DEBIDOS A LA CARGA DE IMPACTO.

Todos estos esfuerzos hay que ponderarlos en un 25% más, esto se debe cuando las cargas son de impacto, de esta forma:

$$M_z = 9489,37 \text{ mKp}$$

$$M_y = 948,93 \text{ mKp}$$

$$N = 312,5 \text{ Kp}$$

6.3.2.- PREDIMENSIONADO DE LA VIGA CARRIL.

Se va a hacer una aproximación, para ello se supone N y M_y nulos, es decir, solo actúa M_z , de esta forma se calcula un W_{zz} mínimo. Así pues:

$$\sigma = \frac{M_z}{W_{zz}} = \frac{948937}{W_{zz}} \leq 2600 \rightarrow W_{zz} \geq 364,97 \text{ cm}^3$$

Ahora se prueba con un tipo de perfil determinado, así se opta por probar con el perfil IPN-260 + UPN-160, cuyo $W_{zz} = 490 \text{ cm}^3$.

-Cargas verticales.

Estas cargas son soportadas por el IPN y el UPN; y son debidas a M_z .

$$\sigma = \frac{M_z}{W_{zz}} = \frac{948937}{490} = 1936,61 \leq 2600 \rightarrow \text{Cumple.}$$

-Cargas horizontales.

1) Comprobación a resistencia.

Estas cargas son soportadas por el UPN; y son debidas al M_y , al esfuerzo axil (N), además de M_z .

$$\sigma = \frac{M_z}{I_{zz}} \cdot c + \frac{M_y}{W_{yy}^{UPN}} + \frac{N}{A^{UPN}} = \frac{948937}{8170} \cdot (26 + 0,75 - 16,7) + \frac{94893,7}{116} + \frac{312,5}{28} = 1996,5 < 2600$$

2) Comprobación a pandeo.

El pandeo en la viga carril se determina aplicando la siguiente expresión:

$$\sigma = \left(\frac{M_z}{W_{zz}} + \frac{M_y}{W_{yy}} \right) + \frac{N}{A} \cdot \omega$$

Para la determinación del coeficiente ω de pandeo, se debe determinar primero la esbeltez. Para ello $\beta = 1$, $i_y(\text{UPN-160}) = 6,21 \text{ cm}$, $L = 600 \text{ cm}$; así pues:

$$\omega = \frac{L \cdot \beta}{i_y} = \frac{600 \cdot 1}{6,21} = 96,62$$

Por lo tanto el valor de la esbeltez es menor que 200, que es lo que prescribe la EA-95.

Una vez conocido el valor de la esbeltez se determina el coeficiente ω de pandeo:

$$\omega = 97 = 1,92$$

Con el valor de $\omega = 1,92$ se comprueba la tensión que soporta la viga carril:

$$\sigma = \left(\frac{M_z}{W_{zz}} + \frac{M_y}{W_{yy}} \right) + \frac{N}{A} \cdot \omega = 1167,29 + 818,04 + (11,16 \cdot 1,92) = 2006,76 \text{ Kp/cm}^2.$$

$$2006,76 < 2600 \text{ Kp/cm}^2 \rightarrow \text{Cumple.}$$

Por lo tanto la viga carril adoptada está formada por un perfil IPN - 260 y un perfil UPN -160.

7.- SOLERA.

Será de hormigón armado del tipo HA-25/B/20/IIa, ya que debe soportar el peso de las bombas, tendrá un espesor de 20 cm y estará armada por mallazo de barras corrugadas de acero B-500S de dimensiones 15x15x8.

ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

ÍNDICE DEL ANEJO 13

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. SITUACIÓN ACTUAL.....	2
3. DATOS CONSIDERADOS PARA EL ESTUDIO ECONÓMICO.....	3
3.1 RENDIMIENTOS DEL CEREAL DE SECANO.....	3
3.2 SUBVENCIONES DE LA PAC.....	3
3.3 PRECIOS DE LA PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS.....	3
4. COSTES DE PRODUCCIÓN DE LOS CULTIVOS.....	4
4.1 COSTES DE UNA HECTÁREA DE CEBADA.....	4
4.2 COSTES DE UNA HECTÁREA DE TRIGO.....	5
4.3 COSTES DE UNA HECTÁREA DE GIRASOL.....	6
4.4 COSTES DE UNA HECTÁREA DE MAÍZ.....	7
4.5 COSTES DE UNA HECTÁREA DE ALFALFA.....	8
4.6 COSTES DE UNA HECTÁREA DE GUISANTE.....	9
5. INGRESOS ANUALES.....	9
6. FLUJO DESTRUÍDO.....	10
7. COSTE DEL AGUA DE RIEGO.....	11
8. ESTUDIO DE RENTABILIDAD.....	12
8.1 CONSIDERACIONES PREVIAS.....	12
8.2 ESTUDIO DE RENTABILIDAD.....	13
8.3 ESTUDIO DE VIABILIDAD.....	13
9.CONCLUSIONES.....	16

1.- INTRODUCCION.

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se analizan varias variables económicas que reflejarán si la inversión es rentable.

Así de esta forma se va a calcular el VAN o Valor Actual Neto y el TIR o Tasa Interna de Rentabilidad. Los dos primeros son indicadores de rentabilidad absoluta y el tercero es un indicador de rentabilidad relativa.

El VAN dice que una inversión es rentable y viable cuando es mayor de cero. El TIR es el tipo de interés que hace el VAN de una inversión igual a cero, da las unidades monetarias que se ganan por cada unidad monetaria invertida y año.

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

La rotación de cultivos se repite cada 10 años, por lo tanto será de 2 ciclos y medio.

2.- SITUACIÓN ACTUAL.

Actualmente la finca objeto de la transformación se viene cultivando de cereal de invierno de secano, normalmente cebada y ocasionalmente trigo. Debido a las características de la zona los rendimientos medios de estos cultivos son bajos.

Por estos motivos se plantea la necesidad de transformar a regadío la finca objeto de este proyecto, y así de esta forma procurar un aumento de los rendimientos de la misma con la consiguiente mejora del nivel de vida del propietario de la misma.

3.-DATOS CONSIDERADOS PARA EL ESTUDIO ECONOMICO.

3.1.- RENDIMIENTOS DEL CEREAL DE SECANO.

Estos datos se considerarán a la hora de calcular el flujo destruido. Los rendimientos medios que se vienen obteniendo son:

	Grano (Tm./Ha.)	Paja (Tm./Ha.)
Trigo blando	2,3	1,4
Cebada	2,0	1,2

3.2.- SUBVENCIONES DE LA PAC.

La finca en la cual vamos a realizar la transformación a riego por aspersión está en el término municipal de Sariñena, perteneciente a la comarca de los Monearos. La subvención que está recibiendo es el pago único que engloba una media de las subvenciones recibidas

en los años 2000, 2001 y 2002 más el desacoplamiento que estos años te pagaban. En conclusión la subvención es siempre la misma indistintamente del cultivo que se siembre. Con lo cual el pago único depende de lo que la parcela estuviera sembrada esos 3 años, lo que equivale a 260 euros por hectárea.

3.3.- PRECIOS DE LAS PRODUCCIONES DE LOS CULTIVOS.

Los valores de los precios de los cultivos son los siguientes:

- Trigo blando 135,23 €/Tm.
- Cebada 123,21 €/Tm.
- Alfalfa 105,18 €/Tm.
- Maíz 141,24 €/Tm.
- Girasol 225,65 €/Tm.
- Guisante 570,96 €/Tm.

4.- COSTES DE PRODUCCION DE LOS CULTIVOS.

4.1.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE CEBADA.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor grada discos	27
Labor cultivador- molón	24
Semilla (200 Kg/Ha a 0.24 Euros/Kg)	48
Siembra con sembradora	15
Herbicida y aplicación	27
Abono (300 Kg/Ha a 0.204 Euros/Kg)	61,2
Urea 46% (150 Kg/Ha a 0.18 Euros/Kg)	27
Aplicación abono y urea	9
Recolección	40

Transporte	4
Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	18,8
TOTAL	334

4.2.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE TRIGO.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor grada discos	27
Labor cultivador- molón	24
Semilla (200 Kg/Ha a 0.27 Euros/Kg)	54
Siembra con sembradora	15
Herbicida y aplicación	27
Abono (300 Kg/Ha a 0.204 Euros/Kg)	61,2
Urea 46% (150 Kg/Ha a 0.18 Euros/Kg)	27
Aplicación abono y urea	9
Recolección	40
Transporte	4

Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	18,8
TOTAL	340

4.3.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE GIRASOL.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor grada discos	27
2 Labores cultivador- molón	48
Semilla (8 Kg/Ha a 6 Euros/Kg)	48
Siembra con sembradora a golpes	20
Herbicida y aplicación	30
Abono (250 Kg/Ha a 0.204 Euros/Kg)	51
Desinfección suelo	9
Aplicación abono	6
Recolección	50

Transporte	10
Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	20
TOTAL	352

4.4.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE MAIZ.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
2 Labores cultivador- molón o fresadora	48
Semilla (90000 plantas/Ha x 2,4 €/1000 plantas)	216,36
Siembra con sembradora a golpes	36
Herbicida y aplicación	27
Abono (950 Kg/Ha a 0.204 Euros/Kg)	193,80
Desinfección suelo	5
Inyección de N en la red de riego	120

Insecticida y aplicación	25
Recolección	50
Transporte	10
Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	20
TOTAL	782,16

4.5.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE ALFALFA.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/ arado vertedera	33
2 Labores cultivador- molón o 1 cult.- molon+fresadora	48
Semilla (40 Kg/Ha x 6 €/Kg)	240
Siembra con sembradora	20
Insecticidas y aplicación (5 años)	290
Abono presiembra (500 Kg/Ha a 0.204 €/Kg)	102

Abono de mantenimiento (400 Kg/Ha x 4 años)	408
Siega (6 cortes/año x 5 años x 12 €/corte)	360
Hilerado (6 cortes/año x 5 años x 12 €/corte)	360
Empacado/ Recogida + Transporte (3 Tm/Ha y corte x 12 €/Tm x 6 cortes/año x 5 años)	1080
Reparación y mantenimiento maquinaria	20
TOTAL	2961 (5 años) 592,2 (1 año)

4.7.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE GUISANTE.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor cultivador- molón	24
Labor fresadora	30
Siembra con sembradora a golpes	30
Semilla	250
Abono (400 Kg/Ha a 0.204 €/Kg)	81,6
Insecticida y aplicación	40

Recolección	48
Transporte	10
Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	20
TOTAL	566,6

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, por eso se ha tomado un precio que sea razonable teniéndose en cuenta los precios de años anteriores.

Para los cultivos que se han tenido en cuenta en la rotación los ingresos que se obtienen son los siguientes:

CULTIVO	Producción (Tm/Ha)	Precio (€/Tm)	Ingresos (€/Ha)	Ayuda PAC (€/Ha)	Total (€/Ha)
CEBADA	grano: 3,5 paja: 1,8	123,21 30,05	431,23 54,09	260,0	745,32
TRIGO	grano: 4 paja: 1,8	135,23 35,05	540,92 54,09	260,0	855,01
ALFALFA	21	105,18	2208,78	260,0	2468,78

MAIZ	10,5	141,24	1489,02	260,0	1749,02
GIRASOL	3,5	225,65	789,76	260,0	1049,76
GUISANTE	2,5	570,96	1427,40	260,0	1687,4

6.- FLUJO DESTRUIDO.

Es el valor de los rendimientos que se obtienen en la situación actual, es decir, se tiene en cuenta el cultivo de cebada y de trigo para su cálculo. Este flujo destruido se calcula a partir de los costes de producción y de los ingresos que se obtienen, y resulta de:

	Costes (€/Ha)	Ingresos (€/Ha)	Flujo destruido (€/Ha)	Total flujo destruido (€)
Cebada	334	395,88	61,88	16.521,96
Trigo	340	460,49	120,49	32.170,83

Las producciones en la situación actual (en secano) para la cebada y el trigo son de 2 y 2,3 Tm/Ha respectivamente, y de 1,2 Tm. de paja para ambos. Los datos de precios y costes considerados para el cálculo del flujo destruido considerados, son los expuestos en apartados anteriores.

7.- COSTE DEL AGUA DE RIEGO.

Los costes derivados del consumo de agua de riego son los que se derivan del consumo de la energía eléctrica necesaria para la elevación del agua desde el canal de Monegros y el precio del agua.

El precio del agua consumida es de 1,8 € por cada 1000m³ de agua elevada. Como existen diferentes cultivos se calcula el consumo de agua para cada año según las siguientes necesidades:

Cultivo	Consumo anual (mm)	Consumo anual (m³/Ha)
Cebada	449,86	4498,6
Trigo	498,36	4983,6
Maíz	945,25	9452,5
Alfalfa	1189,68	11896,8
Girasol	790,29	7902,9
Guisante	446,33	4463,3

Para el cálculo del coste de la energía eléctrica es necesario conocer el tiempo de funcionamiento de las bombas y del coste de la energía consumida. En este caso la energía eléctrica para el accionamiento de los equipos se realiza por medio de grupos electrógenos diesel, así por lo tanto, solo se tendrá en cuenta el consumo de combustible de estos.

De esta forma realizando un estudio de los consumos de combustible así como el mantenimiento de la estación de elevación, se establece que el precio del agua consumida es de 3,60 €/1000 m³.

8.- ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN.

8.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS.

El presupuesto total de la inversión asciende a un total de 1.304.849 €, lo que supone la suma sin IVA de los presupuestos de ejecución material y del de seguridad y salud.

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.

El flujo destruido es de 32.170,83 €. El coste de la mano de obra no se tiene en cuenta, ya que la explotación en principio se establece que va a ser dirigida y trabajada por el propietario y por su familia. Se estima que el coste de la mano de obra eventual que pueda necesitarse en distintos momentos de la campaña es de 7.200 €, incluyéndose las cargas sociales.

Se estima una vida útil de la instalación de 25 años.

En un principio no se establece ningún tipo de ayudas a la conversión a regadío de la finca, aunque el decreto 48/2001 de la Diputación General de Aragón establece ayudas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón para obras de creación y mejora de infraestructuras agrarias de regadío, subvencionando con un 40% de la inversión a realizar. Como en este momento por diversas razones esta ayuda se encuentra “congelada” se realiza el estudio considerando que se obtiene un crédito de tres millones y medio de euros a 25 años a un tipo de interés del 4,5%.

Con lo expuesto anteriormente se realiza el estudio de rentabilidad económica.

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 los cobros, como los pagos que se originan de la explotación.

AÑO	COBRO ORD	COBRO FINAN		PAGO ORD	PAGO FINAN	FLUJO DESTR	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0		1.000.000,00 €					1.304.849 €	-304.849
1	523.745,01 €		102,99 €	181.795,20 €	257.586,40 €	32.170,83		52.193
2	666.205,70 €		126,12 €	211.179,00 €	257.586,40 €	32.170,83		165.269
3	465.722,82 €		97,60 €	146.873,00 €	257.586,40 €	32.170,83		29.093
4	637.906,80 €		129,64 €	224.528,60 €	257.586,40 €	32.170,83		123.621
5	477.786,40 €		99,35 €	147.533,00 €	257.586,40 €	32.170,83		40.496
6	616.359,70 €		119,83 €	186.292,68 €	257.586,40 €	32.170,83		140.310
7	626.316,46 €		120,77 €	202.665,12 €	257.586,40 €	32.170,83		133.894
8	710.696,65 €		111,86 €	178.904,20 €	257.586,40 €	32.170,83		242.035
9	548.995,94 €		113,62 €	186.527,68 €	257.586,40 €	32.170,83		72.711
10	553.792,73 €		114,50 €	186.169,72 €	257.586,40 €	32.170,83		77.866
11	523.745,01 €		102,99 €	181.795,20 €	257.586,40 €	32.170,83		52.193
12	666.205,70 €		126,12 €	211.179,00 €	257.586,40 €	32.170,83		165.269
13	465.722,82 €		97,60 €	146.873,00 €	257.586,40 €	32.170,83		29.093
14	637.906,80		129,64 €	224.528,60	257.586,40	32.170,83		123.621

	€			€	€			
15	477.786,40 €		99,35 €	147.533,00 €	257.586,40 €	32.170,83		40.496
16	616.359,70 €		119,83 €	186.292,68 €	257.586,40 €	32.170,83		140.310
17	626.316,46 €		120,77 €	202.665,12 €	257.586,40 €	32.170,83		133.894
18	710.696,65 €		111,86 €	178.904,20 €	257.586,40 €	32.170,83		242.035
19	548.995,94 €		113,62 €	186.527,68 €	257.586,40 €	32.170,83		72.711
20	553.792,73 €		114,50 €	186.169,72 €	257.586,40 €	32.170,83		77.866
21	523.745,01 €		102,99 €	181.795,20 €	257.586,40 €	32.170,83		52.193
22	666.205,70 €		126,12 €	211.179,00 €	257.586,40 €	32.170,83		165.269
23	465.722,82 €		97,60 €	146.873,00 €	257.586,40 €	32.170,83		29.093
24	637.906,80 €		129,64 €	224.528,60 €	257.586,40 €	32.170,83		123.621

	RESULTADOS
Tasa Actualización (r%)	5,00%
VAN	1.135.985,94
TIR	31,42%

8.3.- ESTUDIO DE VIABILIDAD.

A partir de los flujos de caja calculados en el apartado anterior se han calculado los índices de rentabilidad que se exponen a continuación:

- Valor Actual Neto (VAN): **1.135.985,94 €**
- Tasa Interna de Rentabilidad: **31,42%**

9.- CONCLUSIONES.

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.

Téngase en cuenta que aunque la inversión resulte rentable desde el punto de vista de estos índices, afrontarla sin ninguna ayuda por parte de la Administración es prácticamente inviable.

Para este estudio de rentabilidad se ha considerado la rotación de cultivos expuesta en el anejo 6, pero se podría recurrir a cultivar los primeros años cultivos que sean más rentables que otros (alfalfa, maíz) en toda la extensión de la parcela.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos se puede concluir que la inversión es rentable.



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

TITULO

Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.

AUTOR: **CARMEN PORTERO BALAGUER**

ENSEÑANZA: **INGENIERÍA AGRÓNOMA**

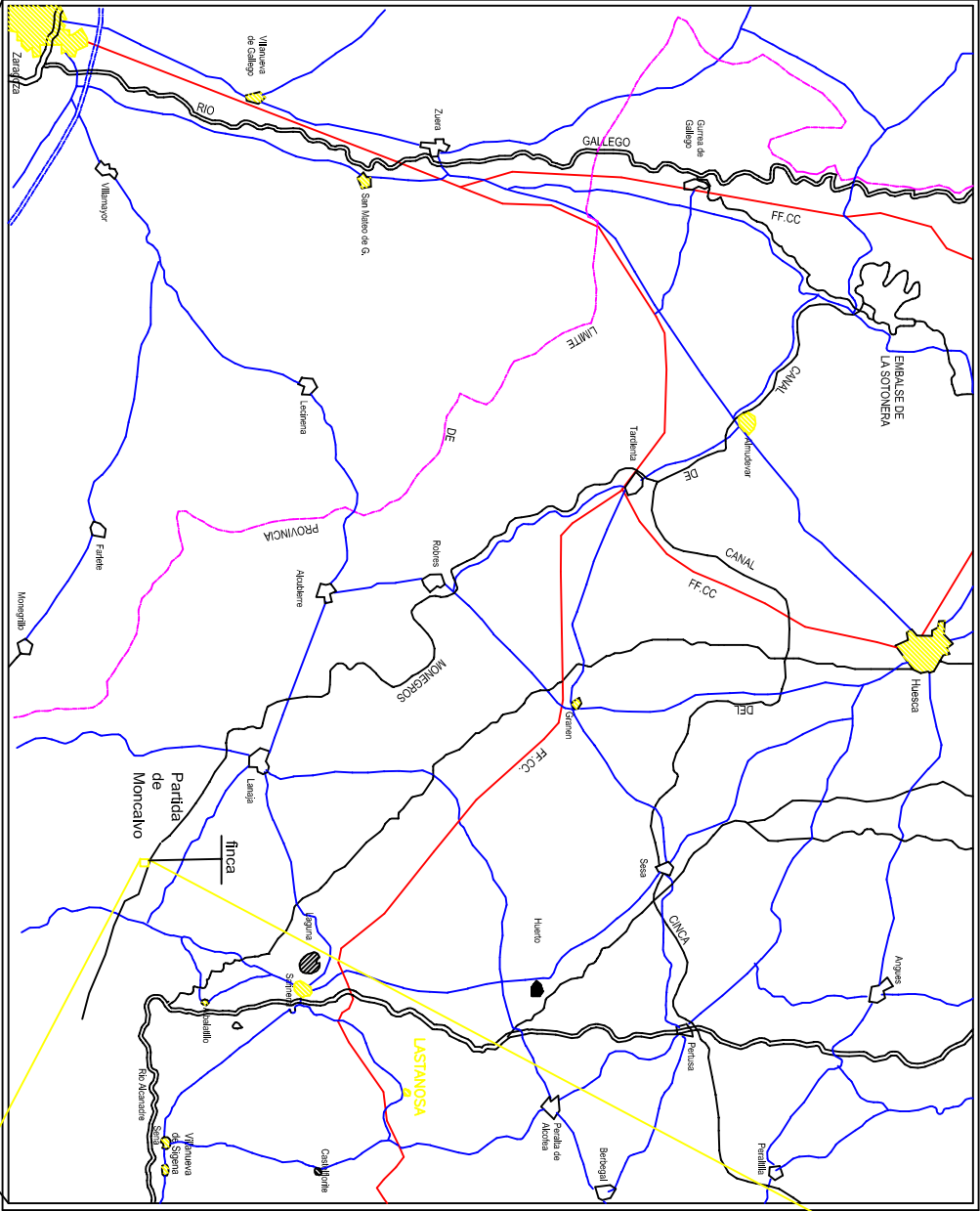
DIRECTOR/ES: **JESÚS GUILLÉN TORRES**

FECHA: **NOVIEMBRE 2012.**

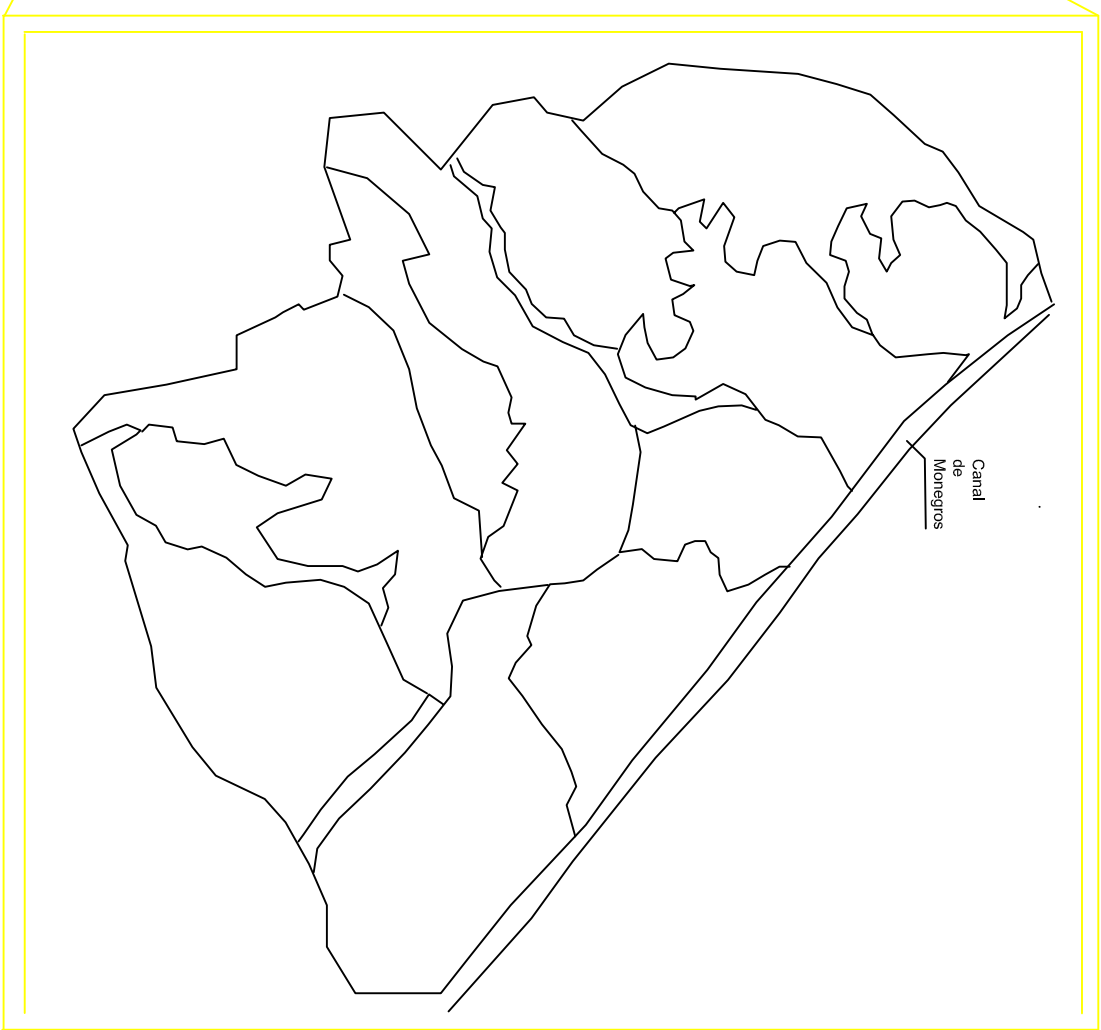
DOCUMENTO 3: PLANOS DEL PROYECTO.

ÍNDICE

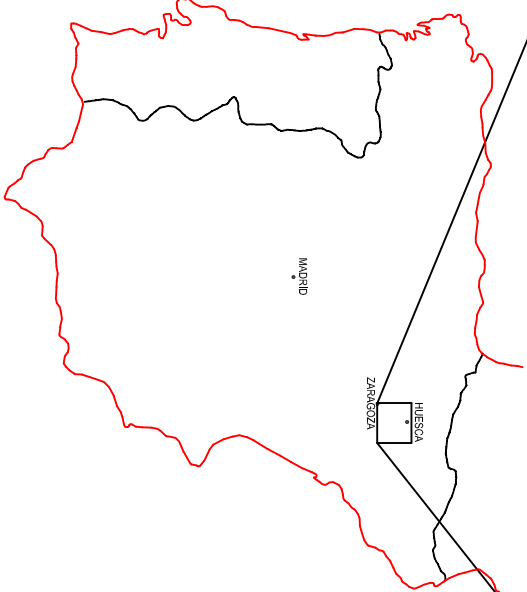
- 1.** PLANO 1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 2.** PLANO 2. PLANTA GENERAL PARCELA
- 3.** PLANO 3.DISTRIBUCIÓN TUBERÍAS PRIMARIAS
- 4.** PLANO 4. COBERTURAS 1 Y 3
- 5.** PLANO 5. COBERTURA 2
- 6.** PLANO 6. COBERTURAS 4 Y 5
- 7.** PLANO 7. COBERTURAS 6 Y 8
- 8.** PLANO 8. COBERTURA 7
- 9.** PLANO 9.TOMA DE RIEGO
- 10.** PLANO 10. DETALLES DE ZANJAS
- 11.** PLANO 11. DERIVACIÓN
- 12.** PLANO 12.DETALLES ASPERSORES
- 13.** PLANO 13. ANCLAJES
- 14.** PLANO 14. ALZADO NAVE DE BOMBEO
- 15.** PLANO 15.PLANTA NAVE DE BOMBEO
- 16.** PLANO 16. PLANTA ESTACIÓN DE BOMBEO



LOCALIZACION
E = 1:200.000

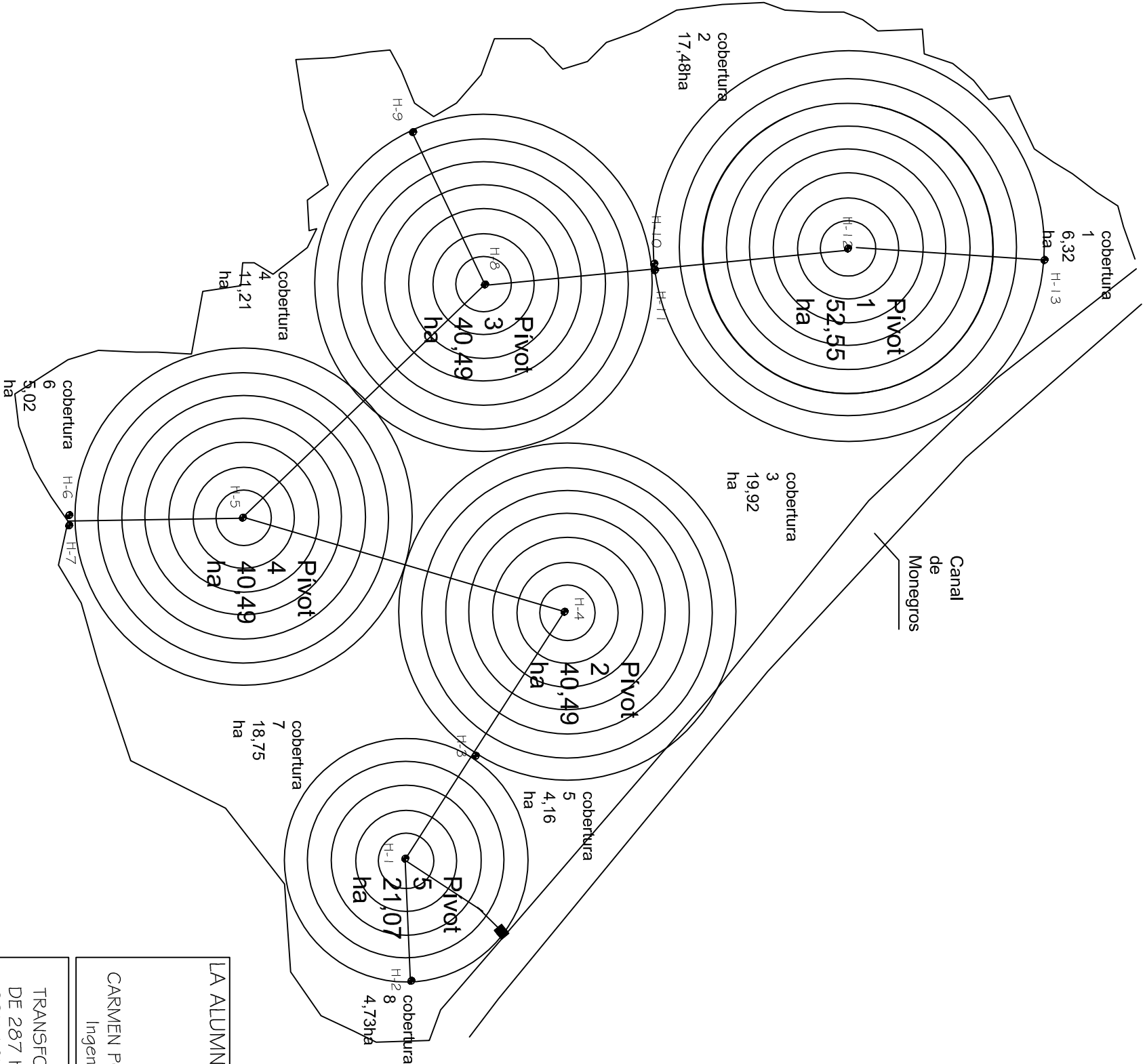


Escala 1:1.500



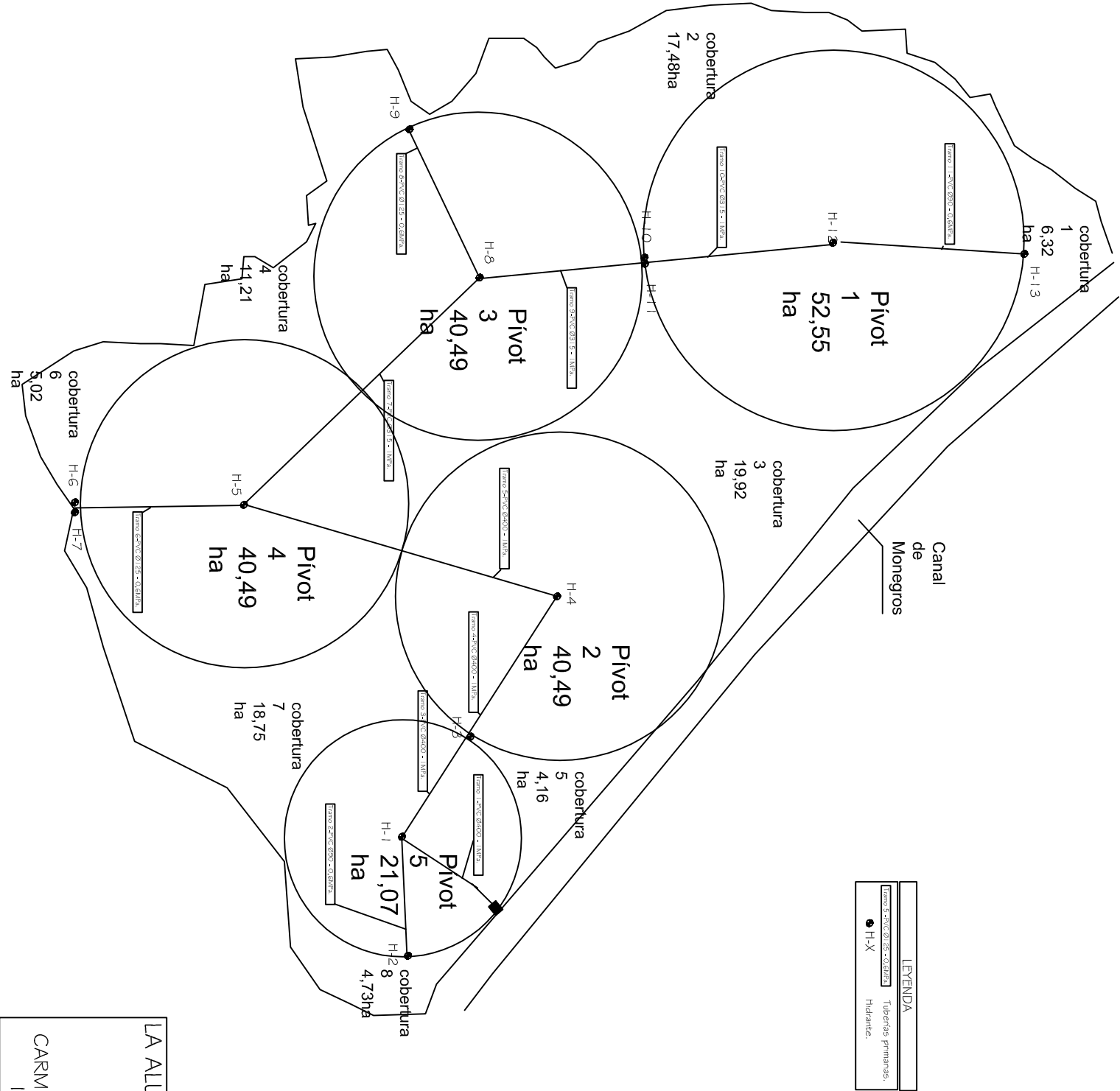
SITUACION GEOGRAFICA

LA ALUMNA :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL DE CARRERA.	
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma		INGENIERÍA AGRÓNOMA.	
TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.		Nº PLANO	ESCALA
PLANO de:		1.	En plano.
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		NOMBRE	FECHA
		Dibujado.	C.F.B. N-2012
		Comprob.	J.G.T. N-2012



LA ALUMNA :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA.	
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma		INGENIERÍA AGRÓNOMA.	
TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.			
Nº. PLANO		ESCALA	
2.		1:5.000.	
Dibujado.		C.P.B.	
NOMBRE		FECHA	
J.G.T.		N-2012	

PLANO de: PLANTA GENERAL DE LA FINCA



LA ALUMNA :

CARMEN PORTERO BALAGUER
Ingeniera Agrónoma

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL de CARRERA.

INGENIERÍA AGRÓNOMA.

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.

Nº. PLANO

3.

ESCALA

1:5.000.

NOMBRE

FECHA

Dibujado.

C.P.B.

N-2012

Comprob.

J.G.T.

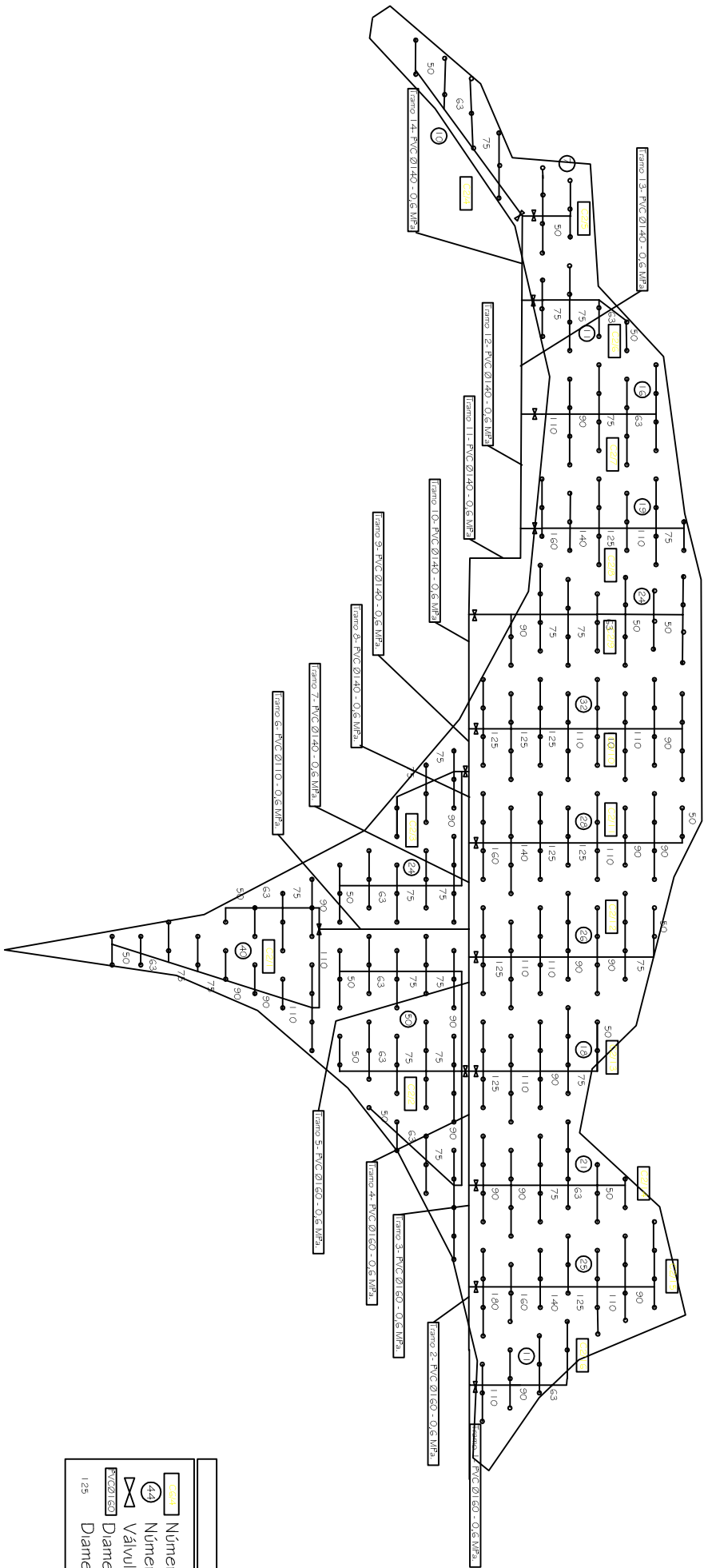
N-2012

PLANO de:


PLANTA GENERAL DE LA FINCA.

DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS PRIMARIAS

COBERTURA 2
16,32 67 Has.



LEYENDA.

Caja

Número de módulo.

49

Número de aspersores.



Válvula hidráulica.



Dámetro tub. secundaria.



Dámetro tub. terciaria.

LA ALUMNA :

ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL de CARRERA.

CARMEN PORTERO BALAGUER
Ingeniera Agrónoma

INGENIERÍA AGRÓNOMA.

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARINENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.

Nº. PLANO

ESCALA

5.

1:2.000.

NOMBRE

FECHA

C.P.B.

N-2012

J.G.T.

N-2012

PLANO de:

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LA COBERTURA 2

Comprob.

J.G.T.

N-2012

LEYENDA.

C375

Número de módulo.

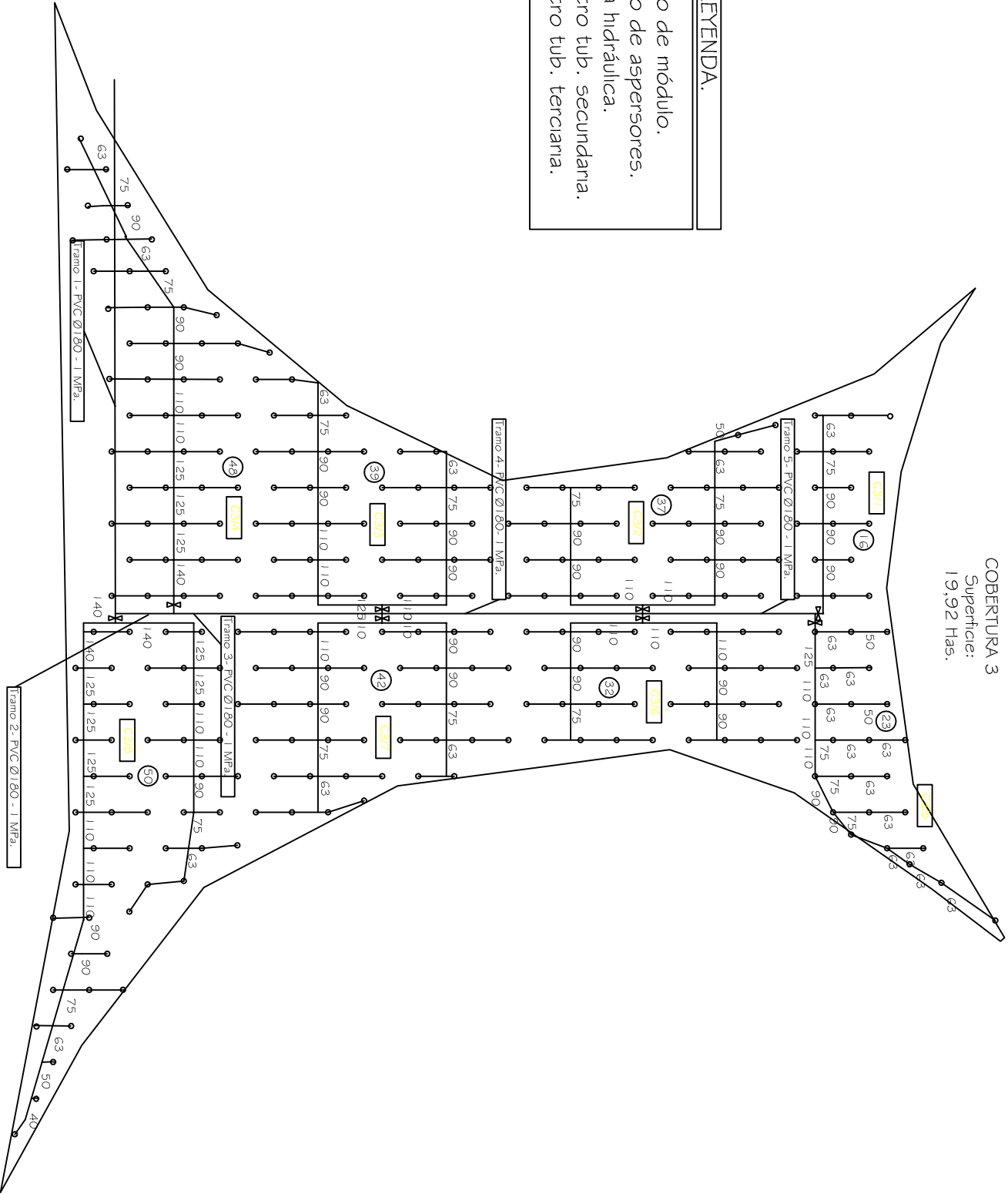
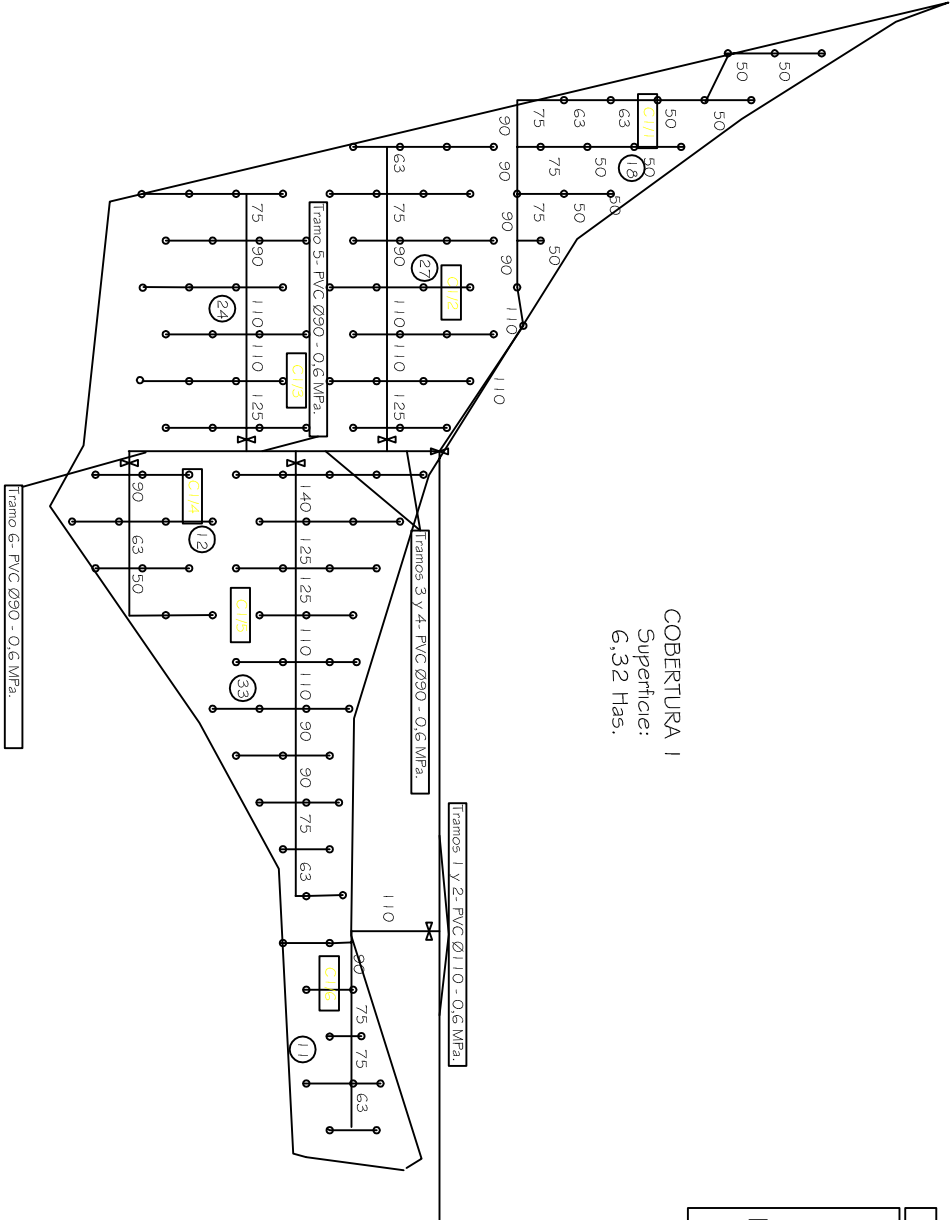
44

Número de aspersores.

Válvula hidráulica.

Díametro tub. secundaria.

Díametro tub. terciaria.



LA ALUMNA :

CARMEN PORTERO BALAGUER
Ingeniera Agrónoma

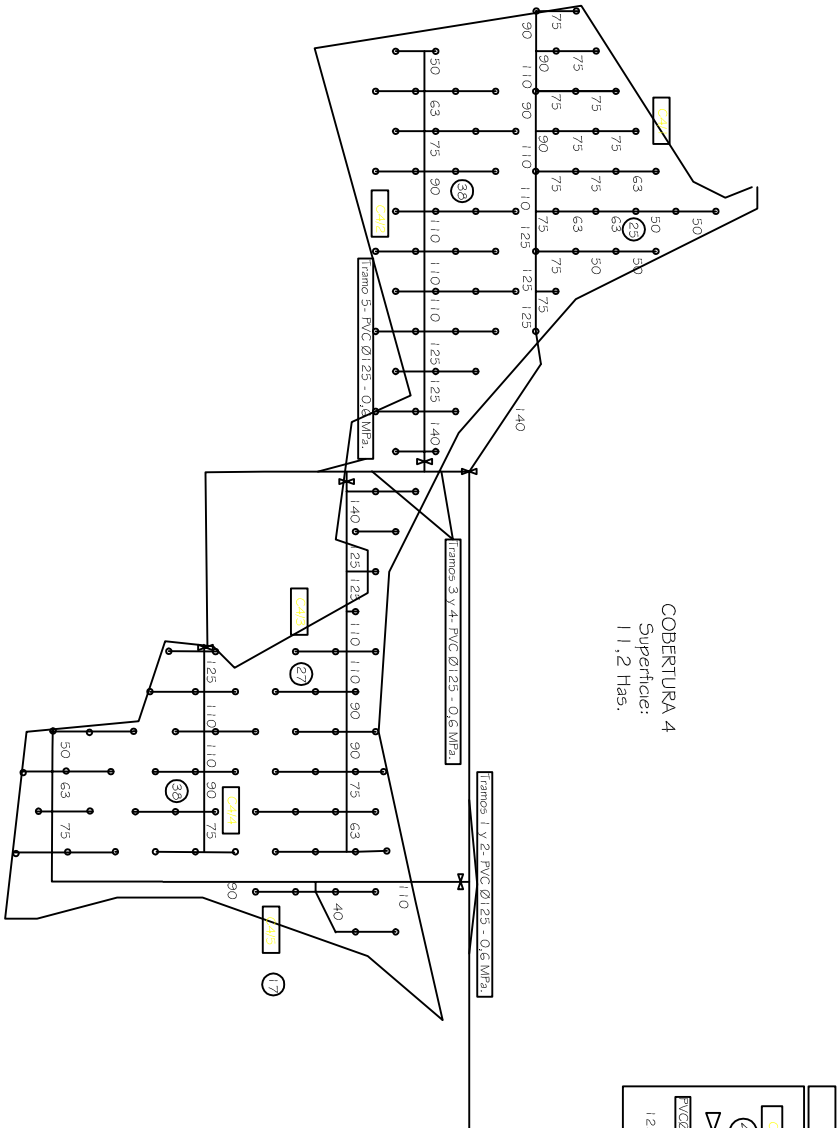
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL de CARRERA.

INGENIERÍA AGRÓNOMA.

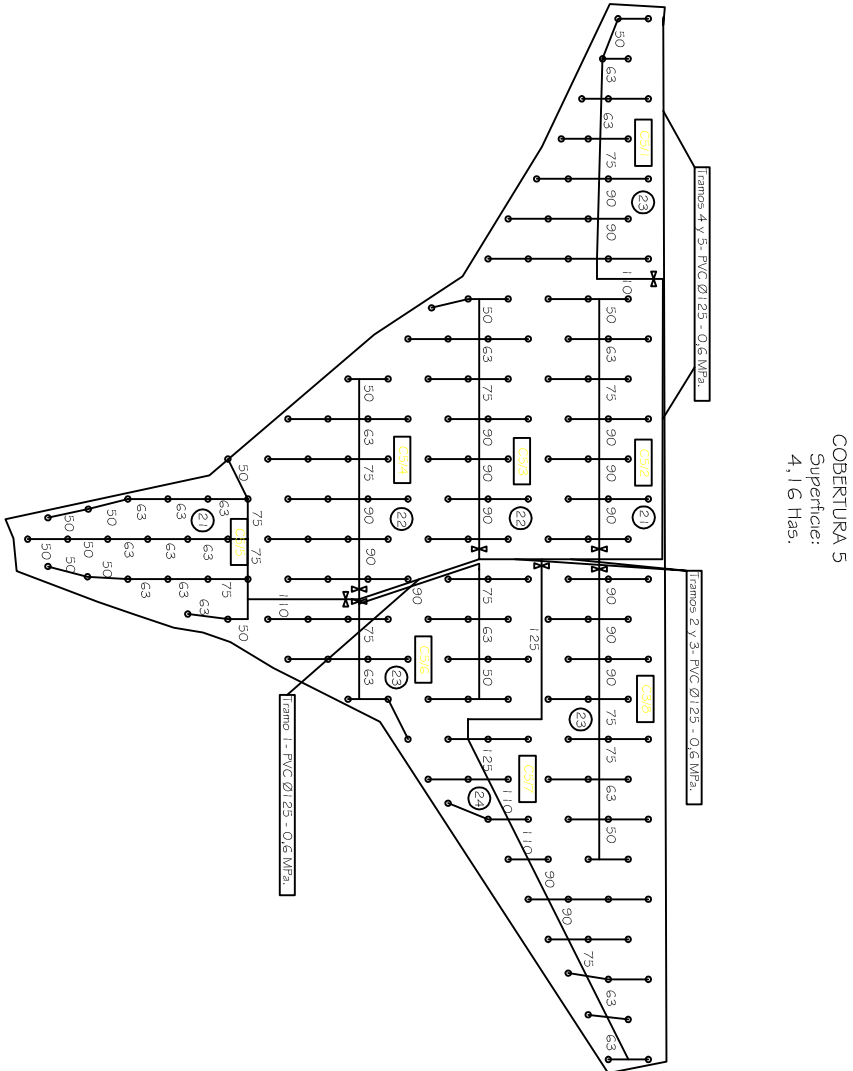
TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.

PLANO de:
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS COBERTURAS 1 Y 3

Nº. PLANO	ESCALA
4.	1 : 2.000.
NOMBRE	FECHA
Dibujado. C.P.B.	N-2012
Comprob. J.G.T.	N-2012

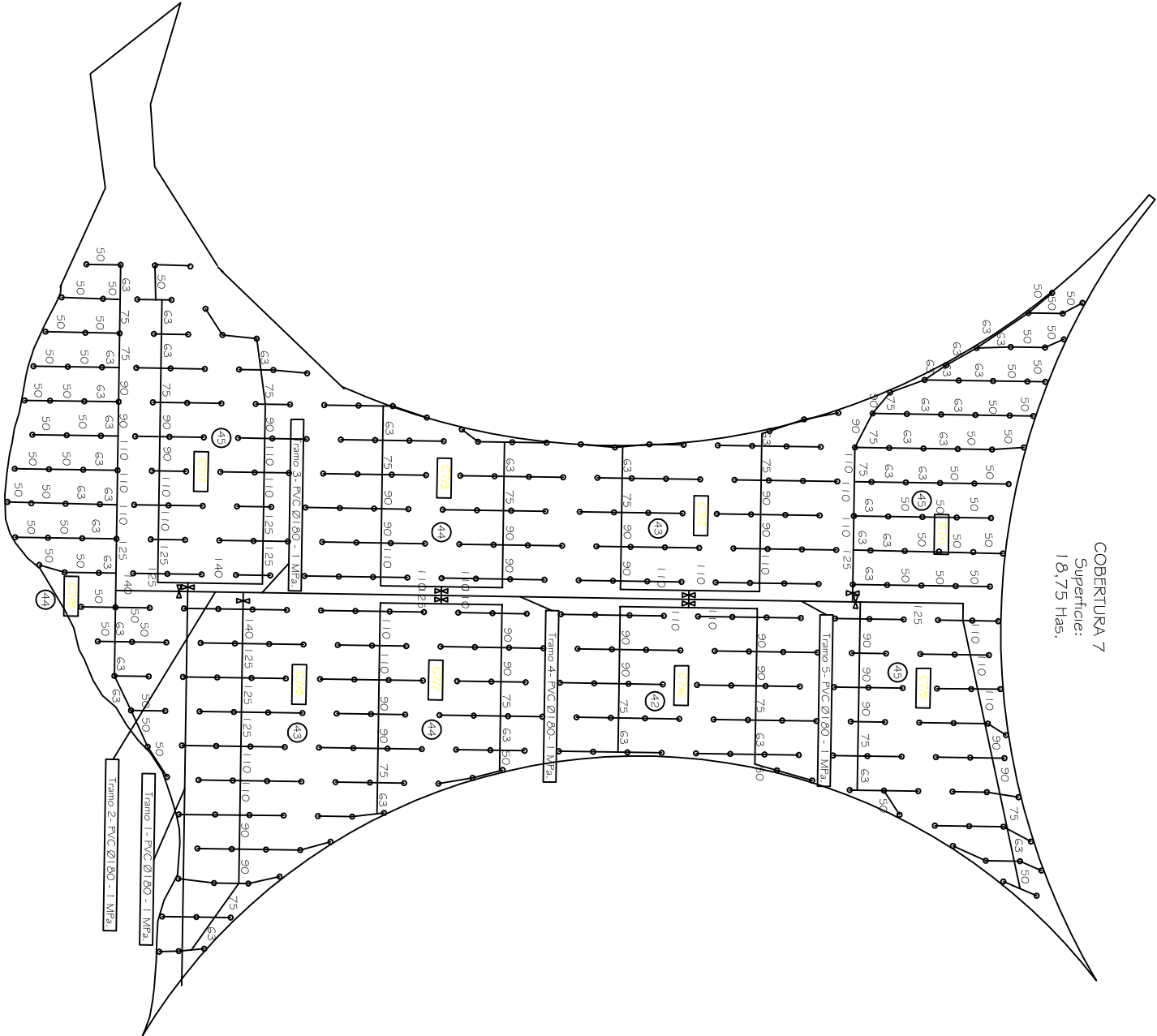


LEYENDA.	
	Número de módulo.
	Número de aspersores.
	Válvula hidráulica.
	Diametro tub. secundana.
125	Diametro tub. terciaria.



LA ALUMNA :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA.	
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma		INGENIERÍA AGRÓNOMA.	
TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.			
Nº.PLANO		ESCALA	
6.		1:2.000.	
NOMBRE		FECHA	
Dibujado.		C.P.B. N-2012	
Comprob.		J.G.T. N-2012	

PLANO de:
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS COBERTURAS 4 Y 5



LEYENDA.

C7/8

Número de módulo.

44

Número de aspersores.

Válvula hidráulica.

Díametro tub. secundana.

Díametro tub. terciara.

LA ALUMNA :

CARMEN PORTERO BALAGUER
Ingeniera Agrónoma

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL de CARRERA.

INGENIERÍA AGRÓNOMA.

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.

Nº.PLANO

7

ESCALA

1:2.000.

NOMBRE

FECHA

Dibujado.

C.P.B.

N-2012

Comprob.

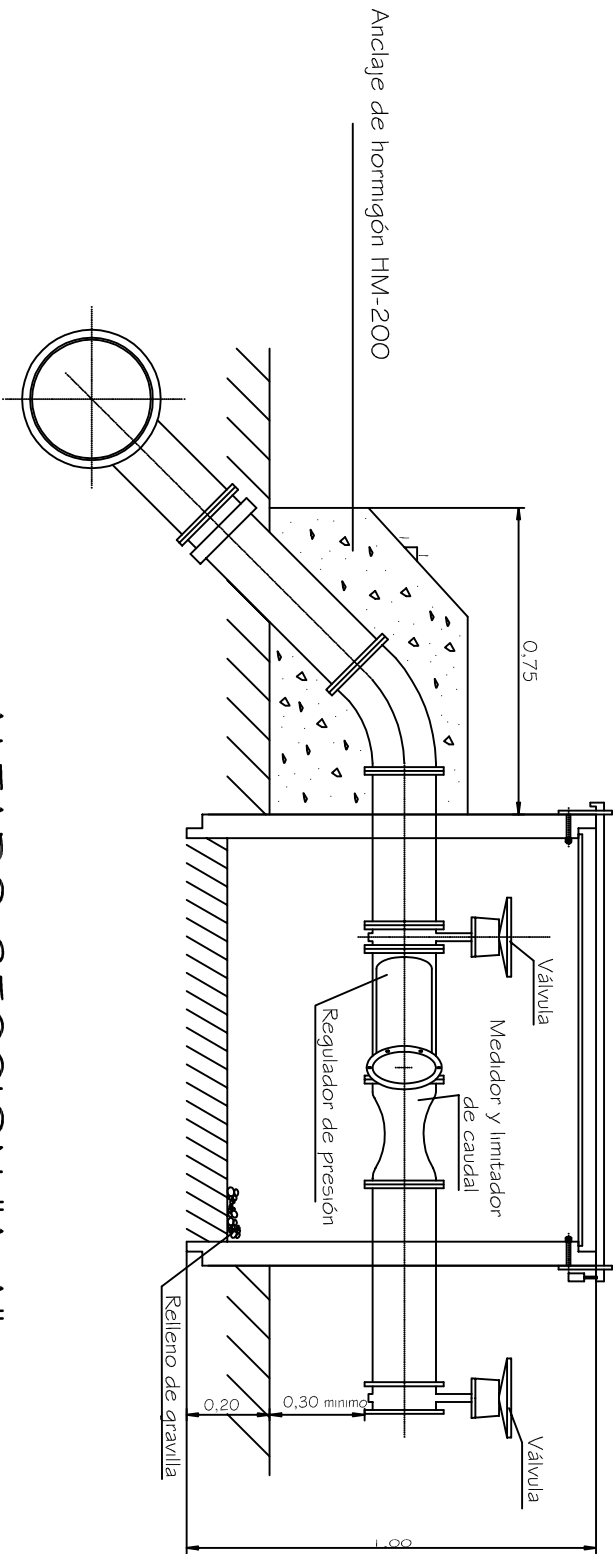
J.G.T.

N-2012

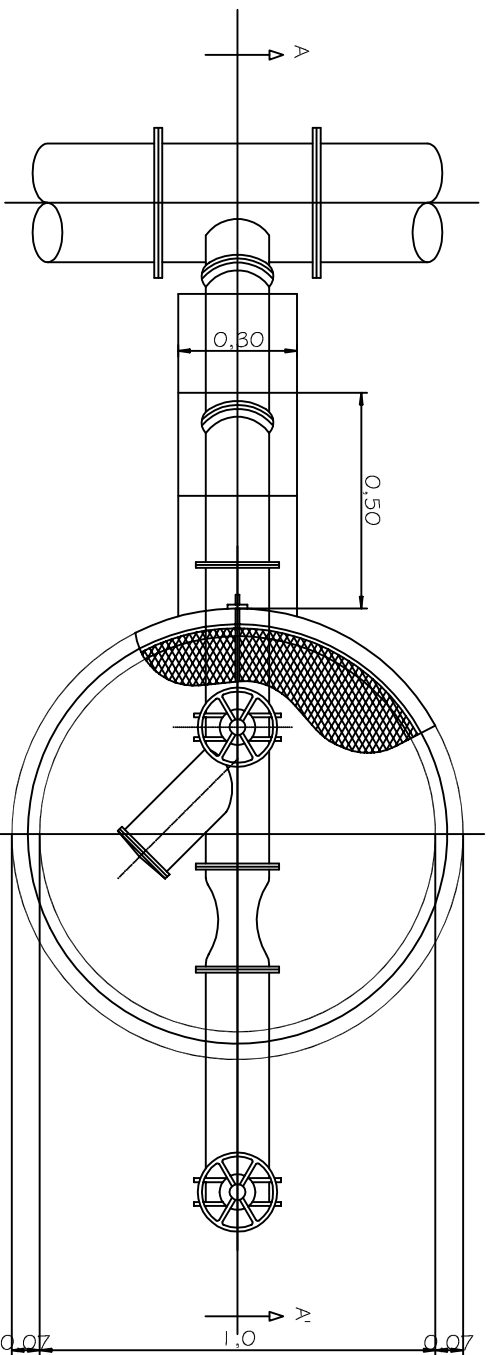
PLANO de:

PLANTA DE LAS COBERTURAS 6 Y 8

TOMA DE RIEGO TIPO



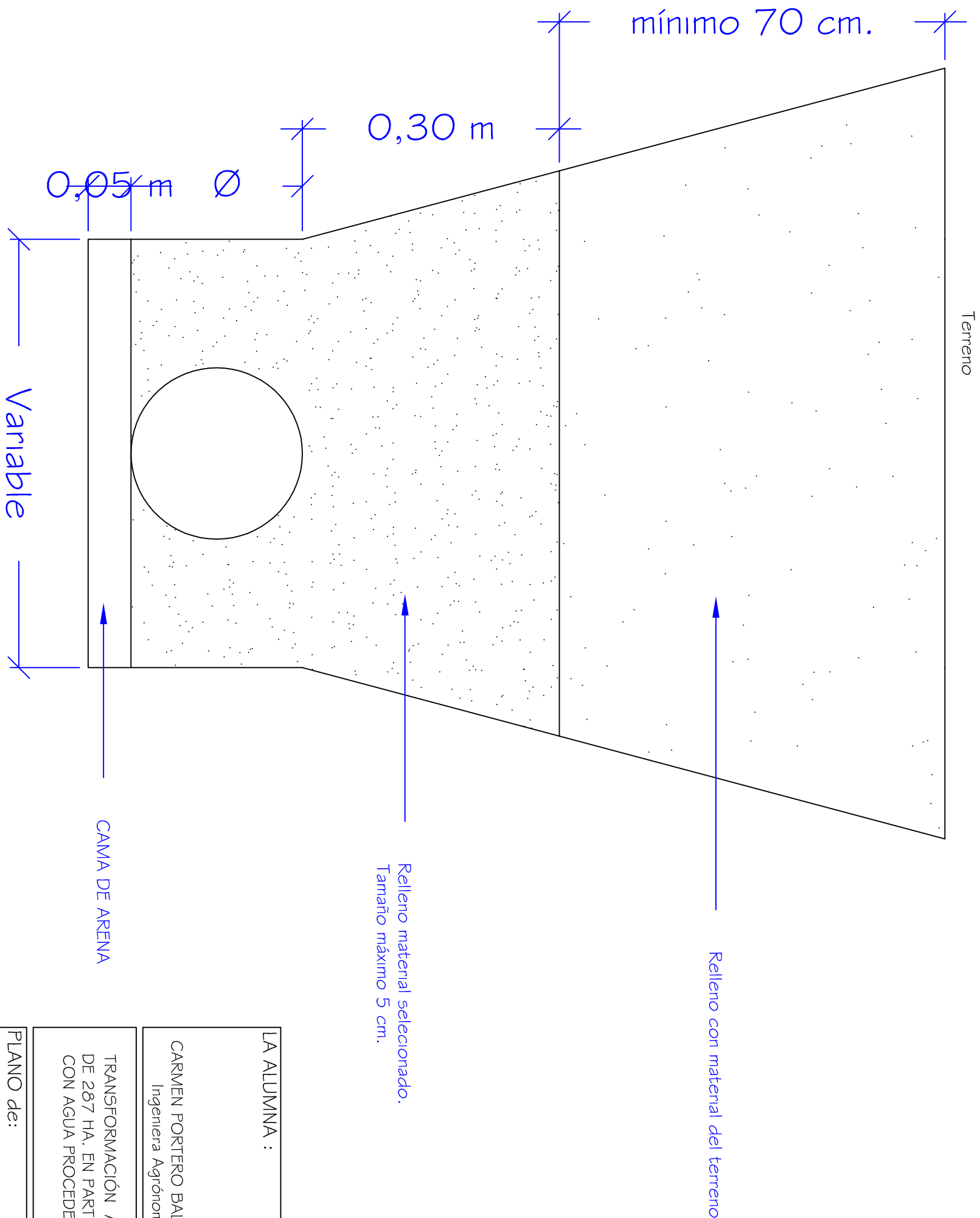
ALZADO SECCION "A-A"



PLANTA

LA ALUMNA :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA.	
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma		INGENIERÍA AGRÓNOMA.	
TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.		Nº. PLANO	ESCALA
		9.	1 : 25.
		NOMBRE	FECHA
		Dibujado.	C. P. B. N-2012
		Comprob.	J. G. T. N-2012
PLANO de: DETALLE TOMA DE RIEGO TIPO			

DETALLE ZANJA COLOCACION TUBERIAS.



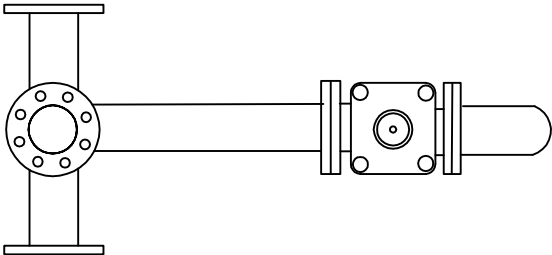
LA ALUMNA :	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA. INGENIERÍA AGRÓNOMA.
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma	

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.

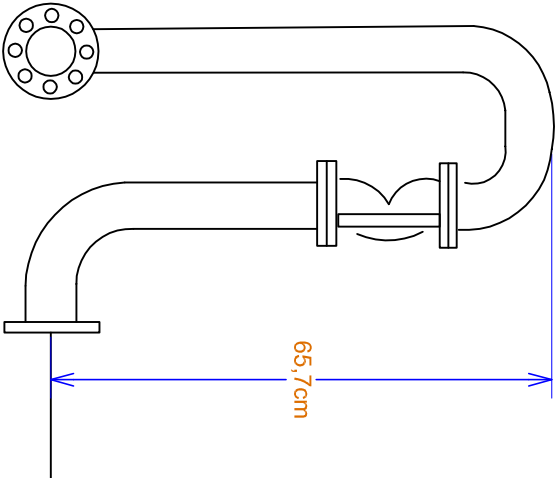
PLANO de:	DETALLES ZANJAS
-----------	-----------------

Nº. PLANO		ESCALA	
10.		1:10.	
	NOMBRE	FECHA	
Dibujado.	C.P.B.	N-2012	
Comprob.	J.G.T.	N-2012	

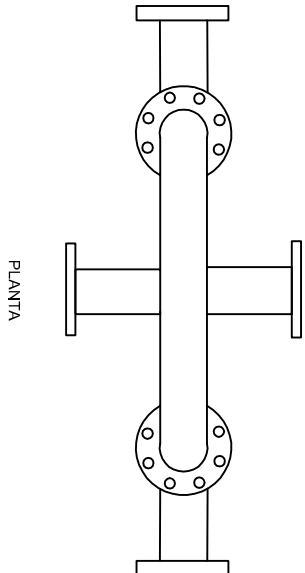
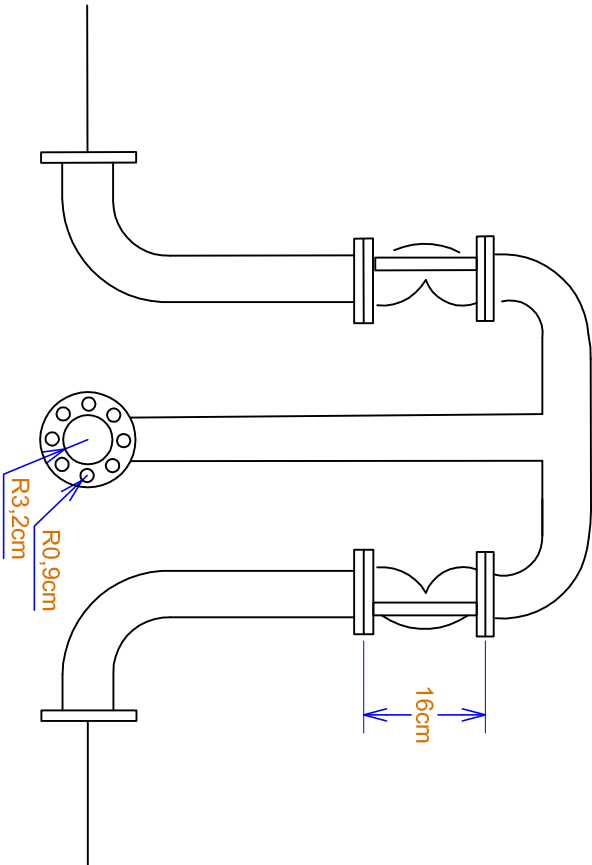
VISTA LATERAL DE LAS DERIVACIONES, ALZADO



TOMA EN DERIVACIÓN SIMPLE, ALZADO



TOMA EN DERIVACIÓN DOBLE, ALZADO



LA ALUMNA :

CARMEN PORTERO BALAGUER
Ingeniera Agrónoma

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL de CARRERA.

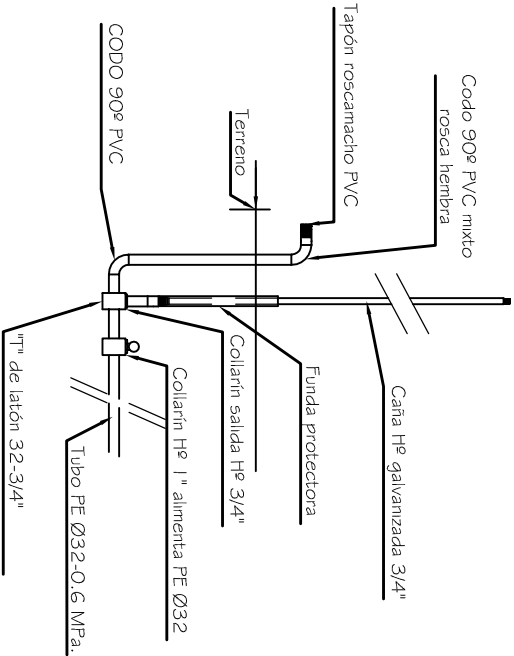
INGENIERÍA AGRÓNOMA.

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.

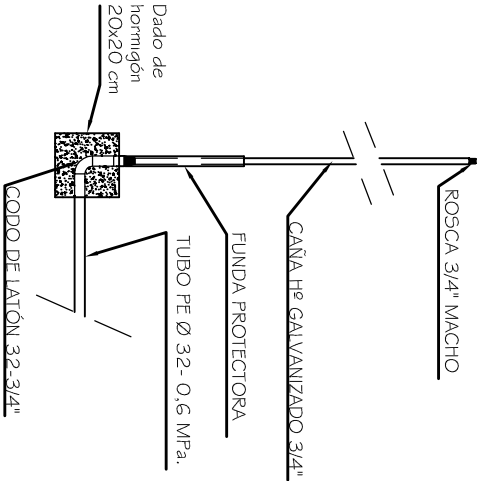
Nº. PLANO		ESCALA	
11.		1:100.	
	NOMBRE	FECHA	
Dibujado.	C.P.B.	N-2012	
Comprob.	J.G.T.	N-2012	

PLANO de:DETALLE DE DERIVACIÓN DE TOMA

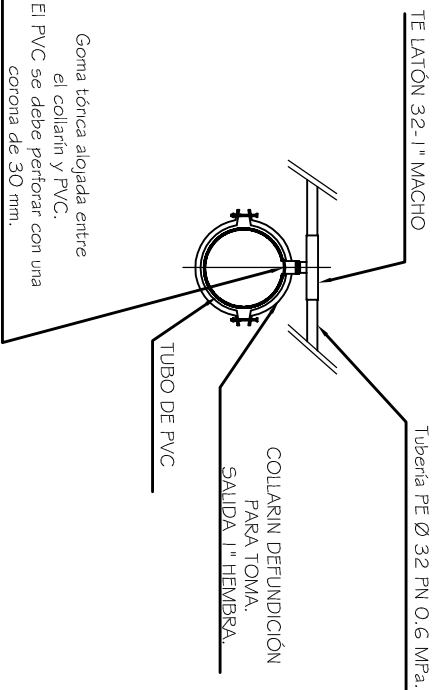
DETALLE FIN DE TRAMO



EMPALME FINAL DE CAÑA PORTA-ASPESOR
CON LATERAL DE RIEGO



EMPALME TUBERÍA TERCIARIA CON LATERAL DE RIEGO

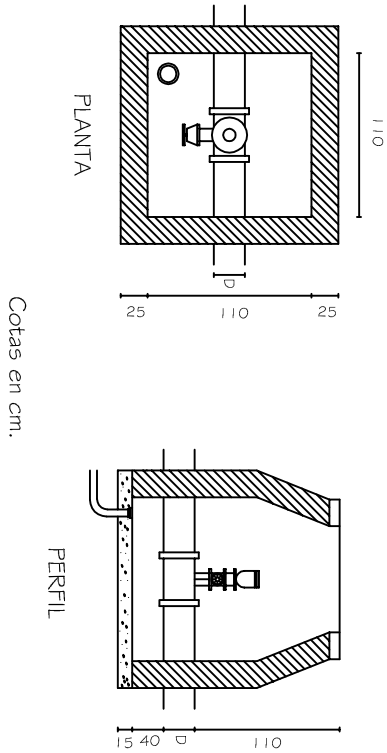


LA ALUMNA :	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA. INGENIERÍA AGRÓNOMA.
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma	

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.	Nº.P.LANO	ESCALA
	12.	S/E.
	NOMBRE	FECHA
	Dibujado.	C.P.B. N-2012
	Comprob.	J.G.T. N-2012

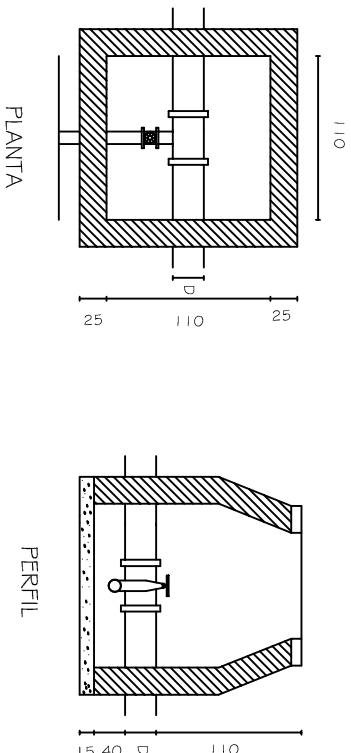
PLANO de: DETALLE COLOCACIÓN PORTA-ASPERSOR

ANCLAJE VENTOSA .



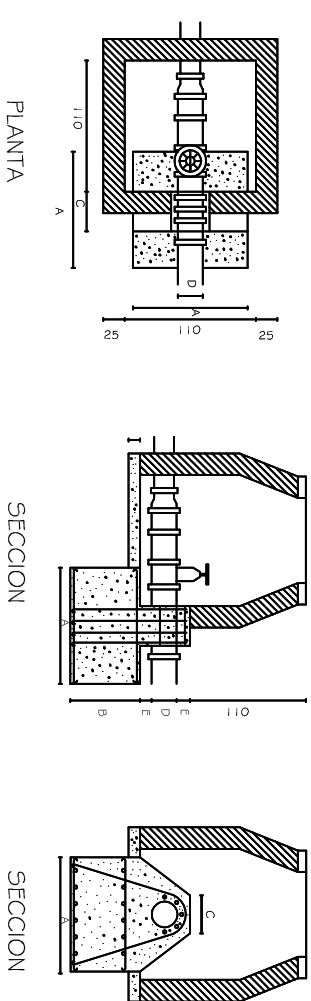
Cotas en cm.

ANCLAJE LLAVE DE DESAGÜE .

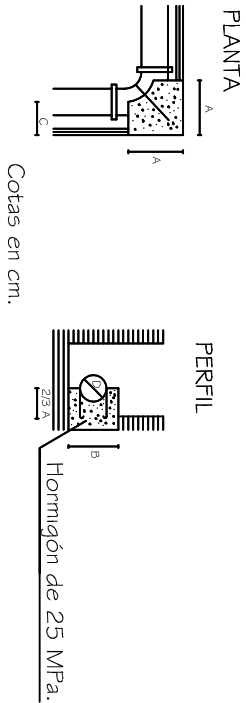


Cotas en cm.

ANCLAJE LLAVE DE PASO.

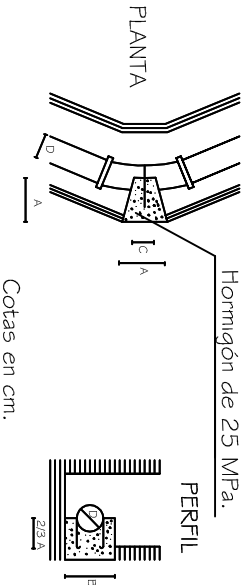


ANCLAJE CODO 90 .



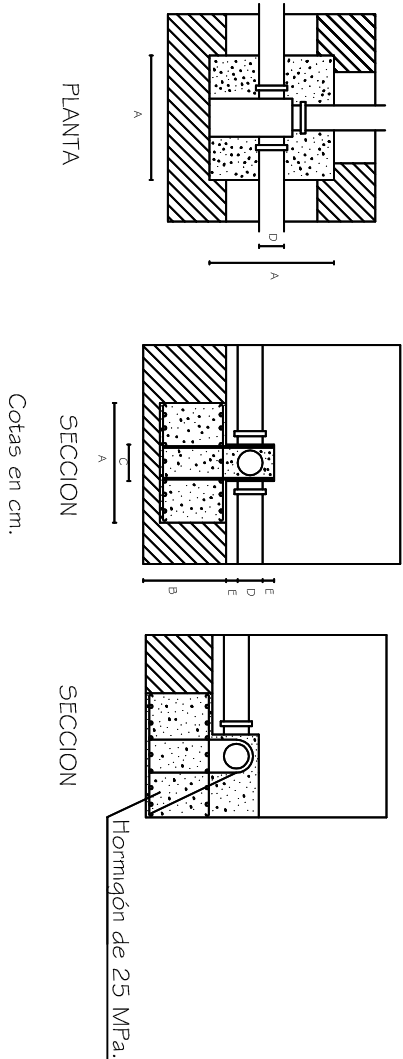
Cotas en cm.

ANCLAJE CODO 45 .



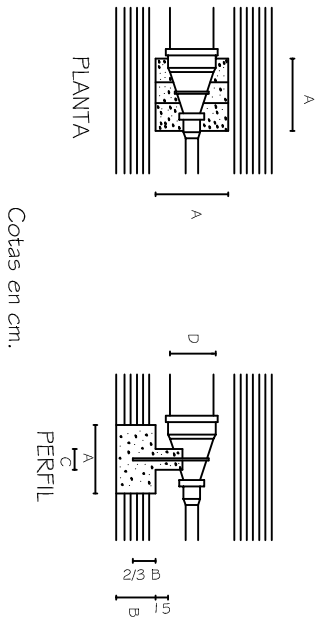
Cotas en cm.

ANCLAJE PIEZA TIPO " T " .



Cotas en cm.

ANCLAJE REDUCCION.

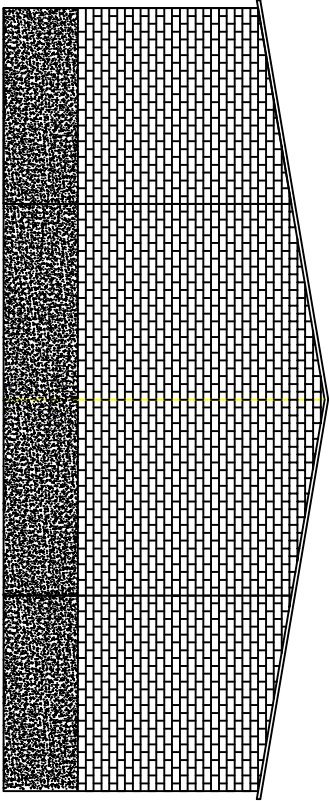
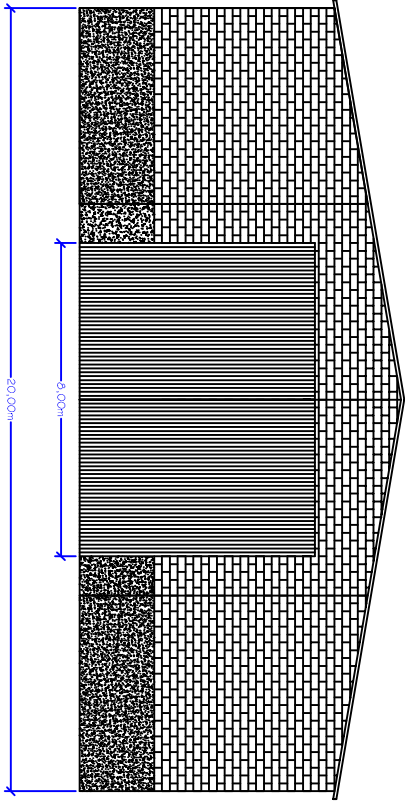
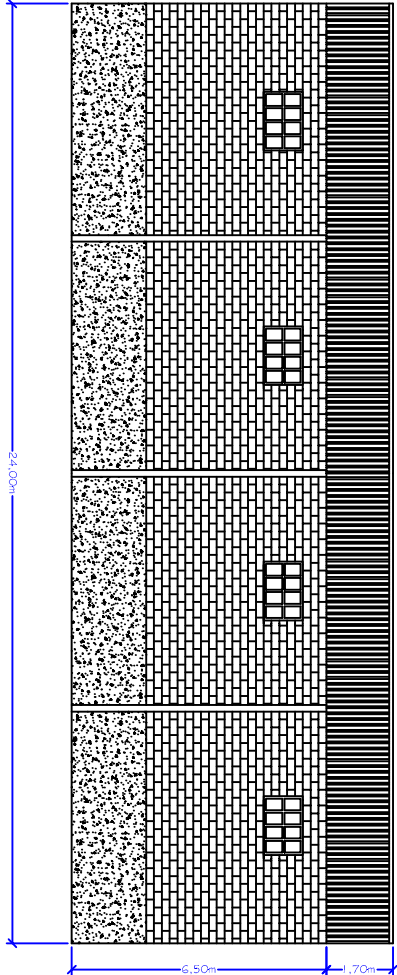


Cotas en cm.

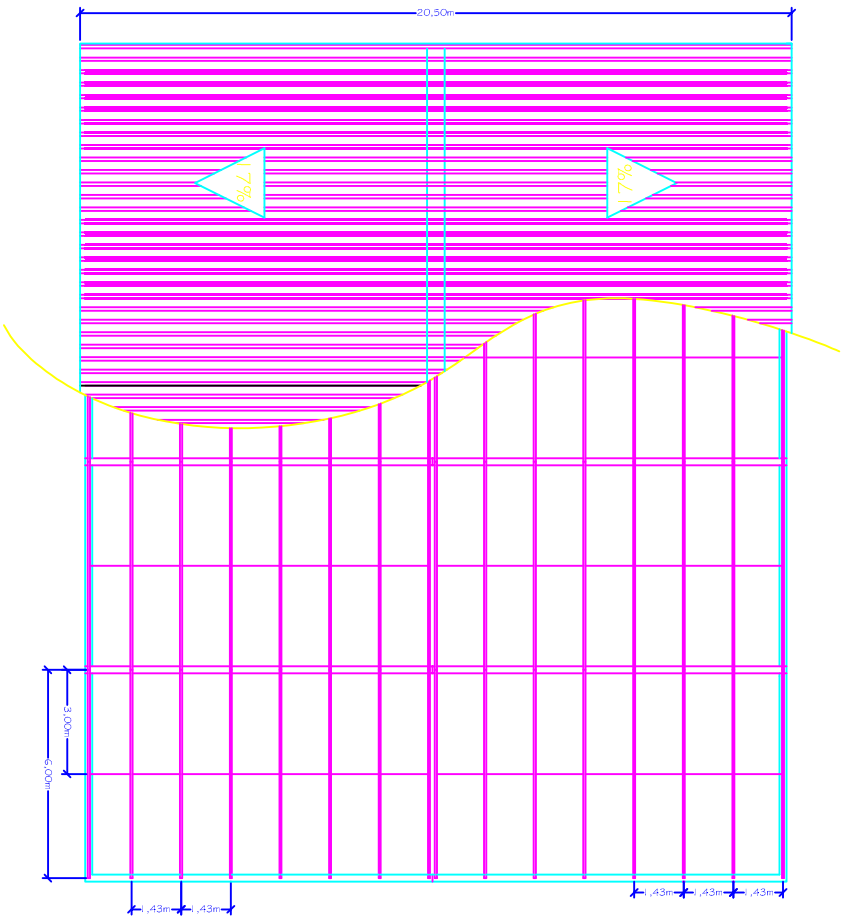
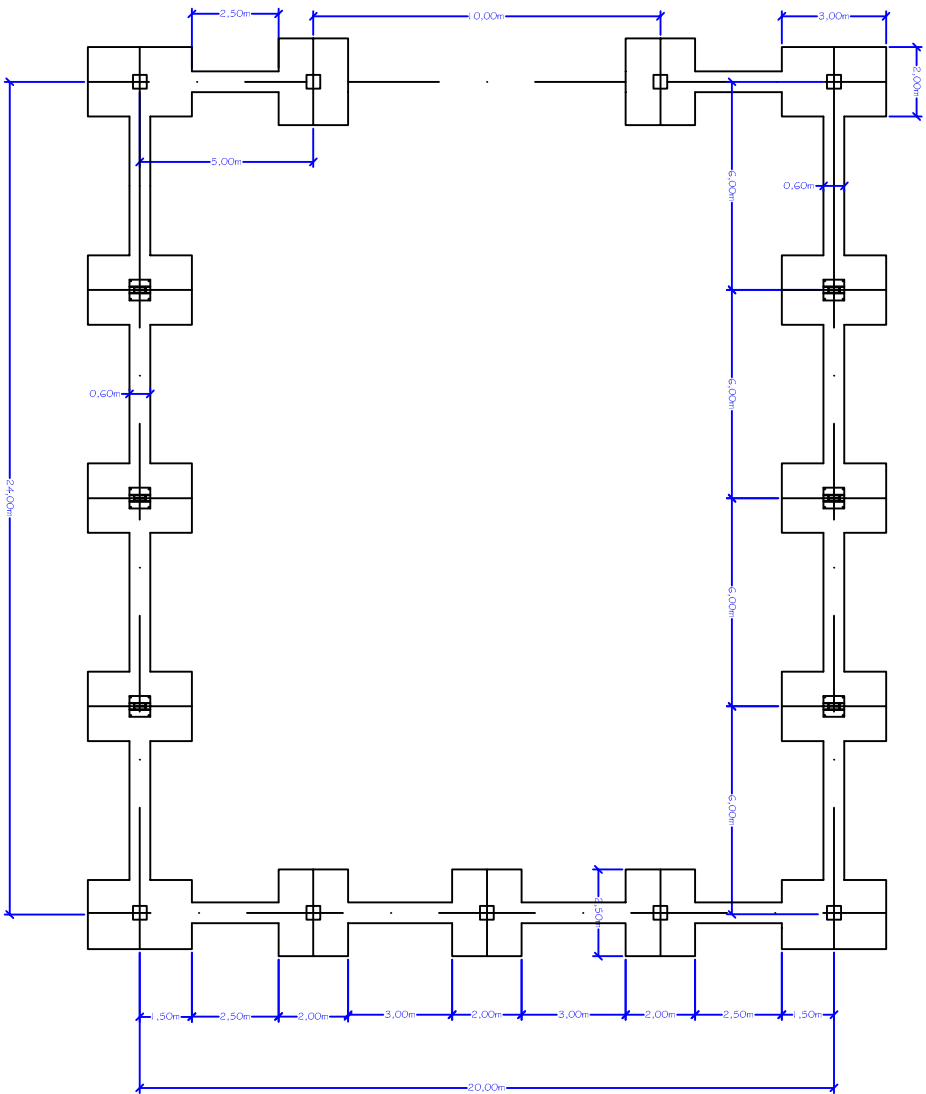
PIEZA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (MM)	DIMENSIONES EN cm.		
		A	B	C
CODO 45º	63 A 225	30	40	15
	250 A 400	50	60	25
CODO 90º	63 A 225	50	40	20
	250 A 400	65	60	20
REDUCCIÓN	63 A 225	40	30	15
	250 A 400	50	40	25

LA ALUMNA :	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA.		
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma	INGENIERÍA AGRÓNOMA.		

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.			
PLANO de:		DETALLES DE ANCLAJES DE	
LOS ELEMENTOS SINGULARES Y TUBERÍAS			
Nº. PLANO		ESCALA	
13		5/E.	
Dibujado.		NOMBRE	
C.P.B.		FECHA	
N-20112			
Comprb.		J.G.T.	
N-20112			

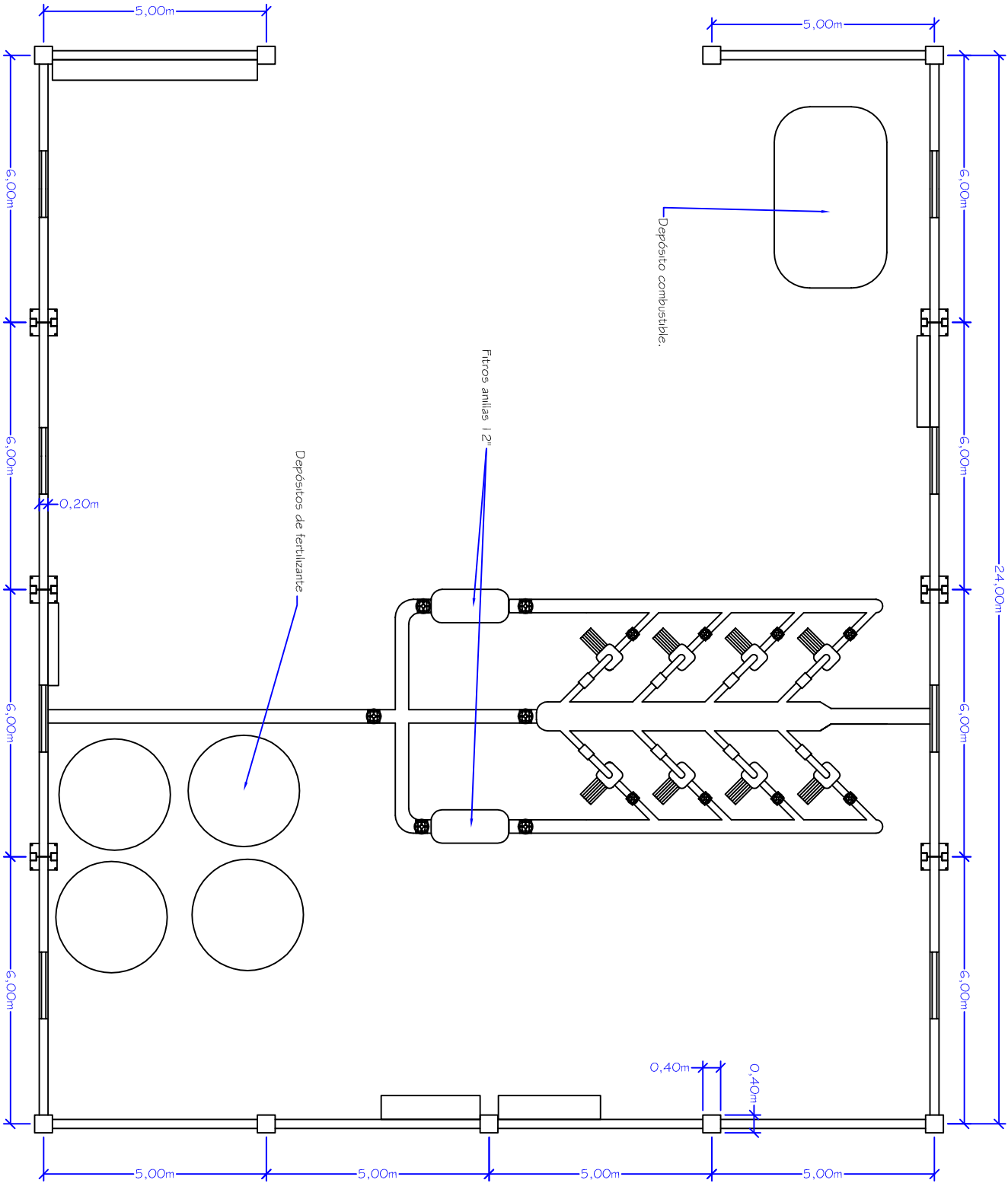


LA ALUMNA :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA.			
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma		INGENIERÍA AGRÓNOMA.			
TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS .					
Nº. PLANO		ESCALA			
14.		1 : 200.			
Dibujado.		NOMBRE		FECHA	
C. P. B.		N-2012		N-2012	
Comprob.		J. G. T.		N-2012	
PLANO de: ALZADOS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO					



CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGÚN EHE-08			
ELEMENTO	LOCALIZACION	ESPECIFICACION DEL ELEMENTO (Art.39)	NIVEL DE CONTROL COEFICIENTE DE PONDERACION.
HORMIGÓN	ZAPATAS	HA-25/B/20/IIa	NORMAL 1,5
	ZANJA	HA-25/B/20/IIa	NORMAL 1,5
	ZÓCALO	HA-25/B/20/IIa	NORMAL 1,5
	SOLERA	HM-20/B/20/I	NORMAL 1,5
	PILARES	HA-25/B/20/IIa	NORMAL 1,5
	ZUNCHO	HA-25/B/20/IIa	NORMAL 1,5
	RIOSTRA	HA-25/B/20/IIa	NORMAL 1,5
ACERO ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA	B-5005	LÍMITE ELÁSTICO: 510 N/mm2

LA ALUMNA :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA.	
CARMEN PORTERO BALAGUER Ingeniera Agrónoma		INGENIERÍA AGRÓNOMA.	
TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA) CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.		Nº. PLANO	ESCALA
PLANO de: PLANTA CIMENTACIÓN Y CUBIERTA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO		15.	1:200.
		Dibujado.	COMPROB.
		C.P.B.	J.G.T.
		N-2012	N-2012



LA ALUMNA :

CARMEN PORTERO BALAGUER
Ingeniera Agrónoma

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL de CARRERA.
INGENIERÍA AGRÓNOMA.

TRANSFORMACIÓN A RIEGO POR ASPERSIÓN DE UNA FINCA
DE 287 HA. EN PARTIDA DE MONCALVO (SARIÑENA, HUESCA)
CON AGUA PROCEDENTE DEL CANAL DE MONEGROS.

PLANO de:

PLANTA ESTACIÓN DE BOMBEO

Nº.PLANO		ESCALA	
161		1:200.	
	NOMBRE		FECHA
Dibujado.	C.P.B.		N-2012
Comprob.	J.G.T.		N-2012



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

TITULO

Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.

AUTOR: **CARMEN PORTERO BALAGUER**

ENSEÑANZA: **INGENIERÍA AGRÓNOMA**

DIRECTOR/ES: **JESÚS GUILLÉN TORRES**

FECHA: **NOVIEMBRE 2012.**

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

	<u>Página</u>
1. CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES.....	7
a. Artículo 1. Obras objeto del presente proyecto.....	7
b. Artículo 2. Obras accesorias no específicas en el pliego.....	7
c. Artículo 3. Documento que definen las obras.....	7
d. Artículo 4. Compatibilidad y relación entre los documentos.....	8
e. Artículo 5. Director de la obra.....	8
f. Artículo 6. Disposiciones a tener en cuenta.....	8
2. CAPÍTULO II. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA.....	9
a. Artículo 7. Replanteo.....	9
b. Artículo 8. Movimiento de tierras.....	10
c. Artículo 9. Forjados.....	10
d. Artículo 10. Hormigones.....	10
e. Artículo 11. Acero laminado.....	11
f. Artículo 12. Albañilería.....	12
g. Artículo 13. Carpintería y cerrajería.....	12
h. Artículo 14. Aislamientos.....	12
i. Artículo 15. Instalación eléctrica.....	13
j. Artículo 16. Instalación fontanería.....	13
k. Artículo 17. Instalación y protección.....	14
l. Artículo 18. Obras o instalaciones no específicas.....	14
m. Artículo 19. Materiales en general.....	14
n. Artículo 20. Análisis y ensayos para la aceptación de los materiales....	15
o. Artículo 21. Trabajos en general.....	15
p. Artículo 22. Equipos mecánicos.....	15
q. Artículo 23. Análisis y ensayos para el control de calidad de obras....	16

r.	Artículo 24. Áridos para hormigones y morteros.....	16
s.	Artículo 25. Excavaciones en zanjas.....	22
t.	Artículo 26. Montaje de los tubos y relleno de las zanjas.....	22
u.	Artículo 27. Pruebas de las tuberías.....	23
v.	Artículo 28. Movimiento de tierras para nivelación del terreno.....	23
3.	CAPÍTULO III: CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO..	26
a.	EPÍGRAFE I: CONDICIONES GENERALES.....	26
i.	Artículo 29. Campo de aplicación.....	26
ii.	Artículo 30. Definiciones.....	26
iii.	Artículo 31. Características generales.....	27
iv.	Artículo 32. Características hídricas.....	28
v.	Artículo 33. Presiones.....	29
vi.	Artículo 34. Características geométricas.....	30
vii.	Artículo 35. Juntas.....	30
viii.	Artículo 36. Accesorios.....	30
ix.	Artículo 37. Uniformidad.....	30
x.	Artículo 38. Marcas.....	30
b.	EPÍGRAFE II: MATERIAS PRIMAS.....	32
i.	Artículo 39. Materiales componentes de las tuberías de polietileno.....	32
ii.	Artículo 40. Ensayos de los materiales.....	32
c.	EPÍGRAFE II: FABRICACIÓN.....	34
i.	Artículo 41. Procedimiento de fabricación.....	34
ii.	Artículo 42. Acabado de tuberías.....	34
iii.	Artículo 43. Laboratorio y banco de pruebas.....	34
d.	EPÍGRAFE IV: ENSAYO Y PRUEBAS.....	35
i.	Artículo 44. Pruebas de tubos y tuberías.....	35
ii.	Artículo 45. Pruebas de juntas y piezas especiales.....	45
e.	EPÍGRAFE V: TRANSPORTE, ACOPIA Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES.....	50
i.	Artículo 46. Inspección en fábrica previa al transporte.....	50
ii.	Artículo 47. Carga, transporte, descarga y acopio.....	50
iii.	Artículo 48. Instalación.....	50
iv.	Artículo 49. Zanjas.....	51

v.	Artículo 50. Dimensiones de las zanjas.....	51
vi.	Artículo 51. Perfilado de rasante.....	51
vii.	Artículo 52. Precaución en terrenos especiales.....	52
viii.	Artículo 53. Drenajes de las zanjas.....	52
ix.	Artículo 54. Acopio de las piezas especiales.....	52
x.	Artículo 55. Instalación de tuberías.....	52
xi.	Artículo 56. Anclajes de las piezas especiales.....	53
xii.	Artículo 57. Pasos especiales.....	53
xiii.	Artículo 58. Hormigón para piezas de anclaje.....	54
xiv.	Artículo 59. Pruebas de la instalación.....	54
xv.	Artículo 60. Cierre y macizado de las zanjas.....	55
4.	CAPÍTULO IV: CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS DE PVC.....	56
a.	EPÍGRAFE I: CONDICIONES GENERALES.....	56
i.	Artículo 61. Campo de aplicación.....	56
ii.	Artículo 62. Definiciones.....	56
iii.	Artículo 63. Características hídricas.....	57
iv.	Artículo 64. Presiones y coeficiente de seguridad.....	59
v.	Artículo 65. Características generales.....	59
vi.	Artículo 66. Características geométricas.....	61
vii.	Artículo 67. Juntas.....	62
viii.	Artículo 68. Accesorios para tuberías.....	62
ix.	Artículo 69. Uniformidad.....	62
x.	Artículo 70. Marcado de los tubos y accesorios.....	63
b.	EPÍGRAFE II: MATERIALES.....	63
i.	Artículo 71. Materiales componentes de las tuberías de cloruro de vinilo no plastificado.....	63
ii.	Artículo 72. Ensayo de los materiales.....	64
iii.	Artículo 73. Resina sintética de PVC.....	64
iv.	Artículo 74. Policloruro de vinilo no plastificado.....	64
v.	Artículo 75. Aditivos empleados en la fabricación de UPVC no plastificado.....	65
vi.	Artículo 76. Características técnicas del PVC no plastificado...	66
vii.	Artículo 77. Adhesivos disolventes para juntas.....	66
viii.	Artículo 78. Lubricantes para juntas de estanqueidad.....	66

ix.	Artículo 79. Elastómeros para juntas de estanqueidad.....	67
x.	Artículo 80. Fundición de hierro.....	67
xi.	Artículo 81. Otros materiales férricos.....	68
xii.	Artículo 82. Materiales no férricos.....	68
xiii.	Artículo 83. Pinturas y otros revestimientos.....	69
c.	EPÍGRAFE III: FABRICACIÓN.....	69
i.	Artículo 84. Procedimiento de fabricación de los tubos.....	69
ii.	Artículo 85. Procedimiento de fabricación de accesorios.....	69
iii.	Artículo 86. Fabricación en serie.....	69
iv.	Artículo 87. Laboratorio y banco de pruebas.....	70
d.	EPÍGRAFE IV: PRUEBAS.....	70
i.	Artículo 88. Clasificación.....	70
ii.	Artículo 89. Pruebas en fabricación y control de localización...	83
iii.	Artículo 90. Pruebas de obra.....	86
e.	EPÍGRAFE V: TOLERANCIAS.....	86
i.	Artículo 91. Tolerancia en el diámetro nominal.....	86
ii.	Artículo 92. Tolerancias en el espesor nominal de la pared.....	87
iii.	Artículo 93. Tolerancias a la longitud nominal.....	87
iv.	Artículo 94. Tolerancias en el diámetro interior de la Embocadura.....	87
v.	Artículo 95. Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos...	88
vi.	Artículo 96. Tolerancias en alineación.....	88
vii.	Artículo 97. Muestras inutilizadas.....	88
f.	EPÍGRAFE VI: TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES.....	89
i.	Artículo 98. Inspección en fábrica previa al transporte.....	90
ii.	Artículo 99. Carga, transporte y descarga.....	90
iii.	Artículo 100. Almacenamiento de los tubos.....	91
iv.	Artículo 101. Zanjas.....	91
v.	Artículo 102. Perfilado de rasantes.....	92
vi.	Artículo 103. Precauciones en terrenos especiales.....	92
vii.	Artículo 104. Dimensiones de las zanjas.....	92
viii.	Artículo 105. Drenaje de las zanjas.....	93
ix.	Artículo 106. Acopio de las piezas especiales.....	94

x.	Artículo 107. Instalación de la tubería.....	95
xi.	Artículo 108. Anclaje de piezas y pasos especiales.....	96
xii.	Artículo 109. Prueba de instalación.....	97
xiii.	Artículo 110. Cierre y macizado de las zanjas.....	97
xiv.	Artículo 111. Materiales rechazados.....	97
5.	CAPÍTULO V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA.....	97
a.	EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	98
i.	Artículo 112. Remisión de solicitud de ofertas.....	98
ii.	Artículo 113. Residencia del contratista.....	98
iii.	Artículo 114. Reclamaciones contra las órdenes de dirección...	99
iv.	Artículo 115. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.....	99
v.	Artículo 116. Copia de los documentos.....	99
b.	EPÍGRAFE II: TRABAJO, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	99
i.	Artículo 117. Libro de órdenes.....	100
ii.	Artículo 118. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución...	100
iii.	Artículo 119. Condiciones generales de ejecución de los Trabajos.....	101
iv.	Artículo 120. Trabajos defectuosos.....	101
v.	Artículo 121. Obras y vicios ocultos.....	102
vi.	Artículo 122. Materiales no utilizables o defectuosos.....	102
vii.	Artículo 123. Medios auxiliares.....	102
c.	EPÍGRAFE II: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN.....	103
i.	Artículo 124. Recepciones provisionales.....	103
ii.	Artículo 125. Plazo de garantía.....	104
iii.	Artículo 126. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.....	104
iv.	Artículo 127. Recepción definitiva.....	104
v.	Artículo 128. Liquidación final.....	104
vi.	Artículo 129. Liquidación en caso de rescisión.....	105
d.	EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE	

OBRAS.....	105
i. Artículo 130. Facultades de la dirección de obra.....	105
6. CAPÍTULO VI: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE	
ECONÓMICA.....	105
a. EPÍGRAFE I: BASES FUNDAMENTAL.....	105
i. Artículo 131. Base fundamental.....	106
b. EPÍGRAFE II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS...106	
i. Artículo 132. Garantías.....	106
ii. Artículo 133. Fianzas.....	106
iii. Artículo 134. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza...107	
iv. Artículo 135. Devolución de la fianza.....	108
c. EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES.....	109
i. Artículo 136. Precios contradictorios.....	109
ii. Artículo 137. Reclamaciones de aumento de precios.....	109
iii. Artículo 138. Revisión de precios.....	109
iv. Artículo 139. Elementos comprendidos en el presupuesto.....	110
d. EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS...110	
i. Artículo 140. Valoración de la obra.....	110
ii. Artículo 141. Mediciones parciales y finales.....	111
iii. Artículo 142. Equivocaciones en el presupuesto.....	111
iv. Artículo 143. Valoración de las obras incompletas.....	111
v. Artículo 144. Carácter provisional de las liquidaciones	
Parciales.....	111
vi. Artículo 145. Pagos.....	112
vii. Artículo 146. Suspensión por retraso de pagos.....	112
viii. Artículo 147. Indemnización por retraso de los trabajos.....	112
ix. Artículo 148. Indemnización por daños de causa mayor al	
contratista.....	113
e. EPÍGRAFE V: VARIOS.....	113
i. Artículo 149. Mejora de obras	
ii. Artículo 150. Seguro de los trabajos	
7. CAPÍTULO VII: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL	
a. Artículo 151. Jurisdicción	
b. Artículo 152. Accidentes de trabajo y daños a terceros	

- c. Artículo 153. Pagos de arbitrios
- d. Artículo 154. Causas de rescisión del contrato

CAPÍTULO I: CONDICIONES GENERALES

-ARTÍCULO 1. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE 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 ACCESORIAS NO ESPECÍFICAS 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. DOCUMENTO QUE DEFINE 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 NTE.

- 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 II: CONDICIONES DE ÍNDOLE 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. FORJADOS

Regula el presente artículo los aspectos relacionados con la ejecución de forjados pretensados autoresistentes armados de acero o de cualquier otro tipo con bovedillas cerámicas de hormigón y fabricado en obra o prefabricado bajo cualquier patente.

Las condiciones de ejecución, de seguridad en el trabajo, de control de ejecución, de valoración y de mantenimiento, son las establecidas en las normas N.T.E.-E.H.U. y N.T.E. - E.H.R., así como en el R.D. 1.630 / 1.980 de 18 de julio y en la N.T.E.- E.A.F.

-ARTÍCULO 10. HORMIGONES

Se refiere el presente artículo a las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de ejecución, criterios de medición, valoración y mantenimiento.

Regirá lo prescrito en la Instrucción E.H.-91 para las obras de hormigón en masa o armado y la Instrucción E.P.-88 para las obras de hormigón pretensado. Asimismo se adopta lo establecido en las normas N.T.E.-E.H. "Estructuras de hormigón", y N.T.E.-E.M.E. "Estructuras de maseta. Encofrados".

Las características mecánicas de los materiales, dosificaciones y niveles de control son las que se fijan en los planos del presente proyecto (Cuadro de características E.H.-91 y especificaciones de los materiales).

-ARTÍCULO 11. ACERO LAMINADO

Se establecen en el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos industriales relacionados con los aceros laminados utilizados en las estructuras de edificación, tanto en sus elementos estructurales, como en sus elementos de unión. Asimismo se fijan las condiciones relativas a la ejecución, seguridad en el trabajo, control de la ejecución, valoración y mantenimiento.

Se adopta lo establecido en las normas:

- N.B.E.-M.V.-102: "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación". Se fijan los tipos de uniones, la ejecución en taller, el montaje en obra, las tolerancias y las protecciones.

-N.B.E.-M.V.-103: "Acero laminado para estructuras de edificaciones", donde se fijan las características del acero laminado, la determinación de sus características y los productos laminados actualmente utilizados.

- N.B.E.-M.V.-105: "Roblones de acero".

- N.B.E.-M.V.-106: "Tornillos ordinarios calibrados para estructuras de acero".

- N.T.E.-E.A.: "Estructuras de acero".

-ARTÍCULO 12. ALBAÑILERÍA

Se refiere el presente artículo a la fábrica de bloques de hormigón, ladrillo o piedra, a tabiques de ladrillo o prefabricados y revestimientos de paramentos, suelos, escaleras y techos.

Las condiciones funcionales y de calidad relativa a los materiales y equipos de origen industrial, control de ejecución y seguridad en el trabajo, así como los criterios de valoración y mantenimiento son las que especifican las normas:

-N.T.E.-E.F.B.: "Estructuras de fábrica de bloque".

-N.T.E.-R.S.S.: "Revestimiento de escaleras y suelos. Soleras".

-N.T.E.-R.T.C.: "Revestimiento de techos. Continuos".

-N.T.E.-P.L.T.: "Tabiques de ladrillo".

-ARTÍCULO 13. CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA

Se refiere el presente artículo a las condiciones de funcionalidad y calidad que han de reunir los materiales y equipos industriales relacionados con la ejecución y

montaje de puertas, ventanas y demás elementos utilizados en particiones y accesos interiores.

Asimismo, regula el presente artículo las condiciones de ejecución, medición, valoración y criterios de mantenimiento.

Se adoptará lo establecido en las normas N.T.E.-P.P.A. "Puertas de acero".

-ARTÍCULO 14.AISLAMIENTOS

Los materiales a emplear y ejecución de la instalación estarán de acuerdo con lo prescrito en la norma N.B.E.-C.T./79 sobre condiciones térmicas de los edificios, que en su anexo 5 establece las condiciones de los materiales empleados para aislamiento térmico así como control, recepción y ensayos de dichos materiales, y que en el anexo 6 establece diferentes recomendaciones para la ejecución de este tipo de instalaciones.

La medición y valoración de la instalación de aislamiento se llevará a cabo en la forma prevista en el presente proyecto.

-ARTÍCULO 15. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los materiales y ejecución de la instalación eléctrica cumplirán lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Alta y Baja Tensión y normas complementarias.

Asimismo se adoptan las diferentes condiciones previstas en las normas:

-N.T.E.-I.E.B.: "Instalación eléctrica de baja tensión"

-N.T.E.-I.E.E.: "Alumbrado exterior".

-N.T.E.-I.E.I.: "Alumbrado interior"

-N.T.E.-I.E.P.: "Puesta a tierra".

-N.T.E.-I.E.R.: "Instalaciones de electricidad. Red exterior".

-ARTÍCULO 16.INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

-N.T.E.-I.F.A.: "Instalaciones de fontanería".

-N.T.E.-I.F.C.: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente".

-N.T.E.-I.F.F.: "Instalaciones de fontanería. Agua fría".

-ARTÍCULO 17.INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la Norma N.B.E.-C.P.I.-81 sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la norma N.T.E.-I.P.F. "Protección contra el fuego" y anejo nº 6 de la E.H.-88. Así como lo establecido en la norma N.T.E.-I.P.P. "Pararrayos"

-ARTÍCULO 18. 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 19. 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 20. ANÁLISIS Y ENSAYOS PARA LA ACEPTACIÓN DE LOS 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 21. 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 22. 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 23. 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 24. ÁRIDOS PARA HORMIGONES Y MORTEROS

24.1 Definición y condiciones generales

Los áridos a emplear en los hormigones serán productos obtenidos por la clasificación de arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas suficientemente resistentes trituradas, mezclas de ambos materiales y otros productos, que por su naturaleza, resistencia y diversos tamaños cumplan las condiciones exigidas en este artículo.

El material de que procedan los áridos ha de tener en igual o superior grado, las cualidades que se exijan para el hormigón con él fabricado. En todo caso el árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, sin exceso de piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Cumplirá las condiciones exigidas en la "Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón EH-91", y las que, en lo sucesivo, sean aprobadas con carácter oficial.

24.2 Procedencia

Podrán proceder de los depósitos o graveras naturales situadas en cualquier punto que ofrezca las garantías de calidad necesarias.

De acuerdo con lo prescrito en el artículo 2.1. de este pliego, el contratista presentará al ingeniero director, para su aprobación expresa, relación de las canteras o depósitos de materiales que piensa utilizar. Así mismo, el contratista deberá someter a la aprobación del ingeniero director un proyecto de la instalación de clasificación a instalar, bien en el lugar de la extracción de los áridos, bien en el punto de fabricación del hormigón.

24.3 Clasificación

El ingeniero director, para lograr que la granulometría de los hormigones quede dentro de la curva límite que en cada caso debe señalar, exigirá la clasificación de los áridos en cuatro tamaños, cuando aquellos se destinen a hormigón para armar.

Cuando los áridos se destinen a obras de hormigón en masa en todo caso se exigirá la clasificación en tres tamaños.

Tanto las arenas como las gravas, deberán cumplir todas las condiciones señaladas en la vigente Instrucción EH-91 para el proyecto y ejecución de obras de hormigón.

24.4 Ensayos

Se realizarán las series de ensayos que determine el ingeniero director de la obra de acuerdo con las normas que se citan en la instrucción EH-91.

24.5 Cemento

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por el pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos de 23 de mayo de 1975.

Se cumplirán asimismo, las recomendaciones y prescripciones contenidas en la "Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-91", y las que, en lo sucesivo sean aprobadas con carácter oficial.

El cemento a utilizar deberá ser P-350. Se almacenará en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad, tanto del suelo como de las paredes.

Se comprobará dentro del mes anterior a su empleo, que las distintas partidas de cemento cumplen los requisitos exigidos por el "pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos".

Las características de cada partida de cementos se comprobarán antes de su utilización mediante la ejecución de las series completas de ensayos que estime pertinentes el ingeniero director de la obra.

24.6 Agua

Como norma general, podrá utilizarse, tanto para el amasado como para el curado de hormigones, todas aquellas aguas que la práctica haya sancionado como aceptables, es decir, que no hayan producido eflorescencias, agrietamiento o perturbación en el fraguado y resistencia de obras similares a las de este proyecto.

En cualquier caso, las aguas deberán cumplir las condiciones especificadas en el artículo sexto de la Instrucción.

24.7 Acero en redondos para armadura

En cualquier caso el límite elástico será igual o superior a 4100 Kg/cm²., cumpliendo las prescripciones contenidas en la "Instrucción para el proyecto y ejecución de las obras de hormigón en masa o armado".

24.8 Acero en perfiles laminados

La calidad del acero en los perfiles laminados a emplear en todas las obras, será la correspondiente a la clase AE-26 (A-42), definida en la Norma MV-102 Y la norma UNE 36080 cuarta revisión, cuyo límite de fluencia mínimo es de 26 kg/mm².

24.9 Tuberías y piezas especiales

Las tuberías salvo casos especiales en los que se utiliza chapa de acero, fundición o aleación de aluminio serán de PE, en todos los diámetros.

Las tuberías de PE, serán de marca de reconocida garantía y se ajustarán en todo a las normas UNE-53-112-73, ISO-R-161 y DIN-8062, que establecen las características y métodos de ensayo para este tipo de tuberías. La tubería a utilizar deberá llevar la marca de calidad homologada por el MOPU.

La unión entre dos tubos se realizará mediante el método de la soldadura a tope o manguito electrosoldable, en los casos especificados en el presupuesto, y todo ello siguiendo las especificaciones dadas en las tablas correspondientes a los tiempos de soldadura y presión necesarios para una correcta unión entre cada dos tubos.

Las tuberías de P.E. flexible se ajustarán a las normas UNE-53-131, DIN 8073, en cuanto a medidas y tolerancias en los espesores de los tubos, y UNE 53-142 y DIN 8073 en cuanto a características y métodos de ensayo. La tubería a utilizar deberá llevar la marca de calidad homologada por el MOPU.

En los casos especiales, en que se utiliza chapa de acero, deberá ser de 7 mm.de espesor, galvanizada y pintada exteriormente con pintura anticorrosiva.

Los elementos de fundición, serán del tipo de fundición gris (ASTM A-48 cl. 30).

Los collarines deben ser de fundición y el diámetro ser el correspondiente al tramo de tubería en el que se encuentre colocada.

24.10 Válvulas y Ventosas

En cuanto a las válvulas que van a usarse serán de 3" en el caso de que por ellas circulen 12 ó 18 l/s. y de 4" en el supuesto de que circulasen 24 l/s, teniendo en cuenta siempre que prevalece en este punto lo indicado en los planos correspondientes. Las características de las citadas válvulas son:

- El cierre se efectuar con ayuda de un muelle de acero inoxidable.
- El cuerpo de la válvula debe de ser de bronce fundido en el caso de la de 3" y de hierro fundido en la de 4".
- La conexión se efectuará por medio de bridas.
- No deben tener partes mecánicas, lo cual produce un mínimo desgaste y muy bajo mantenimiento.

La válvula debe estar protegida por un tubo de hormigón de 80 x 100, o de las dimensiones necesarias para que la protección sea la correcta, y siempre a tenor de lo indicado en los planos o pueda indicar en cualquier momento el Director de Obras, apoyado sobre 4 bloques de hormigón vibrado celular de 20 x 40 y protegida por una tapa de chapa galvanizada.

Para realizar la operación de elevación de válvula a nivel de superficie se hará uso del siguiente material.

Para el caso de una válvula por la que circule 12 l/s ó 18 l/s:

-2,50 m. tubo con soldadura norma ISO R-65 de 3,65 mm.de espesor y 114,3 mm.de diámetro exterior. Diámetro nominal 4".

-6 Bridas de 90 de diámetro y 12 mm.de espesor, PN 10 cumpliendo la norma DIN 2576

-0,33 m. tubo con soldadura NORMA ISO R-65 de 3,75 mm.de espesor y 139,7 mm.de diámetro exterior. Diámetro nominal 5".

-2 curvas 90 grados. Norma 3 Din 2605 de 4".

-2 bridas tóricas (110 Diámetro) de 12 mm.

-2 bridas locas (110 Diámetro) de 12 mm.

-Los tornillos necesarios para la perfecta colocación del material citado.

-1 tubo de hormigón de 600 mm.de diámetro y 1000 mm.

-1 chapa galvanizada como tapa de diámetro 600 mm.

Para válvula cuyo caudal sea de 24 l/seg el material a utilizar será:

-2,30 m. de tubo con soldadura NORMA ISO R-65 de 3,75 mm.de espesor y 139,7 mm.de diámetro exterior, 5" de diámetro nominal.

-0,20 m. de tubo con soldadura NORMA ISO R-65 de 3,65 mm.de espesor, 114,3 mm.de diámetro exterior y 4" de diámetro nominal.

-6 bridas de 90 de diámetro exterior, 12 mm.de espesor, PN 10 según NORMA DIN 2576.

-0,33 m. tubo con soldadura Norma ISO R-65 de 3,75 mm.de espesor y 168,6 mm.de diámetro exterior y 6" de diámetro nominal.

-2 curvas de 90 grados de 139,7 mm.de diámetro exterior, 4 mm de espesor según norma 3 DIN 2605.

-2 bridas tóricas de 125 y/o 110 de 12 mm.de espesor.

-2 bridas locas de 125 y/o 110 de 12 mm.de espesor.

-Los tornillos necesarios para la perfecta colocación del material citado.

-1 tubo de hormigón de 600 mm.de diámetro y 1000 mm

-1 chapa galvanizada como tapa de diámetro 600 mm.

Todas las piezas citadas anteriormente estarán convenientemente galvanizadas tanto interior como exteriormente.

La colocación del material citado se realizará como se expone en el plano de detalle correspondiente.

Caso de algún inconveniente que impida la colocación del material citado en la forma mencionada se consultará la posible solución a tomar con el ingeniero director de la obra para que este decida.

Las ventosas serán de acero inoxidable de calidad 18/8, con los diámetros indicados para cada tramo en sus respectivos presupuestos.

En los cruces con otra tubería pasará por encima siempre la de menor diámetro y en ese punto llevará instalada una ventosa.

El funcionamiento de las ventosas, será automático, estando protegida la cabeza de la misma para una carcasa perforada de acero inoxidable.

-ARTÍCULO 25. EXCAVACIONES DE LAS ZANJAS

Las dimensiones de las zanjás 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 zanjás 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 26. 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 27.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.

-ARTÍCULO 28. MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA LA NIVELACIÓN DEL TERRENO

28.1 Definición de las obras

Con la denominación genérica de nivelación se entiende las obras de movimiento de tierra para reducir pendientes según las cotas indicadas en los planos.

28.2 Trabajos que comprende

Con independencia de los trabajos y obras previas y complementarias a las nivelaciones propiamente dichas, las obras que habrán de ser ejecutadas son:

- 1) Excavación, transporte y formación de terraplenes.
- 2) Refino de taludes de desmonte y terraplenes.

28.3 Condiciones de la tierra, equipos de trabajo y mano de obra

Se entiende que por diferentes movimientos de las tierras el contratista tiene conocimiento de la naturaleza de estas y que acepta su condición, por lo que no podrá presentar reclamación alguna a este respecto.

En consecuencia el contratista vendrá obligado a la ejecución de las obras, cualquiera que sea la clase o naturaleza de las tierras que vayan apareciendo durante la construcción de las obras como también de la dureza de las mismas, tanto del suelo como del subsuelo.

Todo el personal empleado en la ejecución de los trabajos en especial los conductores de equipos mecánicos, deberán reunir las debidas condiciones de competencia y comportamiento que sean requeridas a juicio del director de las obras, quien podrá ordenar la separación de la obra de cualquier dependiente y operario del contratista que no satisfaga dichas condiciones, sea cual sea su cometido.

La excavación de tierras, transporte y formación de terraplenes se realizarán mediante equipos mecánicos.

El contratista quedará en libertad de elegir el tipo de potencia y capacidad de los equipos. No obstante el ingeniero director de las obras podrá exigir una capacidad mínima de los equipos como garantía del cumplimiento del plazo de ejecución.

El refino de taludes y la construcción de balates podrá realizarse a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos.

28.4 Disposiciones sobre el replanteo del nivelado y trabajos en general

Como norma general, el contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en el presente proyecto, adoptando la mejor técnica constructiva que cada obra requiera para su ejecución, y cumpliendo para cada una de las distintas unidades de obra las disposiciones que se prescriben en el presente pliego.

Todas las obras realizadas deberán ser aceptadas por el director de obra, quien tendrá la facultad de rechazar en cualquier momento, aquellas que considere no respondan a las normas del pliego.

Las obras rechazadas deberán ser demolidas o reconstruidas dentro del plazo que fije el director de las obras.

La dirección de obra realizará sobre el terreno el replanteo general de las obras de nivelado, dejando las señales necesarias para que el contratista pueda efectuar debidamente las obras.

En ningún caso debe el contratista comenzar las obras sin haber llevado a cabo por la dirección de obra el replanteo oportuno, siendo responsable exclusivo de cualquier error derivado de su actuación.

La empresa deberá conservar, cuidar y reponer las señales de referencia hasta la terminación de las obras, corriendo a sus expensas los gastos que se originen por este motivo.

28.5 Análisis y ensayos para el control de las obras

Serán obligaciones del contratista el someter en cualquier momento las obras ejecutadas o en ejecución a los análisis y ensayos que el ingeniero encargado juzgue

necesarios para el control de las mismas o para comprobar calidad, resistencia y el resto de características.

Los análisis y ensayos para el control de las obras se realizarán en el laboratorio que el contratista mantenga a pie de obra, o en aquellos otros que previamente el director de obra designe.

Todos los gastos derivados de la toma y análisis de las muestras serán a cargo del contratista.

A través de la interpretación de los análisis que serán de competencia exclusiva del ingeniero director de obra, serán rechazadas todas aquellas obras que considere no responden en su ejecución a las normas del presente proyecto, no pudiendo el Contratista apelar contra este juicio basándose en diferentes resultados de otros ensayos encargados en otros laboratorios.

28.6 Precauciones a adoptar durante las ejecuciones de los trabajos

El contratista vendrá obligado a emplear cuantos medios de seguridad, a fin de eliminar todo posible motivo de accidente durante la ejecución de las obras que no deriven del presente proyecto.

Igualmente pondrá especial cuidado para evitar daños a propiedades tanto públicas como privadas.

CAPÍTULO III: CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS DE POLIETILENO

EPÍGRAFE I: CONDICIONES GENERALES

-ARTÍCULO 29.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 **Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.**

-ARTÍCULO 30.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 31.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 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 Kg/cm^2

Polietileno de media densidad (MD): Densidad de la resina base entre 0,931 a 0,94 gr/cm³. 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 Kg/cm² como máximo.

- Su resistencia química es parecida al de DB.
- Resistencia mínima a la tracción: 160 Kg/cm²
- Índice de fluidez de 1 a 0,4 g/10 minutos
- Coeficiente térmico de dilatación lineal: 0,15 mm/m y °C
- Módulo de elasticidad: 5.600 Kg/cm²

Polietileno de alta densidad (AD): Densidad de la resina base superior a 0,94 gr/cm³. 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/cm² como máximo.

- Resistencia mínima a la tracción: 200 Kg/cm²
- 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/cm²

-ARTÍCULO 32. 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 DarcyWeisbach.

-ARTÍCULO 33.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/cm².

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/cm².

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/cm²)

D = Diámetro exterior medio del tubo (cm.)

e = Espesor de la pared del tubo (cm.)

-ARTÍCULO 34.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 35.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 36.ACESORIOS

Las piezas especiales o accesorios cumplirán con las características fijadas para las juntas y demás elementos que se especifican en el proyecto.

-ARTÍCULO 37.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 38.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/cm²)
- 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/cm²)

EPÍGRAFE II:MATERIAS PRIMAS

-ARTÍCULO 39.MATERIALES COMPONENTES DE LAS TUBERÍAS DE PE

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 40.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^3 o g/cm^3 . 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 $0,93 \text{ g/cm}^3$

Media densidad (MD), de $0,931$ a $0,94 \text{ g/cm}^3$

Alta densidad (AD), más de $0,94 \text{ g/cm}^3$

La alta tolerancia de densidad para los tubos BD y MD será de $\pm 0,003 \text{ g/cm}^3$ y para el tipo AD ser de $\pm 0,004 \text{ g/cm}^3$.

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 $\rightarrow < 0,2 \text{ g} \pm 30\%$

Tipo 2 $\rightarrow 0,2 \text{ a } 1 \text{ g} \pm 30\%$

Tipo 3 $\rightarrow 1 \text{ a } 10 \text{ g} \pm 20\%$

Tipo 4 $\rightarrow 10 \text{ a } 25 \text{ g} \pm 20\%$

Tipo 5 $\rightarrow > 25 \text{ g} \pm 20\%$

El PE de BD tendrá un índice de fluidez $> 10 \text{ g}$.

El PE de MD tendrá un índice de fluidez de $1 \text{ a } 0,4 \text{ g}$.

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 comonomeroolefínico sin ningún otro grupo funcional y mezcla de tales polímeros.

EPÍGRAFE III:FABRICACIÓN

-ARTÍCULO 41.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 42.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 43.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 IV: ENSAYO Y PRUEBAS

-ARTÍCULO 44. 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 desechado 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 (incolore) se empleará la ecuación:

$$DR = Dp - 0,0044 C$$

En donde:

DR = Densidad de la resina en g/cm³

Dp = Densidad del tubo en g/cm³

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 cumplieren se rechazará 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 rechazará 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 micrótopo 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 conectará a una fuente de presión hidráulica. Se secará la superficie externa del tubo. Se elevará la presión hidráulica interior 1 kg/cm² cada minuto hasta llegar a alcanzar la presión hidráulica. Se seca la superficie externa del tubo. Se elevar la presión hidráulica interior 1 kg/cm² 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 $37^{\circ}\text{C} \pm ^{\circ}\text{C}$, y el otro a $20^{\circ}\text{C} \pm ^{\circ}\text{C}$, por lo menos, desde una hora antes del comienzo del ensayo. Con las mismas precauciones expuestas en la prueba de estanqueidad, se conectará 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:

- Pérdida 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 pérdida 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 rechazará 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/cm². 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 sustituirlo 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 fallo 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 rechazará 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 pérdida 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/cm² 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:

$$V = 0,12 \cdot Li \cdot Di$$

Siendo:

V = Cantidad de agua inyectada en litros

Li = Longitud del tramo i (m)

Di = 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 45. 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. 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.

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.

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^2 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 pérdida 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:

$R = 15$ diámetros nominales del tubo si $PN \leq a \text{ 8 kg/cm}^2$

$R = 20$ diámetros nominales del tubo si $PN \leq a \text{ 20 Kg/cm}^2$

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 valorará 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 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:

<u>Diámetro Nominal del tubo (mm)</u>	10-16	20-32	40-63	75-110	125-140	160-200
<u>Junta de PN hasta 8 Kg/cm²</u>	10	20	30	50	100	125
<u>Peso (Kg) hasta 20 Kg/cm²</u>	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 pérdida 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^2 para PE de BD
- 40 kg/cm^2 para PE de MD
- 50 kg/cm^2 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.

EPIGRAFE V: TRANSPORTE, ACOPIA Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES.

-ARTÍCULO 46. 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 47.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 48.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 49.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 50.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 51.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 52.PRECAUCIÓN EN TERRENOS ESPECIALES

En los terrenos dotados de alto proporción de arcillas expansivas cuyas dilataciones y contracciones puedan dañar la tuberías, 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 53.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, seabrirán 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 54.ACOPIO DE LAS PIEZAS ESPECIALES

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidas entre las tuberías, lo más próximo posible a los sitios de colocación de modo que pueden apreciarse con facilidad las faltas o sobrantes que pudiera haber.

-ARTÍCULO 55.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 56.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 57.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 58.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/cm² (125).

-ARTÍCULO 59.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/cm². 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/cm². 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 60.CIERRE Y MACIZADO DE LAS ZANJAS

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descansa en toda su longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar flexión e instaladas todas las piezas especiales, se procederá a rellenar 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 IV: CONDICIONES DE LAS TUBERÍAS DE PVC

EPÍGRAFE I: CONDICIONES GENERALES.

-ARTÍCULO 61.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 **“Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros”**.

-ARTÍCULO 62.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 sí 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 63.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 parámetros hidráulicos.

Para tubería de UPVC se usará la fórmula de Darcy-Weissbach, teniendo en cuenta el correspondiente número de Reynolds (Re).

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/cm².

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/cm².

Las presiones máximas a que pueden trabajar los distintos tipos de tuberías que se consideran son de 6 kg/cm².

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/cm². 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/cm².

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/cm².

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:

$$Pr = ((2 * e) / (D - e)) * a$$

Siendo:

Pr: Presión hidráulica de rotura en kg/cm².

a: Tensión circunferencial de rotura a tracción del material en Kg/cm²

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:

$P_f/P_n > 1,5$	$P_n/P_t = 2$
-----------------	---------------

-ARTÍCULO 64.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 65.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

	<u>4 Kg./cm²</u>		<u>6 Kg./cm²</u>		<u>10 Kg./cm²</u>	
<u>Dn</u> <u>(mm)</u>	<u>e (mm)</u>	<u>peso(kgm)</u>	<u>e</u> <u>(mm)</u>	<u>peso(kgm)</u>	<u>e</u> <u>(mm)</u>	<u>peso(kg/m)</u>
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 66.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 67.ACESORIOS 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 68.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 69.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 II: MATERIALES

-ARTÍCULO 70. 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 71. 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 72.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 73.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 74.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 75.CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL 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/cm²
- Alargamiento a la rotura mínimo: 80%.
- Módulo de elasticidad: 30.000 kg/cm² + 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 76.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 ablande 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 77.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 78.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 produjesen defectos de estanqueidad en las referidas pruebas, se debe suministrar todo el material sospechoso de este defecto, a expensas del Contratista.

-ARTÍCULO 79. FUNDICIÓN DE HIERRO

Se entiende por fundición de hierro cualquiera de los productos clasificados en la serie F-800, de las Normas del Instituto del hierro y del acero, hoy CENIM o en su defecto los incluidos en la especificación "fundición y clasificación". Se tendrán en cuenta las normas UNE vigentes sobre "Accesorios de fundición" y "Fundición gris"

Para la picoreta de tuberías se recomienda el uso de fundiciones obtenidas a partir de fundición gris por adición de magnesio en aleación blanca pero recocido (fundición maleable) o por temple y revenido (fundición de grafito difuso).

Se prohíben las piezas de fundición blanca normal, debido a su fragilidad.

En caso de que haya necesidad de efectuar comprobaciones sobre la fundición se harán los siguientes ensayos:

- Determinación de la dureza en grados Brinell (según Norma UNE 7.263, "Ensayo de la dureza en grados Brinell para fundición gris".
- Ensayo de resistencia e impacto.
- Ensayo de rotura a tracción.
- Ensayo de flexo – tracción.
- Estos ensayos se realizarán según las normas vigentes.

-ARTÍCULO 80. OTROS MATERIALES FÉRRICOS

Deberán atenerse a las características que para cada clase establecen las series F de la clasificación del I.H.A. En las piezas en contacto con elementos utilizarán preferentemente materiales de la Serie F-300.

-ARTÍCULO 81.MATERIALES NO FÉRRICOS

Se atenderán a la normalización del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización y reunirán las características que para cada material se determinan.

-ARTÍCULO 82.PINTURAS Y OTROS REVESTIMIENTOS

Las piezas susceptibles de oxidación se protegerán adecuadamente contra la corrosión

Como protección antioxidante se utilizan primordialmente el revestimiento con minio. Este material debe ser tipo electrolito de plomo. No admite el minio de hierro.

Si se emplea sobre superficies metálicas pulidas, deberá usarse previamente una impregnación pasivante, primordialmente del tipo fosfatado.

Esta impregnación es obligatoria sobre galvanizados y chapas de acero pulido.

No se admitirán los galvanizados con cinc en frío. Deberán ser efectuados por inmersión en baño caliente. El espesor mínimo de capa protectora será al menos de treinta micras.

La protección de cualquier clase que sea, tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, por lo menos durante diez años, salvo para las pinturas a la intemperie, que deberán mantener su inalterabilidad, por lo menos, durante tres años.

La protección de cualquier clase que sea, tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, por lo menos durante diez años. Para revestimientos epoxi al aire libre se garantizará la inalterabilidad durante cinco años.

EPÍGRAFE III: FABRICACIÓN

-ARTÍCULO 83. 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 84.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 85.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 86.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 IV: PRUEBAS

-ARTÍCULO 87.CLASIFICACIÓN

Las pruebas se clasifican en dos grupos

- Pruebas en fábrica y control de fabricación.
- Pruebas en obra.

-ARTÍCULO 88. PRUEBAS EN 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.

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, concentricidad, 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 desechado, 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:

$$\boxed{m + 2S}$$

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 efectuarán 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 desechando 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, colocado en la tapa de un extremo un manómetro contrastado, un purgador de aire y una llave de llenado que estará conectada a una fuente de presión hidráulica.

Se llenará el tubo de agua y después de purgar el aire interior se va elevando la presión hidráulica a razón de 1 kg/cm² cada minuto, hasta alcanzar la presión de Pn. 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 kg/cm². Y segundo, hasta llegar a una presión hidráulica interna de 4 Pn para la prueba de corta duración (60-70 segundos) de 2 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°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°C ± 2°C durante dos horas.

Se ensayan a tracción en una máquina provista de mordazas que puedan separarse a la velocidad constante de 6mm/min ± 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. La carga de rotura en kg/cm² se obtiene por la fórmula:

$$r = F/(b \cdot e)$$

En donde:

r = Carga de rotura en kg/cm²

F = Carga máxima alcanzada en kg/cm²

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:

$$E = (L/l) \cdot 100$$

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:

<u>dn</u>	<u>n° de líneas</u>
40	1
50-63	2
75-90	4
110-125	6
140-160-180	8
200-225-250	12
280-315-355	16
400=\leq	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 $0^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

<u>Diámetro exterior (mm)</u>	<u>Peso del ensayo (Kg)</u>	<u>Altura de caída (mm)</u>
25$>$	0,250	0,5
32	0,250	1
40	0,250	1
50	0,250	1
63	0,250	2
75	0,250	2
90	0,500	2
110	0,500	2
125=\leq	1,000	2

Temperatura de ensayo $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$

<u>Diámetro exterior (mm)</u>	<u>Peso del ensayo (kg)</u>	<u>Altura de caída (mm)</u>
16	0,500	2
20	0,750	2
25	1,000	2
32	1,250	2
40	1,375	2
50	1,500	2
63	1,750	2
75	2,000	2
90	2,250	2
110	2,275	2
125	2,750	2
140	3,250	2
160	3,750	2
180	3,750	2
200	4,000	2
225	5,000	2
250	5,750	2
280	6,250	2
315=<	7,500	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°C ± 2°C. Después de medir nuevamente la distancia entre las señales.

La variación de la distancia entre las marcas se obtiene por la siguiente fórmula:

$$T = (L/L_o) \cdot 100$$

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_o = 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 89.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 $3/4 P_n$. 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 $0,68 P_n$.

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^2 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:

$$P_n/2$$

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:

$$v=0,12 \cdot Li \cdot Di$$

Dónde:

v = Cantidad de agua inyectada (litros)

Li = Longitud del tramo i (m)

Di = 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 V: TOLERANCIAS

-ARTÍCULO 90: 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.

-ARTÍCULO 91.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.

-ARTÍCULO 92.TOLERANCIAS A LA LONGITUD NOMINAL

Será de ± 10 mm (en defecto o en exceso) para todas las longitudes cualesquiera que sean los diámetros.

-ARTÍCULO 93. 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 94. 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 ± 2 grados sexagesimales.

-ARTÍCULO 95. 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 96.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 VI: TRANSPORTE Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES

-ARTÍCULO 97. 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 98.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 99. 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, sombreros, 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 100.ZANJAS

Las zanjás 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 zanjás 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 101. 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 102. 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 $\frac{1}{3}$ 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 103. 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 zanjass 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 104.DRENAJE DE LAS 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 105. 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 106. 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:

<u>Disminución de temperatura prevista(°C)</u>	<u>Incremento de longitud a instalar sobre la media en línea recta (%)</u>
10	0,8
15	1,2
20	1,6
25	2,0
30	2,4
35	2,8
40	3,2
45	3,6
50	4,0

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 107.ANCLAJE DE PIEZAS 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/cm².

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 108. 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/cm². 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 $\pm 0,5\text{kg/cm}^2$. 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 109. CIERRE Y MACIZADO DE LAS ZANJAS

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descansa en toda longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar su flexión, e instaladas también todas las piezas especiales, se procederá a rellenar 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 enrase 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 110.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 V: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

EPÍGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

-ARTÍCULO 111. 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 112.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 113.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 114.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 115. 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 II: TRABAJO, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES.

-ARTÍCULO 116. 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 117. 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 118. 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 119. 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 trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata. 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 120. 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 121. 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 122. 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 III: RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN

-ARTÍCULO 123. 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 124. 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 125. 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 126. 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 127. 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 128.LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

EPÍGRAFE IV: FACULTADES DE LA DIRECCIÓN DE OBRAS

-ARTÍCULO 129.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 anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPÍTULO VI: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

EPÍGRAFE I: BASE FUNDAMENTAL

-ARTÍCULO 130.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 II: GARANTÍAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

-ARTICULO 131.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 132.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 133. 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 134.DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA

La fianza depositada será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del alcalde del distrito municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

EPÍGRAFE III: PRECIOS Y REVISIONES

-ARTÍCULO 135.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 136. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "condiciones generales o particulares de índole facultativa", sino en el caso de que el 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 137.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 138.ELEMENTOS COMPRENDIDOS EN EL PRESUPUESTO

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el estado, provincia o municipio.

Por esta razón no se abonará al contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente y en disposición de recibirse.

EPÍGRAFE IV: VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

-ARTÍCULO 139.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 140.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 141.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 142.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 143. 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 144.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 145.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 146.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 147. INDEMNIZACIÓN POR DAÑOS DE CAUSA MAYOR AL CONTRATISTA

El contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.

2.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.

3.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el contratista tomo las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

4.- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

5.- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

EPÍGRAFE V: VARIOS

-ARTÍCULO 148.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 149.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 VII: PLIEGO DE CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

-ARTÍCULO 150.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 151.ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los trabajadores 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 152.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 153.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.

En Huesca a 12 de noviembre de 2012

Fdo. Carmen Portero Balaguer

Ingeniera Agrónoma



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

TITULO

Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.

AUTOR: **CARMEN PORTERO BALAGUER**

ENSEÑANZA: **INGENIERÍA AGRÓNOMA**

DIRECTOR/ES: **JESÚS GUILLÉN TORRES**

FECHA: **NOVIEMBRE 2012.**

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

ÍNDICE

1. MEDICIONES
2. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS
3. DESCOMPUESTOS
4. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

MEDICIONES

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 INSTALACIÓN DE BOMBEO									
BOMB	UD BOMBAS DE IMPUSIÓN								
	BOMBAS CENTRIFUGAS DE EJE HORIZONTAL CON VÁLVULA RETENCIÓN, INCLUIDOS MOTORES DE 50, 60 Y 70 CV. CON CAPACIDAD DE ELEVAR HASTA 720 M3/HORA A ALTURA MANOMÉTRICA 50 MCA, CON UN RENDIMIENTO GLOBAL DEL 70%. EQUIPO PUESTO EN OBRA, TOTALMENTE INSTALADO Y PROBADO.								
							1,00	46.674,52	46.674,52
BRID300	UD BRIDAS DIN2576 PN10 Ø 300 mm								
	Brida diam. 300 DIN 2576 soldada a tubería y probada, incluso juntas y tornillería zincada.								
	BRIDAS COLECTORES	6				6,00			
							6,00	65,74	394,44
CRD300	UD CARRETE DESMONTAJE Ø 300 MM. PN 10								
	Carrete telescópico de desmontaje de diámetro 300 mm y PN 10, PP de piezas especiales en uniones. Colocado y probado.								
	BOMBAS	8				8,00			
							8,00	360,39	2.883,12
VM300	U VALVULA MARIPOSA DN 300mm PN 10, REDUCTOR.								
	VALVULA DE MARIPOSA CON MANDO REDUCTOR, MONTADA ENTRE BRIDAS, DE 300 MM DE DIAMETRO NOMINAL, DE 10 BAR DE PN, CON CUERPO DE FUNDICIÓN GRIS, EJE DE ACERO INOXIDABLE, LENTEJA DE ACERO INOXIDABLE Y ANILLO DE EPDM Y MONTADA EN ARQUETA DE CANALIZACION ENTERRADA CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN A LA TUBERÍA.								
	BATERIAS FILTROS ANILLAS	4				4,00			
	BOMBAS	8				8,00			
							12,00	377,63	4.531,56
COLEC	UD CALDERERIA COLECTOR FILTRAJE								
		1	35,00			35,00			
							35,00	135,59	4.745,65
VM	UD VALVULA COMPUERTA DN 300 PN 16								
	VALVULA DE COMPUERTA MANUAL EMBRIDADA, DE 300 MM DE DIAMETRO NOMINAL, PN 16M, DE FUNDICION DUCTIL SIN MANTENIMIENTO, CON CIERRE ELASTICO Y MONTADA EN COLECTOR DE LA ESTACION DE BOMBEO CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN A LA TUBERÍA.								
	ENTRADA BOMBAS	8				8,00			
							8,00	407,24	3.257,92
aut-f	UD PROGRAMADOR LIMPIEZA DE FILTROS								
	PROGRAMDOR LIMPIEZA DE FOLTROS CAPAZ DE CONTROLAR 16 ESTACIONES. INCLUYE PRESOSTATOS DIFERNCIALES Y PIEZAS NECESARIAS.								
		1				1,00			
							1,00	804,72	804,72
AUT	UD PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 63 estaciones								
	U.d. de prgramdor capaz de controlar 60 estaciones, apertura y cierre de valvulas, arranque y parada de bomba. Colocado y probado.								
	progrmdadores riego por aspersion	2				2,00			
							2,00	4.933,65	9.867,30
DEPPE20000	UD DEPOSITO PE 20000 LITROS								
	DEPOSITO DE PE DE CAACIDAD 2000 LITROS. COLOCADO Y PROBADO								
							4,00	6.630,32	26.521,28

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
VMMOTOR	UD VALVULA DE MARIPOSA 500 MM PN16 VÁLVULA DE MARIPOSA DE 16 BAR DE PN, CON CUERPO DE FUNDICIÓN GRIS, EJE DE ACERO INOXIDABLE, LENTEJA DE ACERO INOXIDABLE Y ANILLO DE EPDM. MONTADOS EN INSTALACIÓN DE BOMBEO CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN AL CONJUNTO. COLOCADA Y PROBADA.								
							2,00	2.607,97	5.215,94
FILTRO	UD BATERIA FILTRO ANILLAS 12"- 6 ELEMENTOS BATERIAS DE FILTROS DE ANILLAS DE 12" COMPUESTO POR 6 ELEMNTOS FILTRAN- TES, DISPOSICION VERTICAL, CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTER. INCLUYE PIE- ZAS ESPECIALES PARA SU COLOCACION. COLOCADO Y PROBADO.								
	FILTRADO AGUA BOMBEO	2				2,00			
							2,00	4.761,12	9.522,24
TOTAL CAPÍTULO 1 INSTALACIÓN DE BOMBEO.....									114.418,69

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL ESTACION DE BOMBEO									
D02HF001	M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.								
	ZAPATAS	15	3,00	2,00	1,00	90,00			
	RIOSTRAS	8	4,00	0,50	1,00	16,00			
		6	2,50	0,50	1,00	7,50			
							113,50	6,06	687,81
D02VK450	M3 TRANSP. INT. TIERRAS <1KM.CARG.MEC. M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.								
							15,35	2,12	32,54
D04IA453	M3 HORM. HA-25/B/20/ IIa CIM.V.BOMBA M3. Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 Kgs/m3.), vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según EHE.								
	ZAPATAS	15	3,00	2,00	0,80	72,00			
	RIOSTRAS	8	4,00	0,30	0,30	2,88			
		6	2,50	0,30	0,30	1,35			
	MURO	8	4,00	0,20	2,00	12,80			
		6	2,50	0,20	2,00	6,00			
	ZUNCHO	1	78,00	0,20	0,20	3,12			
							98,15	120,63	11.839,83
D07AA201	M2 FAB.BLOQ.HOR.GRIS 40x20x20 cm M2. Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm2 y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, i/p.p. de piezas especiales, roturas, aplomados, nivelados y limpieza todo ello según NTE-FFB-6.								
		8	6,00	4,50		216,00			
		6	5,00	4,50		135,00			
							351,00	25,37	8.904,87
D13DD020	M2 ENFOSCADO BUENA VIS.1/3 VER. M2. Enfoscado sin maestrear, de 20 mm. de espesor, en superficies verticales con mortero de cemento 1/3 sin ninguna terminación posterior, i/p.p. de medios auxiliares con empleo, en su caso, de andamiaje, así como distribución de material en tajo y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPE-5.								
		8	6,00	4,50		216,00			
		6	5,00	4,50		135,00			
							351,00	7,19	2.523,69
D34AA006	Ud EXTIN.POL. ABC6Kg.EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AE-NOR.								
							4,00	49,55	198,20
D23AE001	M2 PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO M2. Puerta abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.								
	PUERTA	2	6,00		6,00	72,00			
							72,00	65,99	4.751,28
D05AA001	Kg ACERO A-42b EN ESTRUCTURAS KG. Acero laminado A-42b, en perfiles para vigas, pilares y correas, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según NTE-EAS/EAV y NBE/EA-95.								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CORREAS CF-180X2.5	64	6,00		6,35	2.438,40			
	PILARES IPE-360	6	6,50		57,10	2.226,90			
	DINTELES	6	10,14		57,10	3.473,96			
	VIGA CARRIL	8	6,00		60,70	2.913,60			
							11.052,86	0,93	10.279,16
D35AA001	M2 PINTURA AL TEMPLE LISO BLANCO								
	M2. Pintura al temple liso blanco en paramentos verticales y horizontales dos manos, i/lijado, emplastecido y acabado.								
							351,00	1,45	508,95
D28AO005	Ud EMERG.47LM/9M2 DAISALUX N1S								
	Ud. Aparato de emergencia fluoescnte de superficie de 47 lm. modelo DAISALUX serie NOVA N1S, superficie máxima que cubre 9m2 (con nivel 5 lux.), grado de protección IP443, con base anti-choque y difusor de metacrilato, señalización permanente (aparato en tensión), con autonomía superior a 1 hora con baterías herméticas recargables, alimentación a 220v. construidos según norma UNE 20-392-93 y EN 60 598-2-22, dimensiones 330x95x67mm., y/lámpara fluoescnte FL.6W, base de enchufe, etiqueta de señalización replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.								
							2,00	40,57	81,14
D28AA020	Ud REGLETA DE SUPERFICIE 2x36W.								
	Ud. Regleta de superficie de 2x36 W SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado Epoxi poliester en horno, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, i/lámparas fluoescntes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.								
							10,00	30,09	300,90
CUBTZ32	M2 CUB. CHAPA PREL. 0,6 mm TZ-32								
	M2. Cubierta completa realizada con chapa prelacada de acero de 0.6 mm. de espesor con perfil laminado tipo TZ-32 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras y limas, apertura y rematado de huecos y p.p. de costes indirectos, según NTE/QTG-7.								
	CUBIERTA	1	24,00	20,00		480,00			
							480,00	14,45	6.936,00
VENTHORP	Ud VENTANAL HORMIGÓN PREFABRICADO 1.50X1M								
							8,00	137,38	1.099,04
D04PM208	M2 SOLERA HA-25 #150*150*8 20 CM								
	M2. Solera de 20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*8 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.								
		1	24,00	20,00	0,20	96,00			
							96,00	23,48	2.254,08
	TOTAL CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL ESTACION DE BOMBEO.....								50.397,49

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 OBRA CIVIL EN LA RED DE TUBERIAS:ANCLAJES Y ARQUETAS.									
ANCL1	M3 HORMIGÓN HM-20/P/20/IIA EN ANCLAJES DE TUBERÍAS								
	HORMIGÓN HM-20/P/20/I, DE CONSISTENCIA PLÁSTICA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO 20 MM, VERTIDO DESDE CAMIÓN EN ANCLAJES DE TUBERÍAS, INCLUSO EN-COFRADO Y DESENCOFRADO.								
	Derivación en T	5		0,34		1,70			
	Codo a 45°	7		0,22		1,54			
	Codo a 90°	5		0,31		1,55			
	Tapones finales	19		0,34		6,46			
							11,25	71,08	799,65
ARQHID02	UD ARQUETA PREFABRICADA 3" Y 4"								
	Arqueta para hidrante de 3" y 4" prefabricada de hormigon armado de dimensiones interiores 2,00m * 1,20 m * 0,8 m y 0,08 m. de espesor, cerrada con tapa de chapa lagrimada de 2 mm de espesor soportada por perfiles huecos #40.2 formando cuadros de 50 cm de lado, para una resistencia de 200 Kg/m2, colocada, incluso pintura epox y poliester de 250 micras provistas de varilla pasante y candado.								
	HIDRANTES DE 3"	5				5,00			
							5,00	290,18	1.450,90
ARQHID01	UD ARQUETA PREFABRICADA TOMA 8"								
	Arqueta para hidrante de 8" prefabricada de hormigon armado de dimensiones interiores 2,00m * 1,60 m * 1 m y 0,1 m. de espesor, cerrada con tapa de chapa lagrimada de 2 mm de espesor soportada por perfiles huecos #40.2 formando cuadros de 50 cm de lado, para una resistencia de 200 Kg/m2, colocada, incluso pintura epox y poliester de 250 micras provistas de varilla pasante y candado.								
	HIDRANTES	4				4,00			
							4,00	416,82	1.667,28
	TOTAL CAPÍTULO 3 OBRA CIVIL EN LA RED DE TUBERIAS:ANCLAJES Y ARQUETAS.....								3.917,83

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 4 ASPERSORES, VALVULERÍA, VENTOSAS Y OTROS ACCESORIOS									
VALESF	UD VALVULA ESFERA METALICA 3/4"								
	VALVULA DE ESFERA METALICA NIQUELADA, DE PASO 3/4", PN 16, PARA LA CONE- XION DE LOS DOS TROZOS DE PORTA-ASPELOR. COLOCADA.						1.000,00	3,70	3.700,00
VHID.1	UD VALVULA HIDRAULICA 6"								
	VALVULA HIDRAULICA DE 6" DE DIAMETRO, CON ELECTORVALVULA Y SOLENOIDE, CUERPO DE HIERRO FUNDIDO RECUBIERTO DE POLIESTER, MUELLE DE ACERO INOXIDABLE Y DIAFRAGMA DE CAUCHO NATURAL, TUBOS DE MANDO DE PE. CO- LOCADA TARADA Y PROBADA.								
	COBERTURA 1	12				12,00			
	COBERTURA 2	10				10,00			
	COBERTURA 4	9				9,00			
	COBERTURA 6	12				12,00			
	COBERTURA 7	7				7,00			
							50,00	679,85	33.992,50
VHID	UD VALVULA HIDRAULICA 4"								
	VALVULA HIDRAULICA DE 3" DE DIAMETRO, CON ELECTROVALVULA Y SOLENOIDE, CON CUERPO DE HIERRO FUNDIDO RECUBIERTO DE POLIESTER,MUELLE DE ACE- RO INOXIDABLE Y DIAFRAGMA DE CAUCHO NATURAL. COLOCADA, TARADA Y PRO- BADA.								
	COBERTURA 3	7				7,00			
	COBERTURA 5	6				6,00			
							13,00	652,56	8.483,28
TOMA-7	UD TOMAS PARCELA 67 L/S Y 88 L/S								
							4,00	1.859,92	7.439,68
TOMA-6	UD TOMA PARCELA 38 L/s								
							1,00	1.859,92	1.859,92
TOMA-4	UD TOMA PARCELA 25 L/s								
	TOMA PARA PARCELA PARA UN CAUDAL MAXIMO DE 12 LITROS POR SEGUNDO. IN- CLUYE VÁLVULA HIDRAULICA, CARRETE DE LONGITUD VARIABLE PARA LA CONE- XION, ASI COMO VALVULA DE MARIPOSA.								
	COBERTURA 1	1				1,00			
	COBERTURA 2	1				1,00			
	COBERTURA 4 Y 7	1				1,00			
	COBERTURA 6	1				1,00			
							4,00	849,05	3.396,20
TOMA-3	UD TOMAS PARCELA 10 L/s Y 15 L/S								
	TOMA PARA PARCELA PARA UN CAUDAL MAXIMO DE 12 LITROS POR SEGUNDO. IN- CLUYE VÁLVULA HIDRAULICA, CARRETE DE LONGITUD VARIABLE PARA LA CONE- XION, ASI COMO VALVULA DE MARIPOSA.								
	COBERTURAS 3 Y 5	1				1,00			
							1,00	1.003,99	1.003,99
PIVOT	UD PIVOT 8"								
	Unidad de pivot de centro fijo de 8" COMPUESTO DE:TRAMO DE PIVOT DE ACERO GALVA- NIZADO DE 8" DE 50 METROS DE LONGITUD. INCLUYE LOS ASPERSORES, MECA- NISMOS DE CONTROL DE ALINEADO DE RUEDAS DE ALTA FLOTACION CON CAR- CASA COMPLETA. MONTADO Y PROBADO Y UNIDAD DE CENTRO PIVOT INCLU- YENDO ESTRUCTURA GALVANIZADA, CONTROL COMPLETO (PANEL PRINCIPAL, PA- RADA POR BAJA PRESION, DISPOSITIVOS DE MEMORIA Y SEGURIDAD, TEMPORI- ZADOR D PORCENTAJE, CUENTA HORAS Y PARARRAYOS) Y ALUMBRADO DE LA ÚLTIMA TORRE. MONTADO Y PROBADO, ADEMAS INCLUIDO Alero de acero galvanizado para pivot de 8", con una longitud de 12 metros. Incluye los aspersores y el cañon final de tramo. Montado y probado.								
		1				1,00			

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
							1,00	169.744,37	169.744,37
APER	UD ASPERSOR								
	UNIDAD DE ASPERSOR CIRCULAR DE IMPACTO, FABRICADO EN LATON CON 2 BO- QUILLAS DEL DIAMETRO QUE CORRESPONDA, CON ROSCA MACHO DE 3/4" DE DIAMETRO, Y LOS MEDIOS AUXILIARES QUE SEAN NECESARIOS PARA SU COLO- CACION Y PRUEBAS INCLUIDA Unidad de caña portaaspersor de 3/4" de diámetro y hasta 3 m de longitud total, partida en 2 tramos de 2 y 1 metro respectivamente, con rosca macho en sus ex- tremos. Fabricada según norma DIN 2440, incluidos los medios auxiliares que sean necesarios para su colocación y pruebas.								
	ASPERSORES	2428				2.428,00			
							2.428,00	38,16	92.652,48
	TOTAL CAPÍTULO 4 ASPERSORES, VALVULERÍA, VENTOSAS Y OTROS ACCESORIOS								322.272,42

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 5 MOVIMIENTO DE TIERRAS RED DE TUBERIAS									
MVTEX01	M3 EXCAVACION EN ZANJAS PARA TUBERIAS EN CUALQUIER TERRENO EXCAVACION EN ZANJA PARA TUBERIAS EN CUALQUIER CLASE DE TERRENO CON SEPARACION DE LOS 25 CM. SUPERIORES DE TIERRA VEGETAL, EXCEPTO ROCA, CON MEDIOS MECANICOS, INCLUSO AGOTAMIENTO. TERCIARIAS, SECUNDARIAS Y PRIMARIAS	1	17.584,02			17.584,02			
							17.584,02	0,93	16.353,14
MVTRE01	M3 ASIENTO SELECCIONADO EN ZANJA CON MAT. Ø <2 mm. ASIENTO DE TUBERIAS A BASE DE ARENA <2MM, COLOCADO EN ZANJA INCLUSO RASANTEO. RED DE TUBERIAS	1	1.658,15			1.658,15			
							1.658,15	8,81	14.608,30
MVTRE02	M3 RELLENO SELECCIONADO COMPACTADO EN ZANJA MAT.GRU. <5 mm. RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECCIONADO PROCEDENTE DE EXCAVACION CON ELEMENTOS GRUESOS < 5 CM. , COMPACTADO AL 95 % PROCTOR NORMAL HASTA UNA ALTURA DE 30 CM SOBRE LA GENERATRIZ SUPERIOR DEL TUBO CON RETACADO EN COSTADOS. TOTAL	1	7.524,15			7.524,15			
							7.524,15	1,96	14.747,33
MVTRE03	M3 RELLENO EN ZANJA MAT. PROCEDENTE DE EXCAVACION TAPADO DE ZANJA CON TERRENO PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN, DEPOSITADA EN SU PARTE SUPERIOR LA TIERRA VEGETAL SEPARADA, INCLUSO EXTENDIDO DE TIERRAS SOBRANTES. TOTAL	1	8.140,00			8.140,00			
							8.140,00	0,37	3.011,80
E02ETT030	M3 TRANSP.VERTEDERO < 10 km. CARGA MECAMICA Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión vasculante cargado a máquina, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga. TOTAL	1	261,70			261,70			
							261,70	1,02	266,93
TOTAL CAPÍTULO 5 MOVIMIENTO DE TIERRAS RED DE TUBERIAS									48.987,50

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6 RED DE TUBERÍAS A PRESIÓN									
PE32	m. RAMAL PEBD D=32 PN 6 Ramal de PE de 32 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja mediante inycción con ripper , c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Colocada y probada.								
	LATERALES RIEGO POR ASPERSION	1	28.494,00			28.494,00			
							28.494,00	13,98	398.346,12
PVC50	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=50 Tubería de PVC de 50 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	TUBERIA	1	2.584,00			2.584,00			
							2.584,00	13,98	36.124,32
PVC63	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=63 Tubería de PVC de 63 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	TUBERIA	1	2.484,00			2.484,00			
							2.484,00	13,98	34.726,32
PVC75	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D= 75 Tubería de PVC de 75 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	TUBERIA	1	1.944,00			1.944,00			
							1.944,00	13,98	27.177,12
PVC90	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D= 90 Tubería de PVC de 90 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	TUBERIA	1	2.714,00			2.714,00			
							2.714,00	13,98	37.941,72
U07TO658	m. PVC ORIENT. JUN.ELÁST.PN 10 D=400 Tubería de PVC orientado de 400 mm de diámetro nominal unión por junta elástica para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 centímetros de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada S/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada								
							1.509,00	40,28	60.782,52
U07TO650	m. PVC ORIENT. JUN.ELÁST.PN 10 D=315 Tubería de PVC orientado de 315 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	tubería total	1	952,00			952,00			
							952,00	30,61	29.140,72

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
U07TV260	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 10 D=180 Tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.								
	TUBERIA TOTAL	1	1.559,00			1.559,00			
							1.559,00	21,39	33.347,01
PVC110	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=110 Tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	tuberia	1	2.741,00			2.741,00			
							2.741,00	15,81	43.335,21
U07TV160	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=160 Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	TUBERIAS RED TOTAL	1	792,91			792,91			
							792,91	18,30	14.510,25
U07TV125	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=125 Tubería de PVC de 125 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	RED TOTAL	1	2.221,00			2.221,00			
							2.221,00	9,40	20.877,40
U07TV140	m. CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=140 Tubería de PVC de 140 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.								
	RED TOTAL	1	1.301,00			1.301,00			
							1.301,00	10,08	13.114,08
	TOTAL CAPÍTULO 6 RED DE TUBERÍAS A PRESIÓN.....								749.422,79
	TOTAL.....								1.289.416,72

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 1 INSTALACIÓN DE BOMBEO			
BOMB	UD	BOMBAS DE IMPUSIÓN	46.674,52
		BOMBAS CENTRIFUGAS DE EJE HORIZONTAL CON VÁLVULA RETENCIÓN, INCLUIDOS MOTORES DE 50, 60 Y 70 CV. CON CAPACIDAD DE ELEVAR HASTA 720 M3/HORA A ALTURA MANOMÉTRICA 50 MCA, CON UN RENDIMIENTO GLOBAL DEL 70% . EQUIPO PUESTO EN OBRA, TOTALMENTE INSTALADO Y PROBADO.	
		CUARENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
BRID300	UD	BRIDAS DIN2576 PN10 Ø 300 mm	65,74
		Brida diam. 300 DIN 2576 soldada a tubería y probada, incluso juntas y tornillería zincada.	
		SESENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
CRD300	UD	CARRETE DESMONTAJE Ø 300 MM. PN 10	360,39
		Carrete telescópico de desmontaje de diámetro 300 mm y PN 10, PP de piezas especiales en uniones. Colocado y probado.	
		TRESCIENTOS SESENTA EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
VM300	U	VALVULA MARIPOSA DN 300mm PN 10, REDUCTOR.	377,63
		VALVULA DE MARIPOSA CON MANDO REDUCTOR, MONTADA ENTRE BRIDAS, DE 300 MM DE DIAMETRO NOMINAL, DE 10 BAR DE PN, CON CUERPO DE FUNDICIÓN GRIS, EJE DE ACERO INOXIDABLE, LENTEJA DE ACERO INOXIDABLE Y ANILLO DE EPDM Y MONTADA EN ARQUETA DE CANALIZACION ENTERRADA CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN A LA TUBERÍA.	
		TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
COLEC	UD	CALDERERIA COLECTOR FILTRAJE	135,59
		CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
VM	UD	VALVULA COMPUERTA DN 300 PN 16	407,24
		VALVULA DE COMPUERTA MANUAL EMBRIDADA, DE 300 MM DE DIAMETRO NOMINAL, PN 16M, DE FUNDICION DUCTIL SIN MANTENIMIENTO, CON CIERRE ELASTICO Y MONTADA EN COLECTOR DE LA ESTACION DE BOMBEO CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN A LA TUBERÍA.	
		CUATROCIENTOS SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
aut-f	UD	PROGRAMADOR LIMPIEZA DE FILTROS	804,72
		PROGRAMDOR LIMPIEZA DE FOLTROS CAPAZ DE CONTROLAR 16 ESTACIONES. INCLUYE PRESOSTATOS DIFERNCIALES Y PIEZAS NECESARIAS.	
		OCHOCIENTOS CUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
AUT	UD	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 63 estaciones	4.933,65
		Ud. de prgramdor capaz de controlar 60 estaciones, apertura y cierre de valvulas, arranque y parada de bomba. Colocado y probado.	
		CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
DEPPE20000	UD	DEPOSITO PE 20000 LITROS	6.630,32
		DEPOSITO DE PE DE CAACIDAD 2000 LITROS. COLOCADO Y PROBADO	
		SEIS MIL SEISCIENTOS TREINTA EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
VMMOTOR	UD	VALVULA DE MARIPOSA 500 MM PN16	2.607,97
		VÁLVULA DE MARIPOSA DE 16 BAR DE PN, CON CUERPO DE FUNDICIÓN GRIS, EJE DE ACERO INOXIDABLE, LENTEJA DE ACERO INOXIDABLE Y ANILLO DE EPDM. MONTADOS EN INSTALACIÓN DE BOMBEO CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN AL CONJUNTO. COLOCADA Y PROBADA.	
		DOS MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
FILTRO	UD	BATERIA FILTRO ANILLAS 12"- 6 ELEMENTOS BATERIAS DE FILTROS DE ANILLAS DE 12" COMPUESTO POR 6 ELEMNTOS FIL- TRANTES, DISPOSICION VERTICAL, CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTER. IN- CLUYE PIEZAS ESPECIALES PARA SU COLOCACION. COLOCADO Y PROBADO.	4.761,12
		CUATRO MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL ESTACION DE BOMBEO			
D02HF001	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.	6,06
		SEIS EUROS con SEIS CÉNTIMOS	
D02VK450	M3	TRANSP. INT. TIERRAS <1KM.CARG.MEC. M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.	2,12
		DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
D04IA453	M3	HORM. HA-25/B/20/ IIa CIM.V.BOMBA M3. Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 Kgs/m3.), vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según EHE.	120,63
		CIENTO VEINTE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
D07AA201	M2	FAB.BLOQ.HOR.GRIS 40x20x20 cm M2. Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm2 y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, i/p.p. de piezas especiales, roturas, aplomados, nivela-dos y limpieza todo ello según NTE-FFB-6.	25,37
		VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D13DD020	M2	ENFOSCADO BUENA VIS.1/3 VER. M2. Enfoscado sin maestrear, de 20 mm. de espesor, en superficies verticales con mortero de cemento 1/3 sin ninguna terminación posterior, i/p.p. de medios auxiliares con empleo, en su caso, de andamiaje, así como distribución de material en tajo y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPE-5.	7,19
		SIETE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS	
D34AA006	Ud	EXTIN.POL. ABC6Kg.EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certifi-cado por AENOR.	49,55
		CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
D23AE001	M2	PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO M2. Puerta abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.	65,99
		SESENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
D05AA001	Kg	ACERO A-42b EN ESTRUCTURAS KG. Acero laminado A-42b, en perfiles para vigas, pilares y correas, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de mi-nio de plomo totalmente montado, según NTE-EAS/EAV y NBE/EA-95.	0,93
		CERO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
D35AA001	M2	PINTURA AL TEMPLE LISO BLANCO M2. Pintura al temple liso blanco en paramentos verticales y horizontales dos manos, i/lijado, emplastecido y acabado.	1,45
		UN EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
D28AO005	Ud	EMERG.47LM/9M2 DAISALUX N1S Ud. Aparato de emergencia fluorescente de superficie de 47 lm. modelo DAISALUX serie NO-VA N1S, superficie máxima que cubre 9m2 (con nivel 5 lux.), grado de protección IP443, con base antichoque y difusor de metacrilato, señalización permanente (aparato en tensión), con auto-nomía superior a 1 hora con baterías herméticas recargables, alimentación a 220v. construidos según norma UNE 20-392-93 y EN 60 598-2-22, dimensiones 330x95x67mm., y/lámpara fluo-rescente FL.6W, base de enchufe, etiqueta de señalización replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.	40,57
		CUARENTA EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
D28AA020	Ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x36W. Ud. Regleta de superficie de 2x36 W SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado Epoxi poliester en horno, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, i/lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.	30,09
		TREINTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS	
CUBTZ32	M2	CUB. CHAPA PREL. 0,6 mm TZ-32 M2. Cubierta completa realizada con chapa prelacada de acero de 0.6 mm. de espesor con perfil laminado tipo TZ-32 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras y limas, apertura y rematado de huecos y p.p. de costes indirectos, según NTE/QTG-7.	14,45
		CATORCE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
VENTHORP	Ud	VENTANAL HORMIGÓN PREFABRICADO 1.50X1M	137,38
		CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	
D04PM208	M2	SOLERA HA-25 #150*150*8 20 CM M2. Solera de 20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ia N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*8 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.	23,48
		VEINTITRES EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 3 OBRA CIVIL EN LA RED DE TUBERÍAS: ANCLAJES Y ARQUETAS.			
ANCL1	M3	HORMIGÓN HM-20/P/20/IIA EN ANCLAJES DE TUBERÍAS HORMIGÓN HM-20/P/20/I, DE CONSISTENCIA PLÁSTICA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO 20 MM, VERTIDO DESDE CAMIÓN EN ANCLAJES DE TUBERÍAS, INCLUSO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.	71,08
		SETENTA Y UN EUROS con OCHO CÉNTIMOS	
ARQHID02	UD	ARQUETA PREFABRICADA 3" Y 4" Arqueta para hidrante de 3" y 4" prefabricada de hormigon armado de dimensiones interiores 2,00m * 1,20 m * 0,8 m y 0,08 m. de espesor, cerrada con tapa de chapa lagrimada de 2 mm de espesor soportada por perfiles huecos #40.2 formando cuadros de 50 cm de lado, para una resistencia de 200 Kg/m2, colocada, incluso pintura epoxy poliester de 250 micras provistas de varilla pasante y candado.	290,18
		DOSCIENTOS NOVENTA EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	
ARQHID01	UD	ARQUETA PREFABRICADA TOMA 8" Arqueta para hidrante de 8" prefabricada de hormigon armado de dimensiones interiores 2,00m * 1,60 m * 1 m y 0,1 m. de espesor, cerrada con tapa de chapa lagrimada de 2 mm de espesor soportada por perfiles huecos #40.2 formando cuadros de 50 cm de lado, para una resistencia de 200 Kg/m2, colocada, incluso pintura epoxy poliester de 250 micras provistas de varilla pasante y candado.	416,82
		CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 4 ASPERSORES, VALVULERÍA, VENTOSAS Y OTROS ACCESORIOS			
VALESF	UD	VALVULA ESFERA METALICA 3/4"	3,70
		VALVULA DE ESFERA METALICA NIQUELADA, DE PASO 3/4", PN 16, PARA LA CO- NEXION DE LOS DOS TROZOS DE PORTA-ASPERSOR. COLOCADA.	
		TRES EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	
VHID.1	UD	VALVULA HIDRAULICA 6"	679,85
		VALVULA HIDRAULICA DE 6" DE DIAMETRO, CON ELECTORVALVULA Y SOLENOI- DE, CUERPO DE HIERRO FUNDIDO RECUBIERTO DE POLIESTER, MUELLE DE ACERO INOXIDABLE Y DIAFRAGMA DE CAUCHO NATURAL, TUBOS DE MANDO DE PE. COLOCADA TARADA Y PROBADA.	
		SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
VHID	UD	VALVULA HIDRAULICA 4"	652,56
		VALVULA HIDRAULICA DE 3" DE DIAMETRO, CON ELECTROVALVULA Y SOLENOI- DE, CON CUERPO DE HIERRO FUNDIDO RECUBIERTO DE POLIESTER,MUELLE DE ACERO INOXIDABLE Y DIAFRAGMA DE CAUCHO NATURAL. COLOCADA, TA- RADA Y PROBADA.	
		SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
TOMA-7	UD	TOMAS PARCELA 67 L/S Y 88 L/S	1.859,92
		MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	
TOMA-6	UD	TOMA PARCELA 38 L/s	1.859,92
		MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	
TOMA-4	UD	TOMA PARCELA 25 L/s	849,05
		TOMA PARA PARCELA PARA UN CAUDAL MAXIMO DE 12 LITROS POR SEGUNDO. INCLUYE VÁLVULA HIDRAULICA, CARRETE DE LONGITUD VARIABLE PARA LA CONEXION, ASI COMO VALVULA DE MARIPOSA.	
		OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS	
TOMA-3	UD	TOMAS PARCELA 10 L/s Y 15 L/S	1.003,99
		TOMA PARA PARCELA PARA UN CAUDAL MAXIMO DE 12 LITROS POR SEGUNDO. INCLUYE VÁLVULA HIDRAULICA, CARRETE DE LONGITUD VARIABLE PARA LA CONEXION, ASI COMO VALVULA DE MARIPOSA.	
		MIL TRES EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
PIVOT	UD	PIVOT 8"	169.744,37
		Unidad de pivot de centro fijo de 8" COMPUESTO DE:TRAMO DE PIVOT DE ACERO GALVANIZADO DE 8" DE 50 METROS DE LONGITUD. INCLUYE LOS ASPERSORES, MECANISMOS DE CONTROL DE ALINEADO DE RUEDAS DE ALTA FLOTACION CON CARCASA COMPLETA. MONTADO Y PROBADO Y UNIDAD DE CENTRO PI- VOT INCLUYENDO ESTRUCTURA GALVANIZADA, CONTROL COMPLETO (PANEL PRINCIPAL, PARADA POR BAJA PRESION, DISPOSITIVOS DE MEMORIA Y SEGU- RIDAD, TEMPORIZADOR D PORCENTAJE, CUENTA HORAS Y PARARRAYOS) Y ALUMBRADO DE LA ÚLTIMA TORRE. MONTADO Y PROBADO, ADEMÁS INCLUIDO Alero de acero galvanizado para pivot de 8", con una longitud de 12 metros. Incluye los asperso- res y el cañon final de tramo. Montado y probado.	
		CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
APER	UD	ASERSOR	38,16
		UNIDAD DE ASPERSOR CIRCULAR DE IMPACTO, FABRICADO EN LATON CON 2 BOQUILLAS DEL DIAMETRO QUE CORRESPONDA, CON ROSCA MACHO DE 3/4" DE DIAMETRO, Y LOS MEDIOS AUXILIARES QUE SEAN NECESARIOS PARA SU COLOCACION Y PRUEBAS INCLUIDA Unidad de caña portaaspersor de 3/4" de diámetro y hasta 3 m de longitud total, partida en 2 tramos de 2 y 1 metro respectivamente, con rosca ma- cho en sus extremos. Fabricada según norma DIN 2440, incluidos los medios auxiliares que se- an necesarios para su colocación y pruebas.	
		TREINTA Y OCHO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 5 MOVIMIENTO DE TIERRAS RED DE TUBERIAS			
MVTEX01	M3	EXCAVACION EN ZANJAS PARA TUBERIAS EN CUALQUIER TERRENO EXCAVACION EN ZANJA PARA TUBERIAS EN CUALQUIER CLASE DE TERRENO CON SEPARACION DE LOS 25 CM. SUPERIORES DE TIERRA VEGETAL, EXCEPTO ROCA, CON MEDIOS MECANICOS, INCLUSO AGOTAMIENTO.	0,93
		CERO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
MVTRE01	M3	ASIENTO SELECCIONADO EN ZANJA CON MAT. Ø <2 mm. ASIENTO DE TUBERIAS A BASE DE ARENA <2MM, COLOCADO EN ZANJA IN- CLUSO RASANTEO.	8,81
		OCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS	
MVTRE02	M3	RELLENO SELECCIONADO COMPACTADO EN ZANJA MAT.GRU. <5 mm. RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECCIONADO PROCEDENTE DE EXCA- VACION CON ELEMENTOS GRUESOS < 5 CM. , COMPACTADO AL 95 % PROC- TOR NORMAL HASTA UNA ALTURA DE 30 CM SOBRE LA GENERATRIZ SUPERIOR DEL TUBO CON RETACADO EN COSTADOS.	1,96
		UN EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
MVTRE03	M3	RELLENO EN ZANJA MAT. PROCEDENTE DE EXCAVACION TAPADO DE ZANJA CON TERRENO PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN, DEPOSI- TADA EN SU PARTE SUPERIOR LA TIERRA VEGETAL SEPARADA, INCLUSO EX- TENDIDO DE TIERRAS SOBRANTES.	0,37
		CERO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E02ETT030	M3	TRANSP.VERTEDERO < 10 km. CARGA MECAMICA Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión vasculante cargado a máquina, y con p.p. de medios auxiliares, considerando tam- bién la carga.	1,02
		UN EUROS con DOS CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 6 RED DE TUBERÍAS A PRESIÓN			
PE32	m.	RAMAL PEBD D=32 PN 6 Ramal de PE de 32 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja mediante inyección con ripper, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Colocada y probada.	13,98
TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
PVC50	m.	CONDOC. PVC ENCOLADO PN 6 D=50 Tubería de PVC de 50 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	13,98
TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
PVC63	m.	CONDOC. PVC ENCOLADO PN 6 D=63 Tubería de PVC de 63 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	13,98
TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
PVC75	m.	CONDOC. PVC ENCOLADO PN 6 D= 75 Tubería de PVC de 75 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	13,98
TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
PVC90	m.	CONDOC. PVC ENCOLADO PN 6 D= 90 Tubería de PVC de 90 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	13,98
TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
U07TO658	m.	PVC ORIENT. JUN.ELÁST.PN 10 D=400 Tubería de PVC orientado de 400 mm de diámetro nominal unión por junta elástica para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 centímetros de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada S/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada	40,28
CUARENTA EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS			
U07TO650	m.	PVC ORIENT. JUN.ELÁST.PN 10 D=315 Tubería de PVC orientado de 315 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	30,61
TREINTA EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS			
U07TV260	m.	CONDOC. PVC ENCOLADO PN 10 D=180 Tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.	21,39
VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
PVC110	m.	CONDOC. PVC ENCOLADO PN 6 D=110 Tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	15,81
QUINCE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
U07TV160	m.	CONDUC. PVC ENCOLADO PN 6 D=160 Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	18,30
		DIECIOCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
U07TV125	m.	CONDUC. PVC ENCOLADO PN 6 D=125 Tubería de PVC de 125 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	9,40
		NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
U07TV140	m.	CONDUC. PVC ENCOLADO PN 6 D=140 Tubería de PVC de 140 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.	10,08
		DIEZ EUROS con OCHO CÉNTIMOS	

DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 1 INSTALACIÓN DE BOMBEO

BOMB UD BOMBAS DE IMPUSIÓN

BOMBAS CENTRIFUGAS DE EJE HORIZONTAL CON VÁLVULA RETENCIÓN, INCLUIDOS MOTORES DE 50, 60 Y 70 CV. CON CAPACIDAD DE ELEVAR HASTA 720 M3/HORA A ALTURA MANOMÉTRICA 50 MCA, CON UN RENDIMIENTO GLOBAL DEL 70%. EQUIPO PUESTO EN OBRA, TOTALMENTE INSTALADO Y PROBADO.

MTBOMB	1,000 UD	ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS	44.172,00	44.172,00	
MO006	32,000 H	OFICIAL 1A MONTADOR	12,00	384,00	
MO010	32,000 H	AYUDANTE MONTADOR	11,00	352,00	
C200F000	32,000 H	MAQUINA TALADRADORA	2,79	89,28	
MQ013	32,000 H	CAMION GRUA	33,51	1.072,32	
MO019	32,000 H	OFICIAL 1A SOLDADOR	12,01	384,32	
CZ112000	18,000 H	GRUPO ELECTROGENO DE 20-30KVA	6,70	120,60	
C200P000	40,000 H	EQUIPO+ELEM.AUX.P/SOLDADURA ELECTRICA	2,50	100,00	

TOTAL PARTIDA..... 46.674,52

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

BRID300 UD BRIDAS DIN2576 PN10 Ø 300 mm

Brida diam. 300 DIN 2576 soldada a tubería y probada, incluso juntas y tornillería zincada.

M0012	0,010 UD	CUADRILLA	18,56	0,19	
MTBRI300	1,000 UD	BRIDAS DIN2576 PN10 Ø 300 mm	65,55	65,55	

TOTAL PARTIDA..... 65,74

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CRD300 UD CARRETE DESMONTAJE Ø 300 MM. PN 10

Carrete telescópico de desmontaje de diámetro 300 mm y PN 10, PP de piezas especiales en uniones. Colocado y probado.

MTCRD300	1,000 UD	CARRETE DESMONTAJE Ø 300 MM. PN 10	321,26	321,26	
MT%PPDEPE	5,000 %	PP PIEZAS ESPECIALES, UNIONES CALDERERIA	321,30	16,07	
M0012	1,000 UD	CUADRILLA	18,56	18,56	
MQ017	0,250 H	CAMION VOLQUETE GRUA	18,00	4,50	

TOTAL PARTIDA..... 360,39

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

VM300 U VALVULA MARIPOSA DN 300mm PN 10, REDUCTOR.

VALVULA DE MARIPOSA CON MANDO REDUCTOR, MONTADA ENTRE BRIDAS, DE 300 MM DE DIAMETRO NOMINAL, DE 10 BAR DE PN, CON CUERPO DE FUNDICIÓN GRIS, EJE DE ACERO INOXIDABLE, LENTEJA DE ACERO INOXIDABLE Y ANILLO DE EPDM Y MONTADA EN ARQUETA DE CANALIZACION ENTERRADA CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN A LA TUBERÍA.

MTVM300	1,000 UD	VALVULA MARIPOSA Ø 300 PN10	333,40	333,40	
M0012	1,000 UD	CUADRILLA	18,56	18,56	
MT%PPDEPE	5,000 %	PP PIEZAS ESPECIALES, UNIONES CALDERERIA	333,40	16,67	
MQ017	0,500 H	CAMION VOLQUETE GRUA	18,00	9,00	

TOTAL PARTIDA..... 377,63

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

COLEC UD CALDERERIA COLECTOR FILTRAJE

ACRH300	1,000 ML	TUBERIA ACERO HELICOSOLDADO DN 300	135,59	135,59	
---------	----------	------------------------------------	--------	--------	--

TOTAL PARTIDA..... 135,59

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
VM		UD	VALVULA COMPUERTA DN 300 PN 16 VALVULA DE COMPUERTA MANUAL EMBRIDADA, DE 300 MM DE DIAMETRO NOMINAL, PN 16M, DE FUNDICION DUCTIL SIN MANTENIMIENTO, CON CIERRE ELASTICO Y MONTADA EN COLECTOR DE LA ESTACION DE BOMBEO CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN A LA TUBERÍA.			
MTVCOM300	1,000	UD	VALVULA COMPUERTA MANUAL DE 300 mm PN16	379,68	379,68	
M0012	1,000	UD	CUADRILLA	18,56	18,56	
MQ017	0,500	H	CAMION VOLQUETE GRUA	18,00	9,00	
TOTAL PARTIDA.....						407,24

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SIETE EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

aut-f		UD	PROGRAMADOR LIMPIEZA DE FILTROS PROGRAMADOR LIMPIEZA DE FOLTROS CAPAZ DE CONTROLAR 16 ESTACIONES. INCLUYE PRESOSTATOS DIFERENCIALES Y PIEZAS NECESARIAS.			
PROG	1,000	UD	PROGRAMADOR LIMPIEZA FILTROS	403,88	403,88	
PRES	2,000	UD	PRESOSTATO DIFERENCIAL	107,88	215,76	
ELEC	4,000	UD	ELECTROVALVULAS	46,27	185,08	
TOTAL PARTIDA.....						804,72

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

AUT		UD	PROGRAMADOR ELECTRÓNICO 63 estaciones Ud. de prgramdor capaz de controlar 60 estaciones, apertura y cierre de valvulas, arranque y parada de bomba. Colocado y probado.			
prog	1,000	ud	Programador de riego	4.903,59	4.903,59	
U01FY630	2,000	Hr	Oficial primera electricista	15,03	30,06	
TOTAL PARTIDA.....						4.933,65

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

DEPPE20000		UD	DEPOSITO PE 20000 LITROS DEPOSITO DE PE DE CAACIDAD 2000 LITROS. COLOCADO Y PROBADO			
MTDEP-2000	1,000	UD	DEPOSITO PE 20000 LITROS	6.630,32	6.630,32	
TOTAL PARTIDA.....						6.630,32

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL SEISCIENTOS TREINTA EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

VMMOTOR		UD	VALVULA DE MARIPOSA 500 MM PN16 VÁLVULA DE MARIPOSA DE 16 BAR DE PN, CON CUERPO DE FUNDICIÓN GRIS, EJE DE ACERO INOXIDABLE, LENTEJA DE ACERO INOXIDABLE Y ANILLO DE EPDM. MONTADOS EN INSTALACIÓN DE BOMBEO CON PARTE PROPORCIONAL DE JUNTAS, TORNILLERÍA Y CALDERERÍA Y ACCESORIOS DE UNIÓN AL CONJUNTO. COLOCADA Y PROBADA.			
VMARIP500	1,000	UD	VALVULA DE MARIPOSA DN 500 PN16	1.849,20	1.849,20	
ACCION ELEC V	1,000	1	ACCIONADOR ELÉCTRICO PARA VALVULAS DE MARIPOSA 380 V 50 HZ	751,76	751,76	
A013M000	0,300	H	AYUDANTE MONTADOR	11,17	3,35	
A012M000	0,300	H	OFICIAL 1A MONTADOR	12,21	3,66	
TOTAL PARTIDA.....						2.607,97

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS SIETE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

FILTRO		UD	BATERIA FILTRO ANILLAS 12"- 6 ELEMENTOS BATERIAS DE FILTROS DE ANILLAS DE 12" COMPUESTO POR 6 ELEMNTOS FILTRANTES, DISPOSICION VERTICAL, CON RECUBRIMIENTO DE POLIESTER. INCLUYE PIEZAS ESPECIALES PARA SU COLOCACION. COLOCADO Y PROBADO.			
MTFILTANILL6	1,000	UD	BATERIA FILTRO ANILLAS 6 ELEMENTOS 12"	4.572,60	4.572,60	
U01FY105	5,000	Hr	Oficial 1º fontanero	13,20	66,00	
U01FY110	5,000	Hr	Ay udante fontanero	11,89	59,45	
C200F000	4,000	H	MAQUINA TALADRADORA	2,79	11,16	
MQ013	1,000	H	CAMION GRUA	33,51	33,51	
CZ112000	2,000	H	GRUPO ELECTROGENO DE 20-30KVA	6,70	13,40	
C200P000	2,000	H	EQUIPO+ELEM.AUX.P/SOLDADURA ELECTRICA	2,50	5,00	
TOTAL PARTIDA.....						4.761,12

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL SETECIENTOS SESENTA Y UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL ESTACION DE BOMBEO

D02HF001	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. FLOJO			
		M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.			
U01AA011	0,160 Hr	Peón ordinario	11,11	1,78	
A03CF005	0,088 Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMAT 117 CV	46,57	4,10	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	5,90	0,18	
TOTAL PARTIDA.....					6,06

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SEIS CÉNTIMOS

D02VK450	M3	TRANSP. INT. TIERRAS <1KM.CARG.MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.			
A03CA005	0,014 H	CARGADORA S/NEUMATICOS C=1.30 M3	44,71	0,63	
A03FB010	0,044 Hr	CAMION BASCULANTE 10 Tn	32,55	1,43	
%0300002	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	2,10	0,06	
TOTAL PARTIDA.....					2,12

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

D04IA453	M3	HORM. HA-25/B/20/ IIa CIM.V.BOMBA			
		M3. Hormigón armado HA-25/P/20/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostras, incluso armadura B-400 S (40 Kgs/m3.), vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según EHE.			
D04GA503	1,000 M3	HORM.HA-25/B/20/ IIa Cl.V.B.CENT	83,92	83,92	
D04AA001	40,000 Kg	ACERO CORRUGADO B 400-S	0,83	33,20	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	117,10	3,51	
TOTAL PARTIDA.....					120,63

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

D07AA201	M2	FAB.BLOQ.HOR.GRIS 40x20x20 cm			
		M2. Fábrica de bloques de hormigón color gris de medidas 40x20x20 cm., para terminación posterior, i/relleno de hormigón HM-20 N/mm2 y armadura en zona según normativa y recibido con mortero de cemento y arena de río 1/6, i/p.p. de piezas especiales, roturas, aplomados, niv elados y limpieza todo ello según NTE-FFB-6.			
U01FJ219	1,000 M2	Mano obra bloq.hormig. 20cm	15,93	15,93	
U10AA005	12,500 Ud	Bloque hormigón gris 40x20x20	0,33	4,13	
A01JF006	0,025 M3	MORTERO CEMENTO 1/6 M-40	61,79	1,54	
A02AA501	0,020 M3	HORMIGÓN H-200/20 elab. obra	72,41	1,45	
U06GD010	2,500 Kg	Acero corru.elabor.y colocado	0,63	1,58	
%0300002	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	24,60	0,74	
TOTAL PARTIDA.....					25,37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

D13DD020	M2	ENFOSCADO BUENA VIS.1/3 VER.			
		M2. Enfoscado sin maestrear, de 20 mm. de espesor, en superficies verticales con mortero de cemento 1/3 sin ninguna terminación posterior, i/p.p. de medios auxiliares con empleo, en su caso, de andamiaje, así como distribución de material en tajo y p.p. de costes indirectos, s/NTE/RPE-5.			
U01AA011	0,090 Hr	Peón ordinario	11,11	1,00	
U01FQ105	1,000 M2	Mano obra enfoscado vertical	4,51	4,51	
A01JF003	0,020 M3	MORTERO CEMENTO 1/3 M-160	73,73	1,47	
%0600003	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	7,00	0,21	
TOTAL PARTIDA.....					7,19

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

D34AA006	Ud	EXTIN.POL. ABC6Kg.EF 21A-113B			
		Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AENOR.			
U01AA011	0,100 Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U35AA006	1,000 Ud	Ex tintor polvo ABC 6 Kg.	47,00	47,00	
%0200001	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	48,10	1,44	
TOTAL PARTIDA.....					49,55

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D23AE001	M2	PUERTA ABATIBLE CHAPA PEGASO			
		M2. Puerta abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad.			
U01FX001	0,150 Hr	Oficial cerrajería	12,92	1,94	
U01FX003	0,150 Hr	Ayudante cerrajería	12,08	1,81	
U22AA101	1,000 M2	Puerta abatible chapa Pegaso	60,32	60,32	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	64,10	1,92	

TOTAL PARTIDA..... 65,99

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D05AA001	Kg	ACERO A-42b EN ESTRUCTURAS			
		KG. Acero laminado A-42b, en perfiles para vigas, pilares y correas, unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según NTE-EAS/EAV y NBE/EA-95.			
U01FG405	0,020 Hr	Montaje estruc.metal.	14,27	0,29	
U06JA001	1,000 Kg	Acero laminado A-42b	0,54	0,54	
U36IA010	0,010 Lt	Minio electrolítico	6,52	0,07	
%0300002	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	0,90	0,03	

TOTAL PARTIDA..... 0,93

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

D35AA001	M2	PINTURA AL TEMPLE LISO BLANCO			
		M2. Pintura al temple liso blanco en paramentos verticales y horizontales dos manos, lijado, emplastecido y acabado.			
U01FZ101	0,050 Hr	Oficial 1ª pintor	15,03	0,75	
U01FZ105	0,050 Hr	Ayudante pintor	10,82	0,54	
U36CE001	0,500 Kg	Pasta de temple liso blanco	0,23	0,12	
%0200001	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	1,40	0,04	

TOTAL PARTIDA..... 1,45

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

D28AO005	Ud	EMERG.47LM/9M2 DAISALUX N1S			
		Ud. Aparato de emergencia fluorescente de superficie de 47 lm. modelo DAISALUX serie NOVA N1S, superficie máxima que cubre 9m2 (con nivel 5 lux.), grado de protección IP443, con base antichoque y difusor de metacrilato, señalización permanente (aparato en tensión), con autonomía superior a 1 hora con baterías herméticas recargables, alimentación a 220v. construidos según norma UNE 20-392-93 y EN 60 598-2-22, dimensiones 330x95x67mm., y lámpara fluorescente FL.6W, base de enchufe, etiqueta de señalización replanteo, montaje, pequeño material y conexionado.			
U01AA007	0,250 Hr	Oficial primera	12,80	3,20	
U31AO005	1,000 Ud	Emerg.47LM DAISALUX N 1S	33,12	33,12	
U31AO050	1,000 Ud	Cjto. etiquetas y peg.material	3,07	3,07	
%0200001	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	39,40	1,18	

TOTAL PARTIDA..... 40,57

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D28AA020	Ud	REGLETA DE SUPERFICIE 2x36W.			
		Ud. Regleta de superficie de 2x36 W SYLVANIA con protección IP 20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm pintado Epoxi poliester en horno, anclaje chapa galvanizada con tornillos incorporados o sistema colgado, electrificación con: reactancia, regleta de conexión, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes trifosforo (alto rendimiento), replanteo, pequeño material y conexionado.			
U01AA007	0,200 Hr	Oficial primera	12,80	2,56	
U01AA009	0,200 Hr	Ayudante	11,78	2,36	
U31AA010	1,000 Ud	Conj.regleta 2x36 W SYLVANIA	18,03	18,03	
U31XG405	2,000 Ud	Lampara fluorescente TRIF.36W	3,13	6,26	
%0200001	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	29,20	0,88	

TOTAL PARTIDA..... 30,09

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CUBTZ32	M2	CUB. CHAPA PREL. 0,6 mm TZ-32			
		M2. Cubierta completa realizada con chapa prelacada de acero de 0.6 mm. de espesor con perfil laminado tipo TZ-32 de Aleralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras y limas, apertura y rematado de huecos y p.p. de costes indirectos, según NTE/QTG-7.			
U01FO340	1,000 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	3,34	3,34	
PERFTZ32	1,100 M2	Ch. prel. 0,6mm Aleralia TZ-32	7,63	8,39	
U12CZ015	3,000 Ud	Torn.autorrosc.corr.met y mad.	0,15	0,45	
U12NA530	0,200 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	3,71	0,74	
U12NA550	0,200 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	5,57	1,11	
%0400006	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	14,00	0,42	
TOTAL PARTIDA.....					14,45

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

VENTH0RP	Ud	VENTANAL HORMIGÓN PREFABRICADO 1.50X1M			
U01AA007	2,000 Hr	Oficial primera	12,80	25,60	
U01AA011	2,000 Hr	Peón ordinario	11,11	22,22	
VENT	0,350 Ud	Ventanal hormigón prefabricado	244,45	85,56	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	133,40	4,00	
TOTAL PARTIDA.....					137,38

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

D04PM208	M2	SOLERA HA-25 #150*150*8 20 CM			
		M2. Solera de 20 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/Ila N/mm2., tamaño máximo del árido 20 mm. elaborado en central, i/vertido, colocación y armado con mallazo electrosoldado #150*150*8 mm., incluso p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según EHE.			
U01AA007	0,220 Hr	Oficial primera	12,80	2,82	
U01AA011	0,220 Hr	Peón ordinario	11,11	2,44	
D04PH020	1,000 M2	MALLAZO ELECTROS. 15X15 D=8	3,76	3,76	
A02FA723	0,200 M3	HORM. HA-25/P/20/ Ila CENTRAL	68,88	13,78	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	22,80	0,68	
TOTAL PARTIDA.....					23,48

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 3 OBRA CIVIL EN LA RED DE TUBERÍAS:ANCLAJES Y ARQUETAS.

ANCL1	M3	HORMIGÓN HM-20/P/20/IIA EN ANCLAJES DE TUBERÍAS			
		HORMIGÓN HM-20/P/20/I, DE CONSISTENCIA PLÁSTICA Y TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO 20 MM, VERTIDO DESDE CAMIÓN EN ANCLAJES DE TUBERÍAS, INCLUSO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.			
G31511G1	1,000 M3	HORMIGÓN HM-20/P/20/I,CAMIÓN	57,08	57,08	
G31D1001	2,000 M2	ENCOFRADO PANEL METÁLICO A UNA CARA	7,00	14,00	
TOTAL PARTIDA.....					71,08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y UN EUROS con OCHO CÉNTIMOS

ARQHID02	UD	ARQUETA PREFABRICADA 3" Y 4"			
		Arqueta para hidrante de 3" y 4" prefabricada de hormigon armado de dimensiones interiores 2,00m * 1,20 m * 0,8 m y 0,08 m. de espesor, cerrada con tapa de chapa lagrimada de 2 mm de espesor soportada por perfiles huecos #40.2 formando cuadros de 50 cm de lado, para una resistencia de 200 Kg/m2, colocada, incluso pintura epoxy poliester de 250 micras provistas de varilla pasante y candado.			
MTPFAP01	1,000 UD	PERFIL METALICO APOYO CONJUNTO EN HIDRANTES	12,00	12,00	
MQ001	0,200 H	RETROEXCAVADORA MEDIANA	37,00	7,40	
MQ018	0,020 H	COMPACTADOR	35,00	0,70	
MTGRANCOM01	1,440 M3	MATERIAL GRANULADO COMPACTADO	8,00	11,52	
M0012	1,000 UD	CUADRILLA	18,56	18,56	
MTARQHID02	1,000 UD	ARQUETA CON TAPA SEGUN PLANO	240,00	240,00	
TOTAL PARTIDA.....					290,18

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

ARQHID01	UD	ARQUETA PREFABRICADA TOMA 8"			
		Arqueta para hidrante de 8" prefabricada de hormigon armado de dimensiones interiores 2,00m * 1,60 m * 1 m y 0,1 m. de espesor, cerrada con tapa de chapa lagrimada de 2 mm de espesor soportada por perfiles huecos #40.2 formando cuadros de 50 cm de lado, para una resistencia de 200 Kg/m2, colocada, incluso pintura epoxy poliester de 250 micras provistas de varilla pasante y candado.			
MTPFAP01	1,000 UD	PERFIL METALICO APOYO CONJUNTO EN HIDRANTES	12,00	12,00	
MQ001	0,200 H	RETROEXCAVADORA MEDIANA	37,00	7,40	
MQ018	0,020 H	COMPACTADOR	35,00	0,70	
MTGRANCOM01	2,145 M3	MATERIAL GRANULADO COMPACTADO	8,00	17,16	
M0012	1,000 UD	CUADRILLA	18,56	18,56	
MTARQHID01	1,000 UD	ARQUETA CON TAPA SEGUN PLANO	361,00	361,00	
TOTAL PARTIDA.....					416,82

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 4 ASPERSORES, VALVULERÍA, VENTOSAS Y OTROS ACCESORIOS

VALESF	UD	VALVULA ESFERA METALICA 3/4"			
		VALVULA DE ESFERA METALICA NIQUELADA, DE PASO 3/4", PN 16, PARA LA CONEXION DE LOS DOS TROZOS DE PORTA-ASPEXOR. COLOCADA.			
MTVESF	1,000 UD	VALVULA METALICA DE ESFERA 3/4"	3,70	3,70	
TOTAL PARTIDA.....					3,70

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

VHID.1	UD	VALVULA HIDRAULICA 6"			
		VALVULA HIDRAULICA DE 6" DE DIAMETRO, CON ELECTORVALVULA Y SOLENOIDE, CUERPO DE HIERRO FUNDIDO RECUBIERTO DE POLIESTER, MUELLE DE ACERO INOXIDABLE Y DIAFRAGMA DE CAUCHO NATURAL, TUBOS DE MANDO DE PE. COLOCADA TARADA Y PROBADA.			
M0012	1,000 UD	CUADRILLA	18,56	18,56	
MQ017	0,500 H	CAMION VOLQUETE GRUA	18,00	9,00	
MTVH6	1,000 UD	VALVULA HIDRAULICA 6"	652,29	652,29	
TOTAL PARTIDA.....					679,85

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

VHID	UD	VALVULA HIDRAULICA 4"			
		VALVULA HIDRAULICA DE 3" DE DIAMETRO, CON ELECTROVALVULA Y SOLENOIDE, CON CUERPO DE HIERRO FUNDIDO RECUBIERTO DE POLIESTER, MUELLE DE ACERO INOXIDABLE Y DIAFRAGMA DE CAUCHO NATURAL. COLOCADA, TARADA Y PROBADA.			
M0012	1,000 UD	CUADRILLA	18,56	18,56	
MQ017	0,500 H	CAMION VOLQUETE GRUA	18,00	9,00	
AAA	1,000 UD	VALVULA HIDRAULICA 4"	625,00	625,00	
TOTAL PARTIDA.....					652,56

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

TOMA-7	UD	TOMAS PARCELA 67 L/S Y 88 L/S			
VH8	1,000 UD	VALVULA HIDRAULICA 6"	1.175,00	1.175,00	
CRR8	1,000 UD	CARRETE DESMONTAJE	226,26	226,26	
GJM3U050	1,000 U	VENTOSA TRIFUNC.FUND.DN50MM.COLOCADA TUBERIA	355,10	355,10	
VM200	1,000 UD	VALVULA DE MARIPOSA DN 200 PN10	103,56	103,56	
TOTAL PARTIDA.....					1.859,92

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

TOMA-6	UD	TOMA PARCELA 38 L/s			
VH8	1,000 UD	VALVULA HIDRAULICA 6"	1.175,00	1.175,00	
CRR8	1,000 UD	CARRETE DESMONTAJE	226,26	226,26	
GJM3U050	1,000 U	VENTOSA TRIFUNC.FUND.DN50MM.COLOCADA TUBERIA	355,10	355,10	
VM200	1,000 UD	VALVULA DE MARIPOSA DN 200 PN10	103,56	103,56	
TOTAL PARTIDA.....					1.859,92

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

TOMA-4	UD	TOMA PARCELA 25 L/s			
		TOMA PARA PARCELA PARA UN CAUDAL MAXIMO DE 12 LITROS POR SEGUNDO. INCLUYE VÁLVULA HIDRAULICA, CARRETE DE LONGITUD VARIABLE PARA LA CONEXION, ASI COMO VALVULA DE MARIPOSA.			
VHID	1,000 UD	VALVULA HIDRAULICA 4"	652,56	652,56	
CRR4	1,000 UD	CARRETE DE DESMONTAJE 100 mm	145,61	145,61	
VM-3	1,000 UD	VALVULA MARIPOSA MANUAL 100 mm PN 10	50,88	50,88	
TOTAL PARTIDA.....					849,05

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
TOMA-3		UD	TOMAS PARCELA 10 L/s Y 15 L/S			
			TOMA PARA PARCELA PARA UN CAUDAL MAXIMO DE 12 LITROS POR SEGUNDO. INCLUYE VÁLVULA HIDRAULICA, CARRETE DE LONGITUD VARIABLE PARA LA CONEXION, ASI COMO VALVULA DE MARIPOSA.			
VH3	1,000	UD	VALVULA HIDRAULICA 3"	458,27	458,27	
CARR3	1,000	UD	CARRETE DE AJUSTE 3"	139,74	139,74	
GJM3U050	1,000	U	VENTOSA TRIFUNC.FUND.DN50MM.COLOCADA TUBERIA	355,10	355,10	
VM-3	1,000	UD	VALVULA MARIPOSA MANUAL 100 mm PN 10	50,88	50,88	
TOTAL PARTIDA.....						1.003,99

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRES EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

PIVOT		UD	PIVOT 8"			
			Unidad de piv ot de centro fijo de 8" COMPUESTO DE:TRAMO DE PIVOT DE ACERO GALVANIZADO DE 8" DE 50 METROS DE LONGITUD. INCLUYE LOS ASPERSORES, MECANISMOS DE CONTROL DE ALINEADO DE RUEDAS DE ALTA FLOTACION CON CARCASA COMPLETA. MONTADO Y PROBADO Y UNIDAD DE CENTRO PIVOT INCLUYENDO ESTRUCTURA GALVANIZADA, CONTROL COMPLETO (PANEL PRINCIPAL, PARADA POR BAJA PRESION, DISPOSITIVOS DE MEMORIA Y SEGURIDAD, TEMPORIZADOR D PORCENTAJE, CUENTA HORAS Y PARARRAYOS) Y ALUMBRADO DE LA ÚLTIMA TORRE. MONTADO Y PROBADO, ADEMÁS INCLUIDO Alero de acero galvanizado para piv ot de 8", con una longitud de 12 metros. Incluye los aspersores y el cañon final de tramo. Montado y probado.			
MTPIVOT	4,000	UD	CENTRO DE PIVOT EN 8"	2.209,51	8.838,04	
MTPIVOT.1	27,000	UD	TRAMO DE PIVOT DE 8"	5.861,58	158.262,66	
A012M000	0,800	H	OFICIAL 1A MONTADOR	12,21	9,77	
A013M000	0,800	H	AYUDANTE MONTADOR	11,17	8,94	
MTPIVOT.2	4,000	UD	ALERO DE 9 m	656,24	2.624,96	
TOTAL PARTIDA.....						169.744,37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

APER		UD	ASPELOR			
			UNIDAD DE ASPERSOR CIRCULAR DE IMPACTO, FABRICADO EN LATON CON 2 BOQUILLAS DEL DIAMETRO QUE CORRESPONDA, CON ROSCA MACHO DE 3/4" DE DIAMETRO, Y LOS MEDIOS AUXILIARES QUE SEAN NECESARIOS PARA SU COLOCACION Y PRUEBAS INCLUIDA Unidad de caña portaaspersor de 3/4" de diámetro y hasta 3 m de longitud total, partida en 2 tramos de 2 y 1 metro respectivamente, con rosca macho en sus extremos. Fabricada según norma DIN 2440, incluidos los medios auxiliares que sean necesarios para su colocación y pruebas.			
M0012	0,500	UD	CUADRILLA	18,56	9,28	
MT ASPERSOR	1,000	UD	ASPELOR	17,00	17,00	
MTPORTA	1,000	UD	PORTAASPELOR	10,50	10,50	
MT%PPDEPE	5,000	%	PP PIEZAS ESPECIALES, UNIONES CALDERERIA	27,50	1,38	
TOTAL PARTIDA.....						38,16

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 5 MOVIMIENTO DE TIERRAS RED DE TUBERIAS

MVTEX01	M3	EXCAVACION EN ZANJAS PARA TUBERIAS EN CUALQUIER TERRENO			
		EXCAVACION EN ZANJA PARA TUBERIAS EN CUALQUIER CLASE DE TERRENO CON SEPARACION DE LOS 25 CM. SUPERIORES DE TIERRA VEGETAL, EXCEPTO ROCA, CON MEDIOS MECANICOS, INCLUSO AGOTAMIENTO.			
MQ001	0,021 H	RETROEXCAVADORA MEDIANA	37,00	0,78	
MQ004	0,010 H	ELECTROBOMBA SUMERGIDA	1,00	0,01	
MO001	0,021 H	PEON	6,56	0,14	
TOTAL PARTIDA.....					0,93

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

MVTRE01	M3	ASIENTO SELECCIONADO EN ZANJA CON MAT. Ø <2 mm.			
		ASIENTO DE TUBERIAS A BASE DE ARENA <2MM, COLOCADO EN ZANJA INCLUSO RASANTEO.			
MO001	0,040 H	PEON	6,56	0,26	
MQ001	0,020 H	RETROEXCAVADORA MEDIANA	37,00	0,74	
MTGRA2MM	1,000 M3	MATERIAL GRANULAR < 2 mm.	7,81	7,81	
TOTAL PARTIDA.....					8,81

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

MVTRE02	M3	RELLENO SELECCIONADO COMPACTADO EN ZANJA MAT.GRU. <5 mm.			
		RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL SELECCIONADO PROCEDENTE DE EXCAVACION CON ELEMENTOS GRUESOS < 5 CM. , COMPACTADO AL 95 % PROCTOR NORMAL HASTA UNA ALTURA DE 30 CM SOBRE LA GENERATRIZ SUPERIOR DEL TUBO CON RETACADO EN COSTADOS.			
MO001	0,020 H	PEON	6,56	0,13	
MQ001	0,030 H	RETROEXCAVADORA MEDIANA	37,00	1,11	
MQ007	0,020 H	RODILLO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO,12-14T	36,09	0,72	
TOTAL PARTIDA.....					1,96

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

MVTRE03	M3	RELLENO EN ZANJA MAT. PROCEDENTE DE EXCAVACION			
		TAPADO DE ZANJA CON TERRENO PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN, DEPOSITADA EN SU PARTE SUPERIOR LA TIERRA VEGETAL SEPARADA, INCLUSO EXTENDIDO DE TIERRAS SOBRANTES.			
MQ001	0,010 H	RETROEXCAVADORA MEDIANA	37,00	0,37	
TOTAL PARTIDA.....					0,37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

E02ETT030	M3	TRANSP.VERTEDERO < 10 km. CARGA MECAMICA			
		Transporte de tierras al vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, con camión vasculante cargado a máquina, y con p.p. de medios auxiliares, considerando también la carga.			
M01MT020	0,010 H.	Camión basculante de 10 t.	21,04	0,21	
M01ME110	0,030 H.	Pala cargadora neumáticos 100 CV	27,05	0,81	
TOTAL PARTIDA.....					1,02

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 6 RED DE TUBERÍAS A PRESIÓN

PE32	m.	RAMAL PEBD D=32 PN 6			
		Ramal de PE de 32 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja mediante inyección con ripper, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.			
		Colocada y probada.			
C	0,070 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	12,89	0,90	
O01OB180	0,070 h.	Oficial 2º fontanero calefactor	12,08	0,85	
P111	1,000 m.	TUBO AGUA A PRESION PEBD	10,04	10,04	
P01AA020	0,109 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,23	
P02TW040	0,025 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,23	
P02TW030	0,049 kg	Adhesivo para tubos de PVC	14,84	0,73	
TOTAL PARTIDA.....					13,98

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PVC50	m.	CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=50			
		Tubería de PVC de 50 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.			
		Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
C	0,070 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	12,89	0,90	
O01OB180	0,070 h.	Oficial 2º fontanero calefactor	12,08	0,85	
P111	1,000 m.	TUBO AGUA A PRESION PEBD	10,04	10,04	
P01AA020	0,109 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,23	
P02TW040	0,025 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,23	
P02TW030	0,049 kg	Adhesivo para tubos de PVC	14,84	0,73	
TOTAL PARTIDA.....					13,98

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PVC63	m.	CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=63			
		Tubería de PVC de 63 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.			
		Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
C	0,070 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	12,89	0,90	
O01OB180	0,070 h.	Oficial 2º fontanero calefactor	12,08	0,85	
P111	1,000 m.	TUBO AGUA A PRESION PEBD	10,04	10,04	
P01AA020	0,109 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,23	
P02TW040	0,025 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,23	
P02TW030	0,049 kg	Adhesivo para tubos de PVC	14,84	0,73	
TOTAL PARTIDA.....					13,98

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

PVC75	m.	CONDUCT. PVC ENCOLADO PN 6 D=75			
		Tubería de PVC de 75 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.			
		Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
C	0,070 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	12,89	0,90	
O01OB180	0,070 h.	Oficial 2º fontanero calefactor	12,08	0,85	
P111	1,000 m.	TUBO AGUA A PRESION PEBD	10,04	10,04	
P01AA020	0,109 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,23	
P02TW040	0,025 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,23	
P02TW030	0,049 kg	Adhesivo para tubos de PVC	14,84	0,73	
TOTAL PARTIDA.....					13,98

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
PVC90	m.	CONduc, PVC ENCOLADO PN 6 D= 90 Tubería de PVC de 90 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
C	0,070 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	12,89	0,90	
O01OB180	0,070 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	12,08	0,85	
P111	1,000 m.	TUBO AGUA A PRESION PEBD	10,04	10,04	
P01AA020	0,109 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,23	
P02TW040	0,025 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,23	
P02TW030	0,049 kg	Adhesivo para tubos de PVC	14,84	0,73	
TOTAL PARTIDA.....					13,98
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
U07TO658	m.	PVC ORIENT. JUN.ELÁST.PN 10 D=400 Tubería de PVC orientado de 400 mm de diámetro nominal unión por junta elástica para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 centímetros de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada S/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada			
TOTAL PARTIDA.....					40,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS					
U07TO650	m.	PVC ORIENT. JUN.ELÁST.PN 10 D=315 Tubería de PVC orientado de 315 mm de diámetro nominal, unión por junta elástica, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
C	0,130 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	12,89	1,68	
O01OB180	0,130 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	12,08	1,57	
M05RN020	0,020 h.	Retrocargadora neum. 75 CV	34,68	0,69	
P01AA020	0,107 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,21	
P02TW020	0,060 kg	Lubricante para tubos de PVC	6,95	0,42	
P26CO650	1,000 m.	Tubo PVC orient. j.elást. PN 10	25,04	25,04	
TOTAL PARTIDA.....					30,61
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS					
U07TV260	m.	CONduc. PVC ENCOLADO PN 10 D=180 Tubería de PVC de 180 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 10 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/p.p. de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11.			
C	0,110 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	12,89	1,42	
O01OB180	0,110 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	12,08	1,33	
P26CV260	1,000 m.	Tubo PVC j.pegada	15,32	15,32	
P01AA020	0,117 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,33	
P02TW040	0,051 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,48	
P02TW030	0,102 kg	Adhesivo para tubos de PVC	14,84	1,51	
TOTAL PARTIDA.....					21,39
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
PVC110	m.	CONduc. PVC ENCOLADO PN 6 D=110 Tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
C	0,080 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	12,89	1,03	
O01OB180	0,080 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	12,08	0,97	
P26CV150	1,000 m.	Tubo PVC j.pegada	11,34	11,34	
P01AA020	0,111 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,26	
P02TW040	0,031 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,29	
P02TW030	0,062 kg	Adhesivo para tubos de PVC	14,84	0,92	
TOTAL PARTIDA.....					15,81
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
U07TV160	m.	CONduc. PVC ENCOLADO PN 6 D=160 Tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
C	0,090 h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	12,89	1,16	
O01OB180	0,090 h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	12,08	1,09	
P26CV155	1,000 m.	Tubo PVC j.pegada	13,20	13,20	
P01AA020	0,114 m3	Arena de río 0/5 mm.	11,33	1,29	
P02TW040	0,040 l.	Líquido limpiador para tubos PVC	9,32	0,37	
P02TW030	0,080 kg	Adhesiv o para tubos de PVC	14,84	1,19	
TOTAL PARTIDA.....					18,30

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

U07TV125	m.	CONduc. PVC ENCOLADO PN 6 D=125 Tubería de PVC de 125 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
TOTAL PARTIDA.....					9,40

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

U07TV140	m.	CONduc. PVC ENCOLADO PN 6 D=140 Tubería de PVC de 140 mm de diámetro nominal, unión por pegamento, para una presión de trabajo de 6 kg/cm2, colocada en zanja sobre cama de arena de río de 15 cm de espesor, c/pp de medios auxiliares, sin incluir excavación y posterior relleno de la zanja, colocada s/NTE-IFA-11. Transportada la tubería desde punto de acopio a pie de zanja, colocada y probada.			
TOTAL PARTIDA.....					10,08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con OCHO CÉNTIMOS

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	INSTALACIÓN DE BOMBEO.....	114.418,69	8,85
2	OBRA CIVIL ESTACION DE BOMBEO.....	50.397,49	3,90
3	OBRA CIVIL EN LA RED DE TUBERIAS:ANCLAJES Y ARQUETAS.....	3.917,83	0,30
4	ASPERSORES, VALVULERÍA, VENTOSAS Y OTROS ACCESORIOS.....	326.288,38	25,23
5	MOVIMIENTO DE TIERRAS RED DE TUBERIAS.....	48.987,50	3,79
6	RED DE TUBERÍAS A PRESIÓN.....	749.422,79	57,94
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		1.293.432,68	
	13,00% Gastos generales.....	168.146,25	
	6,00% Beneficio industrial.....	77.605,96	
	SUMA DE G.G. y B.I.	245.752,21	
	21,00% I.V.A.	323.228,83	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		1.862.413,72	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		1.862.413,72	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN OCHOCIENTOS SESENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS TRECE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

, a 10 de noviembre de 2012.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA



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

TITULO

Transformación a riego por aspersión de una finca de 287 has en el término municipal de Sariñena, partida Moncalvo, con agua procedente del Canal de Monegros.

AUTOR: **CARMEN PORTERO BALAGUER**

ENSEÑANZA: **INGENIERÍA AGRÓNOMA**

DIRECTOR/ES: **JESÚS GUILLÉN TORRES**

FECHA: **NOVIEMBRE 2012.**

DOCUMENTO 6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

ÍNDICE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Página

1. MEMORIA.....	4
a. OBJETO DEL ESTUDIO.....	4
b. DESCRIPCION DE LA OBRA Y SU SITUACIÓN.....	4
c. UNIDADES CONSTRUCTIVAS.....	4
d. RIESGOS DE LA OBRA.....	5
i. RIESGOS EXCEPCIONALES.....	5
ii. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	6
e. CONCEPTOS GENERALES. PRINCIPALES RIESGOS, DAÑOS Y FORMA DE ACTUAR.....	7
i. DEFENSAS Y RESGUARDOS.....	7
ii. PROTECCIÓN PERSONAL.....	7
iii. ORDEN Y LIMPIEZA.....	8
iv. COLOR Y SEÑALIZACIÓN.....	8
v. RIESGOS ELÉCTRICOS.....	9
vi. RIESGOS EN OPERACIONES DE MANUTENCIÓN.....	10
vii. RIESGO DE INCENDIOS.....	10
viii. RIESGOS ESPECÍFICOS EN LA CONSTRUCCIÓN.....	10
ix. PRIMEROS AUXILIOS.....	11
x. TRANSPORTE DE ACCIDENTADOS Y ENFERMOS....	13
2. PLIEGO DE CONDICIONES.....	17
a. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.....	17
b. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	17
i. PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	18

c.	PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	19
i.	FORMACIÓN.....	20
ii.	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS...	20
d.	PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	21
e.	NORMAS DE ACTUACIÓN EN LA OBRA.....	21
i.	CIRCULACIÓN EN LA OBRA.....	21
ii.	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.....	22
iii.	NORMAS DE SEGURIDAD PARA ENTIBACIONES....	23
iv.	RETROECAVADORA.....	23
v.	BULDOZER.....	24
vi.	PALA CARGADORA.....	25
vii.	CAMIONES.....	26
viii.	DUMPER.....	28
ix.	GUÍA MÓVIL.....	30
x.	MOTONIVELADORA.....	30
xi.	RODILLO VIBRATORIO.....	31
xii.	SOLDADURA ELÉCTRICA.....	32
xiii.	NORMAS DE COMPORTAMIENTO PARA MECÁNICOS.....	33
xiv.	NORMAS DE COMPORTAMIENTO PARA ELECTRICISTAS.....	34
f.	SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	35
i.	SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE....	35
ii.	SERVICIO MÉDICO.....	36
iii.	VIGILANCIA DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	36
iv.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.....	37
3.	PRESUPUESTO	
a.	PRESUPESTO Y MEDICIONES	
b.	CUADRO DE PRECIOS	
c.	PRECIOS DESCOMPUESTOS	
d.	PRESUPUESTO GENERAL	

4. PLANOS.....	38
a. PROTECCIÓN EN ZANJAS.....	38
b. BARANDILLA DE PROTECCIÓN.....	41
c. TOPE EN RETROCESO EN VERTIDOS.....	42
d. SEÑALIZACIONES EN CARRETERA.....	43
e. ELEMENTOS AUXILIARES EN SEÑALIZACION.....	44
f. GRUPO OXICORTE.....	45
g. BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO.....	46
h. HORMIGONADO DIRECTO POR VERTIDO EN ZANJAS O CIMENTACIONES.....	47
i. SEÑALIZACION POR PELIGRO EN OBRAS (PROHIBICIÓN).....	48
j. SEÑALES DE SEGURIDAD EN OBRAS (ADVERTENCIA DE PELIGRO).....	49
k. SEÑALES DE SEGURIDAD EN OBRAS(SALVAMENTO).....	50
l. SEÑALES DE SEGURIDAD EN OBRAS(SEÑALES DE PRESCRIPCIÓN Y PELIGRO).....	51
II. SEÑALES DE SEGURIDAD EN OBRAS(OBLIGACIÓN).....	52
m. MODELO DE INSTALACIÓN PARA COMEDOR, SALA DE REUNIONES, OFICINA, ASEOS Y VESTUARIO.....	53

MEMORIA

1.- OBJETO DEL ESTUDIO.

De acuerdo con el real decreto 555/1.986 del 21 de febrero, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un estudio de seguridad e higiene en el trabajo en los proyectos de modificación y obras públicas, este estudio deberá servir para dar las directrices a la empresa constructora, que deberá seguir el plan de seguridad e higiene en el trabajo, 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.

Se establecen por lo tanto, durante la construcción 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.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SU SITUACIÓN.

La obra consiste en la transformación a riego mediante elevación de agua de una finca de 287 hectáreas en partida de Moncalvo (Sariñena) declaradas actualmente de secano. La obra consiste en la implantación de una red de tuberías enterradas fijas, construcción de dos estaciones de bombeo y de un embalse de almacenamiento, así como la implantación de riego en aspersión en la parcela mediante el uso de máquinas pívot y cobertura total enterrada para las zonas de la parcela no regadas por ellas.

La situación de esta obra se encuentra más detallada en el anejo 2 de este proyecto.

3.- UNIDADES CONSTRUCTIVAS.

Las principales unidades que componen la obra son las siguientes:

- Excavación de zanjas.

- Instalación de tuberías.
- Relleno de zanjas.
- Caseta bombeo – filtración.
- Excavación en el vaso del embalse.
- Transporte de la tierra sobrante a vertedero.
- Riego y compactación de los materiales del dique.
- Transportes de hormigón.
- Encofrados y hormigonados de las arquetas, acequias, etc.

4.- RIESGOS EN LA OBRA.

4.1.- RIESGOS PROFESIONALES:

A) En excavaciones.

- Desprendimientos.
- Caídas de personal al mismo y a distintos nivel.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes y golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Polvo.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Atrapamientos.
- Caídas de material.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

B) En transporte, vertido, extendido y compactación.

- Accidentes de vehículos.

C) En hormigones.

- Caídas de personal al mismo y distinto nivel.
- Caídas de materiales.
- Atrapamientos.
- Dermatitis por cemento.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Cortes y golpes.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.
- Atropello por máquinas y vehículos.

D) Por colocación de las tuberías

- Golpes contra objetos.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Atropellamientos por maquinaria.

E) Producidos por agentes atmosféricos

- Por efecto mecánico del viento.
- Por efecto de hielo, agua o nieve.

F) En incendios.

- En almacenes, vehículos, encofrados de madera, etc.

4.2.- RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.

Producidos por los enlaces con los caminos y por la ubicación de la obra, colindante con los pueblos cercanos, habrá riesgos derivados de la obra, fundamentalmente por circulación de vehículos, al tener que realizar desvíos provisionales y pasos alternativos.

5.- CONCEPTOS GENERALES. PRINCIPALES RIESGOS Y DAÑOS Y FORMA DE ACTUAR.

5.1.- DEFENSAS Y RESGUARDOS.

Es el conjunto de elementos que protegen al operario y a la maquinaria de posibles golpes, fricciones, caídas, etc.

La protección en la maquinaria busca reducir desgaste y posibles averías debidas a impactos o a elementos muy abrasivos. Los elementos de protección para estos casos son: pantallas, cubiertas y barandillas, y se instalarán en los puntos de operación, transmisión y en aquellas piezas dotadas de cualquier movimiento.

Estos elementos citados anteriormente deben cumplir unos requisitos:

No deberán crear nuevos riesgos.

No deberán interferir en el proceso de trabajo, ni dificultar la alimentación de la máquina o de una de sus partes.

La calidad de su construcción deberá estar acorde con el resto

5.2.- PROTECCIÓN PERSONAL.

Esta protección personal no elimina el riesgo, sino que reduce los daños producidos por un accidente. Así mismo, estos elementos de protección deben cumplir unos requisitos:

Deben estar homologados

Deben ser fáciles de manejar

Deben ser cómodos.

No deben interferir en el trabajo.

El mantenimiento debe ser sencillo

Este material se clasifica de la siguiente manera:

Ropa de trabajo. Las condiciones que debe reunir esta ropa se recogen en el artículo 142 de la Orden General de Salud e Higiene.

Casco de protección. Este casco debe estar provisto de atalaje, barboquejo y accesorios.

Gafas o máscaras de protección contra radiaciones.

Tapones, orejeras o cascos para la protección contra ruidos.

Protecciones para las extremidades tanto superiores como inferiores. Así tenemos: Guantes y mangas para las superiores y zapatos, botas, mono, pantalón para las inferiores.

Protección del aparato respiratorio mediante mascarillas.

Cinturones de seguridad o arneses.

5.3.- 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.

5.4.- 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: (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.

5.5.- RIESGOS ELECTRICOS.

Los daños producidos por la electricidad dependen de la intensidad, tensión y resistencia de la corriente, del tiempo de contacto y de la trayectoria de la misma. Se pueden considerar dos tipos de contactos eléctricos, los directos en los que el cuerpo humano hace de conductor, y los indirectos, en los que hay algún elemento que desvía la trayectoria de la corriente.

Las medidas de seguridad en estos casos son:

Prevención informativa mediante carteles y señalización.

Protección humana mediante prendas y herramientas aislantes.

Protección de la instalación mediante puesta a tierra de las masas y mediante interruptores automáticos y diferenciales.

Las principales lesiones que puede producir una descarga eléctrica son:

Parada cardiaca y/o respiratoria.

Quemaduras de diversos grados.

Fracturas.

La forma de actuar en estos casos es la siguiente:

Cortar la corriente iéndose .

Separar a la víctima del conductor iéndose .

Practicarle la respiración asistida y masaje cardiaco.

Traslado rápido a un centro hospitalario, siempre y cuando el afectado tenga quemaduras graves y/o ha perdido el conocimiento.

5.6.- RIESGOS EN OPERACIONES DE MANUTENCIÓN.

Estas actividades son las de carga, transporte y descarga de material que deben realizar los operarios con el consiguiente peligro de caída de objetos, choque o lesiones de columna vertebral. Para evitar posibles daños el operario debe llevar prendas adecuadas y respetar las limitaciones de carga que puede levantar (reglamentado).

Los equipos de izado serán manipulados por trabajadores con suficiente experiencia y conocimiento para evitar negligencias a la hora de su uso y mantenimiento.

5.7.- RIESGO DE INCENDIOS.

Para que se inicie un fuego es necesario que se produzcan cuatro factores en el mismo espacio y tiempo. Dichos factores son :COMBUSTIBLE, CARBURANTE (aire), FOCO DE IGNICION y la REACCION EN CADENA.

Para extinguir el fuego se actúa sobre alguno de estos factores. Las sustancias usadas para este propósito son: AGUA, ANHIDRIDO CARBONICO, POLVOS SECOS, ESPUMA y DERIVADOS HALOGENADOS. Los equipos contra incendios empleados son los extintores portátiles y los sistemas semifijos o fijos de extinción.

5.8.- RIESGOS ESPECÍFICOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

Los riesgos en la construcción son elevados, influyendo además del tipo de obra, la fase en la que se encuentre. A nivel global se pueden determinar los siguientes riesgos: Caídas de objetos y del operario (al mismo nivel o a distinto nivel –andamios, pisos,...-), desprendimientos de cajas izadas por equipos fijos, golpes por objetos o herramientas, atrapamientos, proyección de partículas, pisadas sobre objetos punzantes o cortantes, sobreesfuerzos, contactos eléctricos, y polvo.

Los métodos preventivos que deban ser aplicados corresponderán a los indicados por los departamentos de seguridad de la empresa. A nivel general se pueden indicar los siguientes:

Uso de prendas de protección personal.

Conocimiento de las técnicas específicas en las operaciones de manutención.

Establecimiento de las instalaciones eléctricas reglamentarias.

Instalación de defensas y resguardos en los puntos agresivos de las máquinas.

5.9.- PRIMEROS AUXILIOS.

5.9.1.- Quemaduras.

Grado:

1º Eritema. Aparecen enrojecimiento, picazón, tirantez e incluso dolor.

2º. Aparición de ampollas.

3º. Tienen zonas de color oscuro (escaras) por total destrucción de los tejidos.

- Gravedad.

Para determinar la gravedad de una quemadura lo que hay que tener en cuenta es la extensión o superficie de cuerpo que ocupa, fundamentalmente, junto con otras circunstancias, tales como el estado de salud del accidentado antes de sufrir la quemadura, localización de la misma y órganos que interesan, como de forma decisiva la edad del sujeto, pudiendo decirse que para el pronóstico la extensión y la edad son los datos más importantes.

- Conducta con los quemados:

No se debe dejarlos correr, se deben envolverlos, tirarlos al suelo y rodearlos.

Además no conviene que se les tape la cabeza pero protegiendo la cara (peligro con los ojos). También se deben proteger las quemaduras con compresas estériles húmedas.

Hay peligro de shock inmediato, que puede ocasionar la muerte rápida; también existe el riesgo de infección de las heridas y de deshidratación por pérdida de plasma.

- Tratamientos de urgencia:

Prevenir el shock.

Prevenir la infección.

No romper las ampollas.

5.9.2.- Hemorragias.

Las hemorragias se pueden clasificar según su origen, así tenemos hemorragias arteriales en las cuales la sangre tiene un color rojo vivo y sale intermitentemente; y las hemorragias venosas, donde la sangre tiene un color rojo-violáceo y sale en sábana.

Otro modo de clasificarlas es según donde se producen, así tenemos:

Hemorragias internas, cuando la sangre se derrama en el interior de una cavidad del cuerpo

- Hemorragias externas, cuando la sangre fluye hacia el exterior a través de una herida.

- Hemorragias exteriorizadas, que teniendo un origen interno, fluyen al exterior a través de un orificio natural.

- Pronóstico y modo de actuar.

Las hemorragias son graves. La pérdida de la tercera parte de la sangre que tenemos en el organismo ocasiona la muerte, cosa que en vasos gruesos puede producirse en muy poco tiempo.

Las hemorragias internas se pueden diagnosticar porque se producen unos signos o síntomas indirectos, tales como:

Debilidad interna (el enfermo dice que no puede con las piernas).

Palidez cada vez más acusada.

Pulso rápido y flojo.

Se le nubla la vista.

Dice tener mucha sed.

Sensación de ahogo.

El sujeto está agitado.

Se encuentra angustiado.

Dice notar zumbidos en los oídos.

Según la localización, puede escupir sangre, vomitarla, etc.

El tratamiento, en estos casos de hemorragias internas, es el siguiente:

Se debe trasladar de inmediato al accidentado a un centro hospitalario.

No se le debe dar nada de beber.

Se trasladará al enfermo con la cabeza baja y mucha precaución.

El tratamiento en hemorragias externas es el que sigue:

Limpieza, si existen, de los restos del objeto causantes del daño.

Curas compresivas para cortar la hemorragia.

Compresión manual en puntos de elección.

Torniquete, si la herida es importante. Apuntar hora y minuto de colocación (riesgo de gangrena).

5.9.3.- Fracturas.

Existen varios tipos, que son:

Fisura. Fractura longitudinal sin desplazamiento de segmentos.

Cerrada. Rotura del hueso, con o sin desplazamiento de segmentos, sin rotura de las partes blandas.

Abierta. Fractura, que rompe también las partes blandas que recubren el hueso, con o sin desplazamiento de los segmentos desde el exterior.

Modo de actuar.

Inmovilización de la zona fracturada antes del traslado. La inmovilización consiste en proporcionar al hueso un tutor, que sustituye la pérdida de su rigidez.

El tutor pueden ser férulas, tablillas, bastones, palos, cartones, o el mismo tórax.

La inmovilización para ser efectiva, ha de comprender las dos articulaciones extremas del miembro fracturado.

Hay que tener un especial cuidado con fracturados de columna vertebral, principalmente en la colocación en el medio de transporte y durante este.

5.10.- TRANSPORTE DE ACCIDENTADOS Y ENFERMOS.

5.10.1.- Justificación del transporte.

Solamente en casos extremos debe trasladarse al accidentado con el máximo cuidado hasta el lugar más próximo, más seguro donde se le puedan practicar los primeros auxilios.

Estos casos extremos serán incendio, electrocución, asfixia o estar aprisionado por escombros o por hierros.

5.10.2.- Técnica de transporte.

En el transporte ha de tenerse en cuenta unas medidas de carácter general, que son las siguientes:

La cabeza del accidentado debe ir en la parte posterior de la marcha cuando se hace entre dos personas.

Las ropas deben ser aflojadas, principalmente a nivel de cuello, tórax y abdomen.

La postura en la camilla, caso de utilizarse, estará condicionada por las lesiones que sufra, pero en principio es preferible el de cúbito lateral (colocado de costado) especialmente en el caso de temer la presencia de vómitos o que éstos hayan aparecido ya, de hemorragias nasales, etc.

En lesionados de abdomen o fracturas de pelvis, se colocaran las piernas ligeramente flexionadas y la parte del tronco ligeramente elevada.

En las heridas de tórax, los hombros deberán estar ligeramente elevados con relación al resto del cuerpo.

Si el sujeto se encuentra inconsciente, se le llevará con la cabeza más baja que el resto del cuerpo.

5.10.3.- Medios materiales para el transporte de los accidentados.

Transporte en camilla o con medios apropiados.

Transporte por medios improvisados.

Transporte a brazo.

5.10.4.- Normas especiales para el transporte de diversos tipos de accidentados.

5.10.4.1.- Quemados de gran extensión.

Se colocarán en el medio de transporte, una vez cubiertas las quemaduras con apósitos estériles, cuidando no se rompan las posibles ampollas y haciendo que apoye sobre la camilla las partes de su cuerpo menos lesionadas para evitar la irritación y aumento de las lesiones existentes.

5.10.4.2.- Fracturados en general o polifracturados.

No se iniciará su transporte antes de que se haya procedido a la inmovilización de todas y cada una de las fracturas que padezca.

5.10.4.3.- Fracturados de columna vertebral.

Estos accidentados requieren un máximo cuidado y meticulosidad, tanto en la realización de la captación como en el transporte, por la posibilidad de producirse lesiones en la médula espinal de consecuencias irreparables.

El accidentado en estos casos, debe recogerse al menos por tres personas que elevan al accidentado; sin flexionar lo más mínimo su columna vertebral; y una cuarta que deslice la camilla bajo la víctima.

No puede ser trasladado más que sobre camillas, que a ser posible se caracterizará porque su superficie sea un plano duro, para evitar posiciones y formas que puedan poner en peligro la médula espinal. En caso de utilizarse camilla convencional se realizará el transporte colocando al accidentado boca abajo.

El traslado hasta el vehículo se realizará dirigiendo la operación una sola persona, que irá armonizando la marcha para lo que deben ir los camilleros manteniendo la camilla siempre horizontal, debiendo llevar la víctima la cabeza hacia delante, posición que se mantendrá en el vehículo.

PLIEGO DE CONDICIONES

1.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones 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.- CONDICIONES DE LOS 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 (por ejemplo por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

2.1.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Todo elemento de protección individual se ajustará a lo establecido en el R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista disposición oficial pertinente, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

2.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Pórticos limitadores de gálibo. Dispondrán de dintel debidamente señalizado.
- Vallas autónomas de limitación y protección. Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener la verticalidad. Las patas serán tales que en el caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.
- Topes de desplazamiento de vehículos. Se podrán fabricar con un par de tablones embridados, fijados en el terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Pasillos de seguridad. Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubos o pernils y la cubierta de chapa). Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo

colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos, terreros, capa de arena, etc.).

- 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.
- Plataformas de trabajo. Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 metros del suelo estarán dotadas de barandillas.
- Escaleras de mano. Serán metálicas y deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Redes. Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Lonas. Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes. Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra. La sensibilidad mínima de los interruptores será para alumbrado de 30 Ma y para fuerza de 300 Ma. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.
- Riegos. Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.
- Extintores. Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
- Medios auxiliares de topografía. Estos medios, tales como cintas, jalones, miras, etc., serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.

3.- PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

3.1.- FORMACIÓN.

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo de primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

3.2.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

3.2.1.- Botiquines.

Se prevé la instalación de varios botiquines de obra para primeros auxilios conteniendo el material especificado en la Ordenación General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

3.2.2.- Asistencia a accidentados.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (servicios propios, Mutuas patronales, Mutualidades laborables, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio 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.

3.2.3.- Reconocimiento médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico, previo al trabajo.

3.2.4.- Análisis.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

4.- PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con los caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizará los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

5.- NORMAS DE ACTUACIÓN EN LA OBRA.

5.1.- CIRCULACIÓN EN OBRA.

Las Normas de Seguridad serán las siguientes:

- Se eliminarán interferencias de personas extrañas a la obra mediante recintos o vallas y señales.
- Habrá que evitar y reducir al máximo las interferencias de personas y medios, mediante una planificación inteligente de accesos a la obra, vías de tráfico, medios de transporte horizontales hasta los lugares de carga y descarga, trayectorias recorridas por las bases de los aparatos de elevación y por sus radios de acción.
- Las vías de tráfico deberán estar siempre libres y provistas de firmes resistentes para que permanezcan en buen estado. También, y según las necesidades, habrá que delimitarlas y colocar en ellas los carteles para las limitaciones de velocidad, sentidos únicos de marcha, etc.
- El tráfico pesado deberá pasar lejos de los bordes de las excavaciones, de los apoyos de los andamios y de los puntos peligrosos o que peligren.
- Los pasos sobre zanjas se harán en número suficiente para permitir el cruce de las zanjas a vehículos y peatones, y protegidos con barandilla y rodapiés.
- Se procurará que los pasillos de obra (lugares de paso y de trabajo) queden siempre libres de escombros y de todo tipo de materiales que no sean absolutamente necesarios.
- Ningún trabajo debe hacerse bajo el volquete de un camión o bajo la parte móvil de cualquier otra máquina, sin que haya un dispositivo de seguridad

que impide su caída o su vuelco en caso de que falle el dispositivo normal de retención.

5.2- EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.

La altura de corte de excavación realizada no rebasará en más de un metro la máxima altura de ataque de la misma.

El frente de excavación se inspeccionará como mínimo dos veces, durante la jornada, por el Encargado o Capataz. En el caso de existir riesgo de desprendimiento, se procederá a sanear la zona por personal capacitado para esta misión y, si fuese necesario, se iniciarán los trabajos de entibación o apuntalamiento.

Está prohibida la sobrecarga de materiales en los bordes de la excavación.

En las excavaciones realizadas con máquinas se debe cuidar que no circule personal dentro del radio de acción de las mismas. Se evitará que el acceso de los vehículos y del personal al fondo de la excavación sea el mismo. Si por necesidad no se pudiese hacer independiente, el del personal se protegerá con una valla.

Todas las maniobras de los vehículos, cuando representen un peligro, serán guiadas por una persona, y el tránsito de los mismos dentro de la zona de trabajo se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, evitando toda circulación junto a los bordes de la excavación.

Los bordes de la excavación se protegerán con barandillas cuando exista o se prevea circulación en sus proximidades, en caso contrario se señalizarán.

Antes de comenzar los trabajos de excavación se deberá investigar la posible existencia de canalizaciones de agua, gas, electricidad o conducciones telefónicas y alcantarillado. Cuando se encuentren canalizaciones sobre las cuales no exista información en los planos, se debe parar inmediatamente el trabajo y no se reanudará hasta la identificación, y, si es necesario, el desvío del servicio encontrado.

En las excavaciones importantes se debe tener previsto el desagüe y achique en caso de lluvia.

5.3.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA ENTIBACIONES.

Las normas a seguir serán las siguientes:

- Si en una excavación la pendiente de las paredes es superior al talud natural, será necesario entibar.
- Si se estima que debido a las circunstancias especiales, es suficiente una entibación parcial, ésta deberá llegar, como mínimo, hasta la mitad de la profundidad de la pared y tener 1/3 de la altura de la misma.
- Si se prevén desprendimientos en la base o al pie de la excavación es conveniente colocar una entibación en toda la altura.
- En terrenos arenosos o suelos con grava se empleará entibación vertical y en los arcillosos o compactos sin roca, la entibación horizontal.
- Para profundidades de excavación de hasta 3 m y para los tipos de terrenos indicados, el espesor de los tablones será de 5 cm, la separación horizontal de 1,5 m y la vertical de 1m.
- En todos los casos, para anchuras de excavación menor de 3,50 m, la sección de los codales será de 15 x 15 cm. Si el ancho es mayor de 3,50 m la sección será de 20 x 20 cm.
- Los tablones estarán en perfecto contacto con el terreno. Si hay concavidades se rellenarán y se ajustarán con cuñas.
- Los tornapuntas no se apoyarán directamente sobre el suelo, se intercalarán cuñas y base resistente.

5.4.- RETROEXCAVADORA.

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.

5.5.- BULDOZER.

Obligación de:

- 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.

5.6.- PALA CARGADORA.

Equipo individual de protección:

Casco – Ropa de trabajo – Protección de la vista – Calzado protección – 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 evitará 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.

5.7.- CAMIONES.

Equipo individual de protección:

- Casco (estando fuera del vehículo).

Normas de actuación generales:

- El vehículo llevará conectado a la marcha atrás un silbato, el cual sonará cuando se mueva en dicho sentido.
- Antes de iniciar la jornada se revisarán los puntos siguientes para verificar su correcto funcionamiento: silbato marcha atrás, Frenos, dirección, limpia parabrisas, extintor de incendios y pilotos indicadores de dirección, parada y situación.
- En caso de avería o mal funcionamiento de alguno de ellos, se reparará antes de iniciar el trabajo.
- No se dejará desatendido el vehículo estando el motor en marcha.
- Si el camión tuviera que ser remolcado, hay que asegurarse de que lleva bastante aire para el funcionamiento de los frenos. En caso contrario hay que usar una barra rígida para el remolque.
- No se hará ninguna reparación o ajuste con el motor en marcha, excepto cuando esto sea estrictamente necesario.
- Se comprobará periódicamente, durante el trabajo, el freno de mano, que se usará únicamente para aparcar, excepto en casos de emergencia.
- Al aparcar se dejará una distancia de seguridad con los demás vehículos.
- Al comprobar el líquido del radiador, se dejará escapar primero la presión, antes de quitar el tapón.
- No se permitirá que vaya nadie sobre los estribos, aletas o caja del camión.
- Cuando se haya utilizado un extintor debe darse aviso de ello, para que se proceda a su rellenado o sustitución.
- Hay que informar al superior inmediato de la falta de seguridad de la ruta, debido a baches, terreno blando, etc.
- Al estacionar, el vehículo se dejará siempre con el freno de mano puesto y una marcha metida. Se evitará aparcar en pendiente, sobre todo con el vehículo cargado.
- Tendrá en cuenta el riesgo de emisión de gases de los motores cuando trabaje en recintos con poca ventilación, parando en este caso el motor durante los vertidos, siempre que sea posible.

- Siempre que sea obligación detenerse en curvas o rampas de visibilidad reducida se asegurará de ser visto desde otros vehículos en movimiento, requiriendo la ayuda de señales o colocación de señalización vial.

Normas de actuación durante la carga:

- Se introducirá el camión con cuidado en la zona de carga, y se mantendrá una distancia, segura con el camión que le precede.
- Cuando se haga marcha atrás, se asegurará que no hay personas, obstáculos ni vehículos y tocará el claxon intermitentemente.

Normas de actuación específicas para camión hormigonera:

- Se asegurará que el vehículo esté parado y estable antes de accionar el mecanismo de rotación de la hormigonera.
- No circulará con la canaleta suelta.

5.8.- DUMPER.

Equipo individual de protección:

Casco – Ropa de trabajo – Calzado protección – Gafas antipolvo – 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 polvorientas 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.

5.9.- GRÚA MÓVIL.

El operador deberá seguir las siguientes normas:

- 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 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.
- Pondrá extremo cuidado al montar y desmontar tramos de pluma, no se situará nunca debajo de ella y efectuará la operación en la forma correcta.
- 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 enrolen entre sí, no apoyar la carga antes de hacer volver los cables a su posición normal.

5.10.- MOTONIVELADORA.

Equipo individual de protección:

Casco – Ropa de trabajo – Protección de la vista – Protección de las vías respiratorias – Calzado de protección – 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 dónde 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 puesto en conocimiento del inmediato superior.

5.11.- RODILLO VIBRATORIO.

El operador deberá seguir las siguientes consignas:

- 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.

5.12.- SOLDADURA ELÉCTRICA.

Equipo individual de protección:

Casco – Pantalla para soldador - Gafas contra proyecciones – Manoplas – Manguitos - Polainas - Mandil de cuero - Calzado de seguridad – Cinturón de seguridad.

Normas de actuación:

- Las zonas de trabajo se mantendrán limpias, ordenadas y con iluminación suficiente
- Si existiese peligro de caída de objetos o materiales a nivel inferior, éste se acotará para impedir el paso. Si el peligro de caída de objetos y materiales fuese sobre la zona de trabajo, ésta se protegerá adecuadamente.
- No se deberá arrojar las puntas de los electrodos desde altura, por lo que el soldador llevará una bolsa para recogerlas.
- El soldador deberá estar sobre apoyo seguro y adecuado que evite su caída en caso de pérdida de equilibrio por cualquier causa. De no ser posible, estará sujeto con cinturón de seguridad.
- Será preceptivo el empleo de mascarilla o careta con el filtro químico correspondiente, en trabajos de soldadura o corte sobre material galvanizado.
- Los bordes de conexión estarán cuidadosamente aislados.
- Los cables de conducción de corriente estarán debidamente aislados y se tenderán de forma que, en una rotura accidental, no produzca contacto con los elementos metálicos que se estén montando y sobre los cuales estén trabajando otros operarios.
- Los cables estarán en buen uso, evitándose los empalmes que, en caso obligado, se aislarán con cinta antihumedad.
- Los grupos se hallarán aislados adecuadamente y protegidos contra la lluvia.
- Los interruptores eléctricos estarán cerrados y protegidos contra la intemperie.
- Los cables del circuito de soldadura deberán mantenerse secos y limpios.

- Las masas de cada aparato de soldadura estarán puestas a tierra, así como uno de los conductores del circuito de utilización para la soldadura. Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldar a estas masas cuando por su puesta a tierra no se provoquen corrientes parásitas de intensidad peligrosa.
- Antes de conectar una máquina eléctrica a una toma de corriente cuyo voltaje se ignore, se comprobará la tensión de la misma con un voltímetro y nunca con lámparas.
- Se evitará el poner en contacto la pinza de soldadura con ropas mojadas o sudorosas.
- No se harán trabajos de soldadura eléctrica a cielo abierto mientras llueva o nieve, ni en caso de tormentas eléctricas o de intensa fuerza del viento.
- Los aparatos de soldadura se colocarán en la periferia y/o en cota inferior a la zona de trabajo, a fin de que en ésta no penetren los cables de alineación a los mismos, sino solamente los de pinza y masa.
- En los montajes en altura, mientras no se esté soldando, deberá estar desconectado el grupo, y en los pequeños intervalos en que esto no sea posible, el portaelectrodos se guardará en la funda de cuero que forma parte del equipo de soldador.
- Cuando el soldador abandone el tajo de soldadura, deberá desconectar previamente el grupo, independientemente del tiempo que dure la ausencia.

5.13.- NORMAS DE COMPORTAMIENTO PARA MECÁNICOS.

Los equipos de seguridad que la Empresa le entrega son para ser utilizados correctamente en los casos adecuados. Deberá conservarlos en buen estado y solicitar su cambio cuando se hayan deteriorado.

Deberá comunicar a su superior cualquier deficiencia observada en herramientas, máquinas o instalaciones, a fin de procurar que sea subsanado.

Existen recipientes para la recogida de desperdicios. No deberá, por lo tanto, tirarlos al suelo ni abandonarlos en cualquier lugar fuera de los indicados para ello.

Está prohibido inutilizar cualquier dispositivo de seguridad aunque aparentemente facilite su trabajo.

Sólo los electricistas están autorizados para efectuar reparaciones o ajustes en instalaciones eléctricas.

- Evitará permanecer o circular debajo de cargas suspendidas.
- Cuando realice revisiones o reparaciones en cualquier elemento accionado por cilindros hidráulicos, siendo necesario mantenerlo elevado (calzos de palas cargadoras, hojas de tractores, basculantes de camiones, etc.), deberá calzarlo adecuadamente con tacos de madera u otros elementos apropiados.
- Está prohibido fumar en las inmediaciones del surtidor de combustible, del almacén de lubricantes y de la zona de carga de batería.
- Es obligatorio el uso de gafas protectoras en todos aquellos trabajos en los que existe riesgo de proyección de partículas, como son por ejemplo:
 - Oxicorte Trabajos en la piedra esmeril.
 - Trabajos con Rotaflex.
 - Rascado de pintura.
 - Trabajos en máquinas-herramientas con arranque de viruta.
- Deberá utilizar guantes siempre que maneje cables y piezas con aristas cortantes.

5.14.- NORMAS DE COMPORTAMIENTO PARA ELECTRICISTAS.

- Es obligatorio el uso de botas y guantes de goma para tocar cualquier aparato que esté o tenga posibilidades de estar bajo tensión.
- Es obligatorio cortar tensión en el punto de trabajo, condenando efectivamente el interruptor para que no pueda ser puesto bajo tensión accidentalmente.
- En caso de trabajos bajo tensión, dará parte a su superior inmediato antes de comenzarlos.
- Está prohibido puntear los dispositivos eléctricos de protección.
- Mensualmente comprobará el estado de los cuadros eléctricos.

- Antes de cualquier operación en el transformador, hará uso de la pértiga de detección, para comprobar la ausencia de tensión, para ello:
- Verificará el correcto funcionamiento de la pértiga de detección, utilizando la magneto portátil de comprobación.
- Comprobará, con la pértiga de detección ya verificada, la ausencia de tensión de los puntos accesibles.
- Volverá a comprobar la pértiga con la magneto.
- Empleará para estas y tochas las demás posibles operaciones, guantes aislantes y taburetes aislantes.
- No efectuará ninguna operación en el transformador sin llevar un ayudante.

6.- SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

6.1.- SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE.

La obra dispondrá de Técnico de Seguridad e Higiene con dedicación completa, y de Brigada de Seguridad (oficial y peón) para mantenimiento y reposición de protecciones.

6.2.- SERVICIO MÉDICO.

La empresa dispondrá de un Servicio Médico de empresa propia o mancomunado.

6.3.- VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE.

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de construcción, o en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

6.4.- INSTALACIONES MÉDICAS.

El botiquín se revisará semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

6.5.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Se dispondrá de vestuario, servicios higiénicos y comedor, debidamente dotados. El vestuario dispondrá de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios. Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

6.6.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene, adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

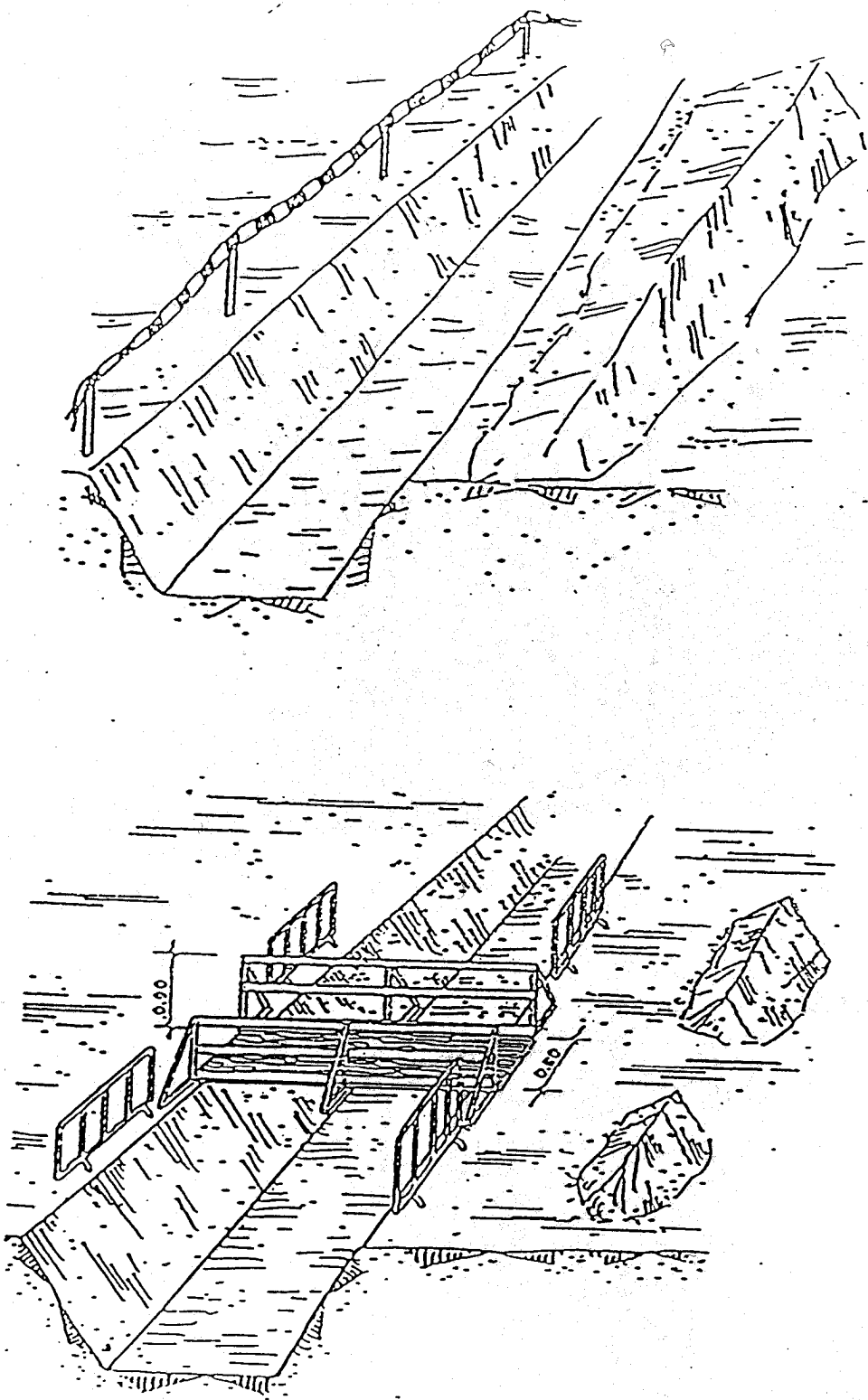
El Plan de Seguridad y Salud que estudie, analice y complemente este Estudio, constará de los mismos apartados, con adaptación expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el pliego de condiciones.

Dicho plan será informado por el Coordinador de Seguridad y Salud y con este informe se llevará a su aprobación por la Administración Pública que haya ejecutado la obra.

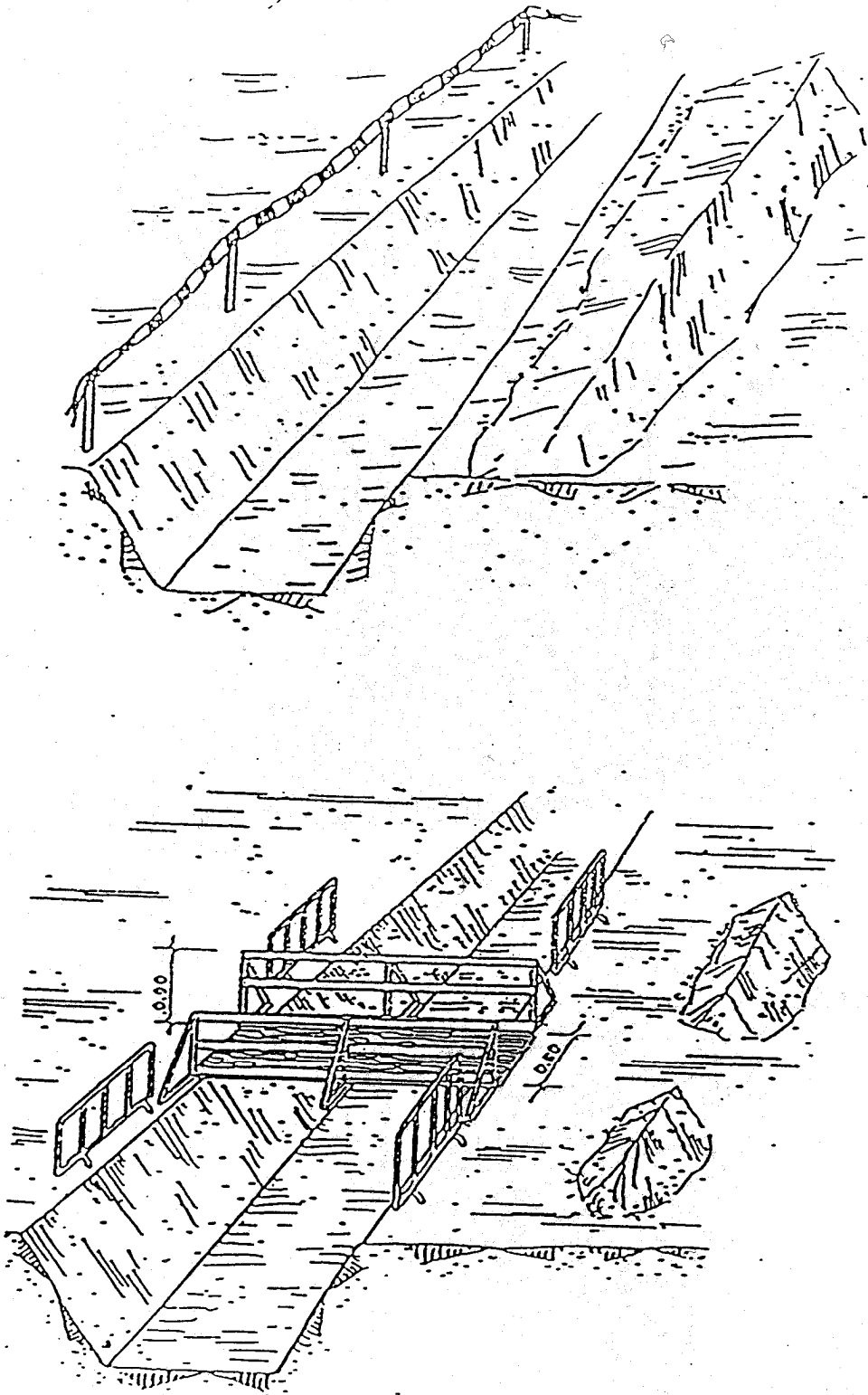
PRESUPUESTO

PLANOS

1.PROTECCIÓN EN ZANJAS

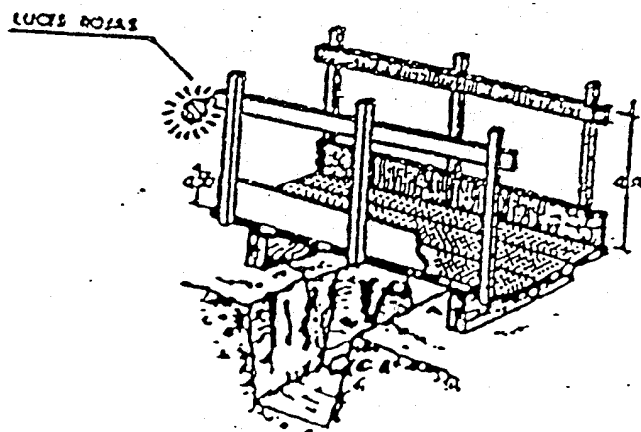
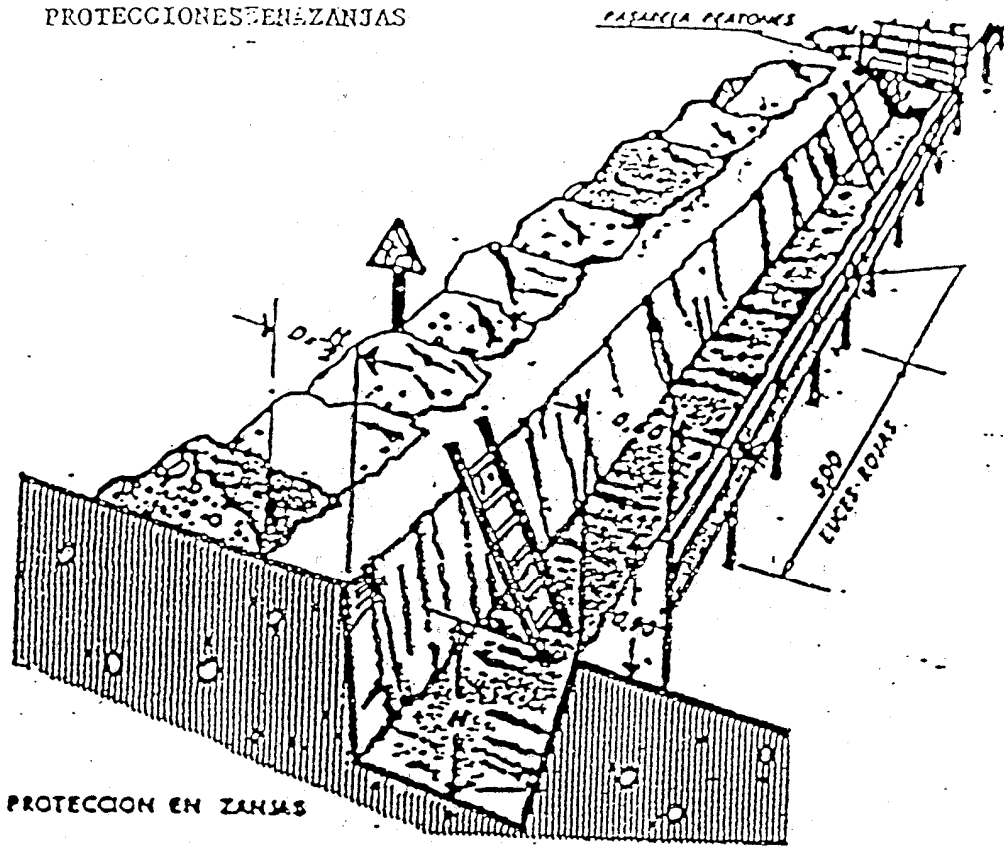


PROTECCIONES EN ZANJAS



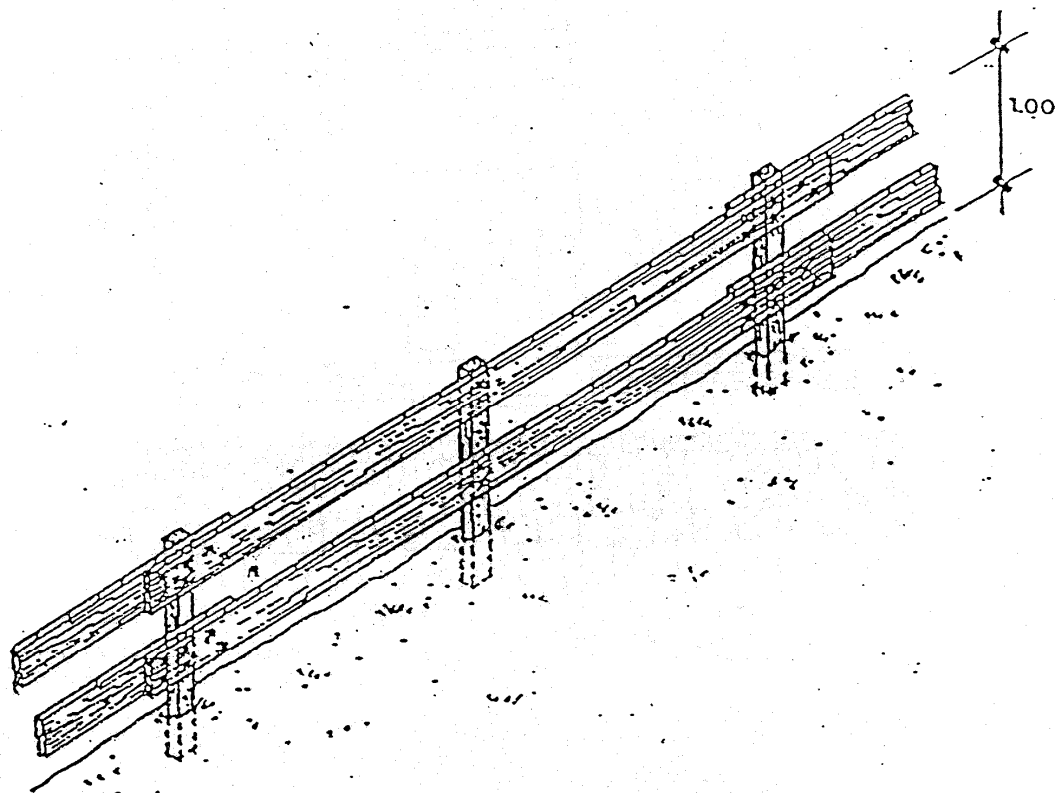
PROTECCIONES EN ZANJAS

PROTECCIONES EN ZANJAS



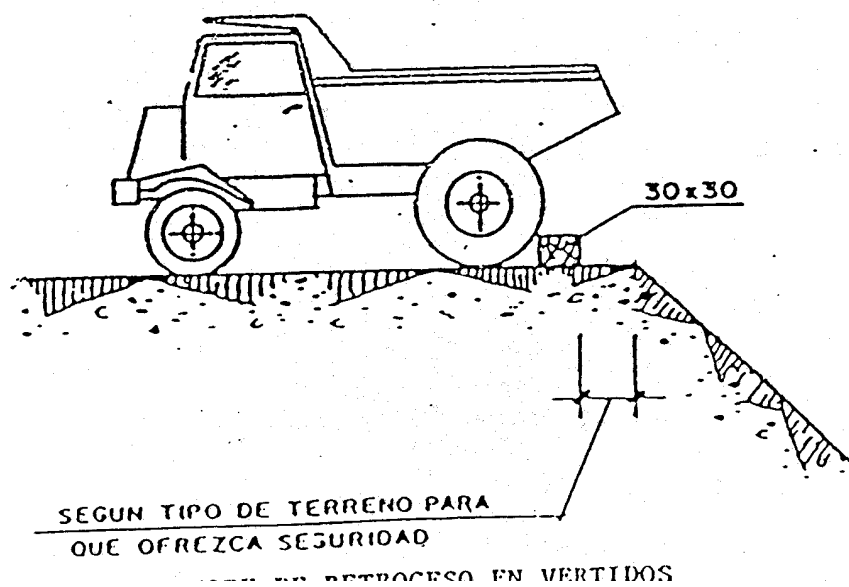
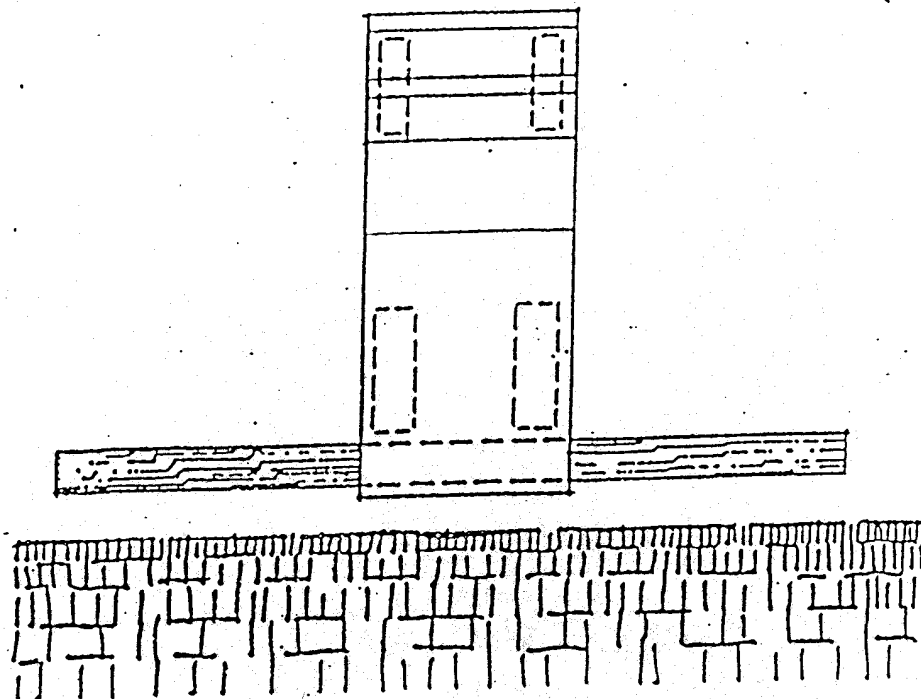
DETALLE DE PASARELA PEATONES

2.-BARANDILLA DE PROTECCIÓN

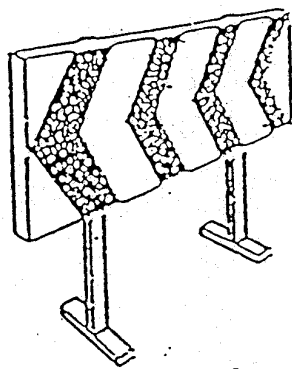


BARANDILLA DE PROTECCION

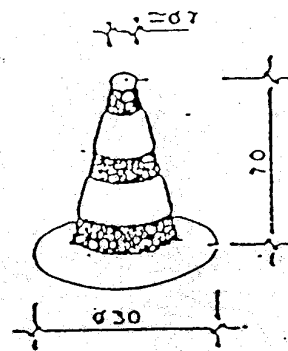
3.-TOPE EN RETROCESO EN VERTIDOS



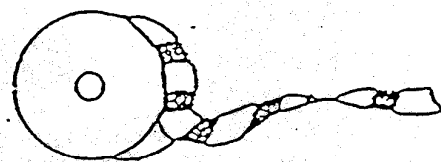
4.-SEÑALIZACIONES EN CARRETERA



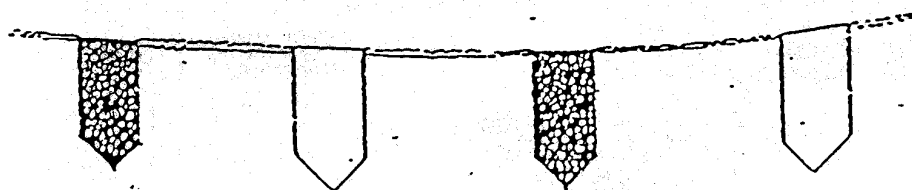
VALLAS DESVIO TRAFICO



CONO BALIZAMIENTO

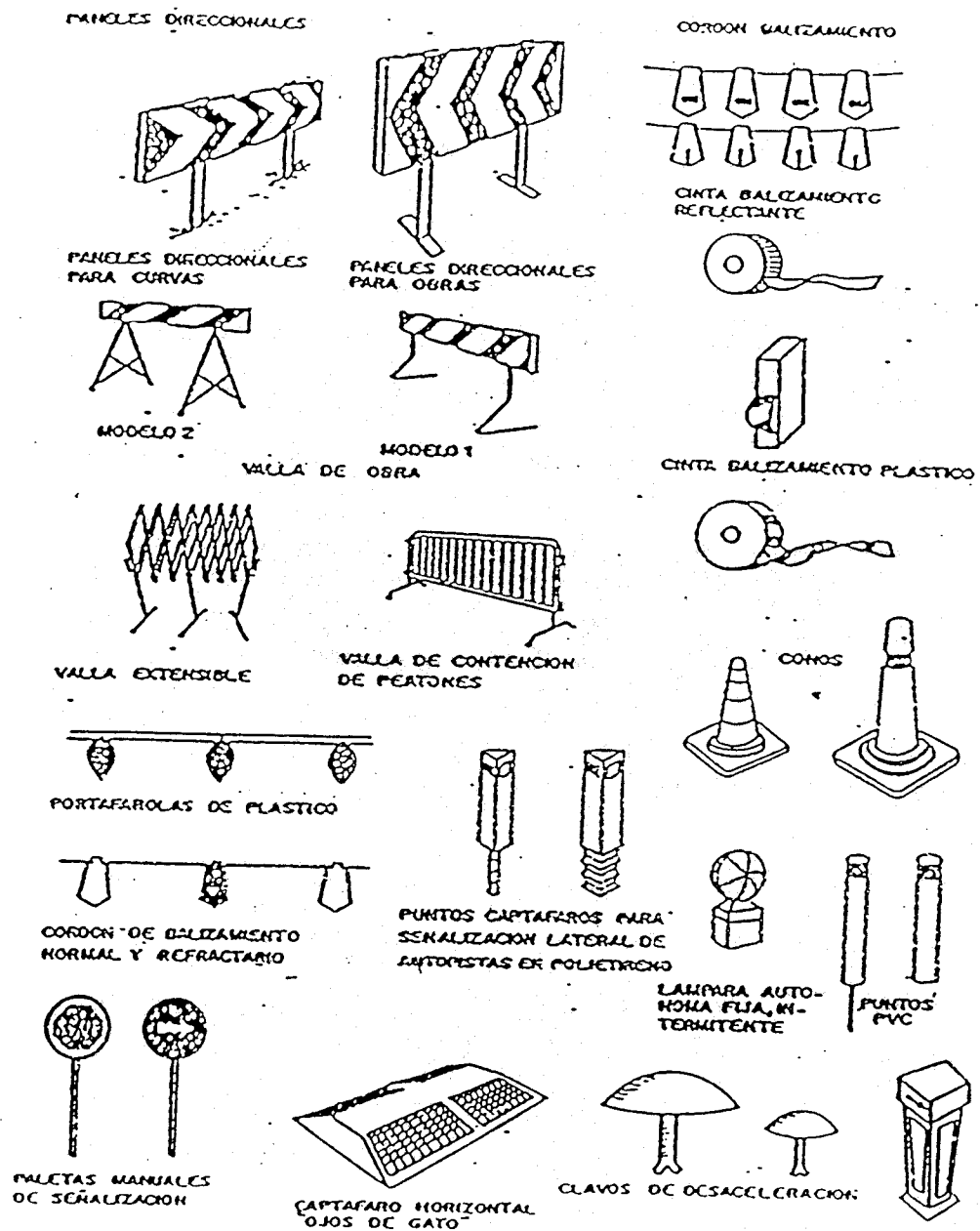


CINTA BALIZAMIENTO

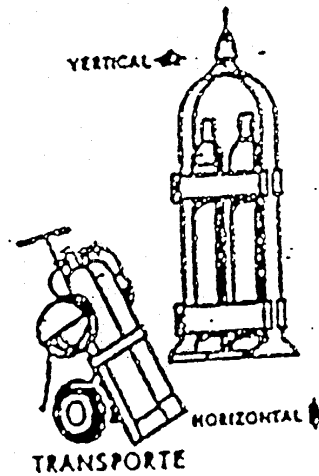
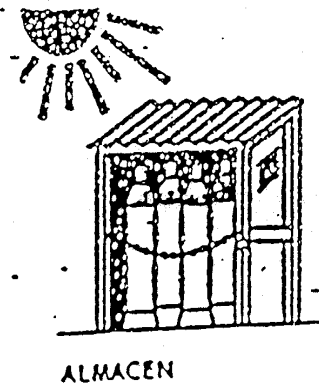
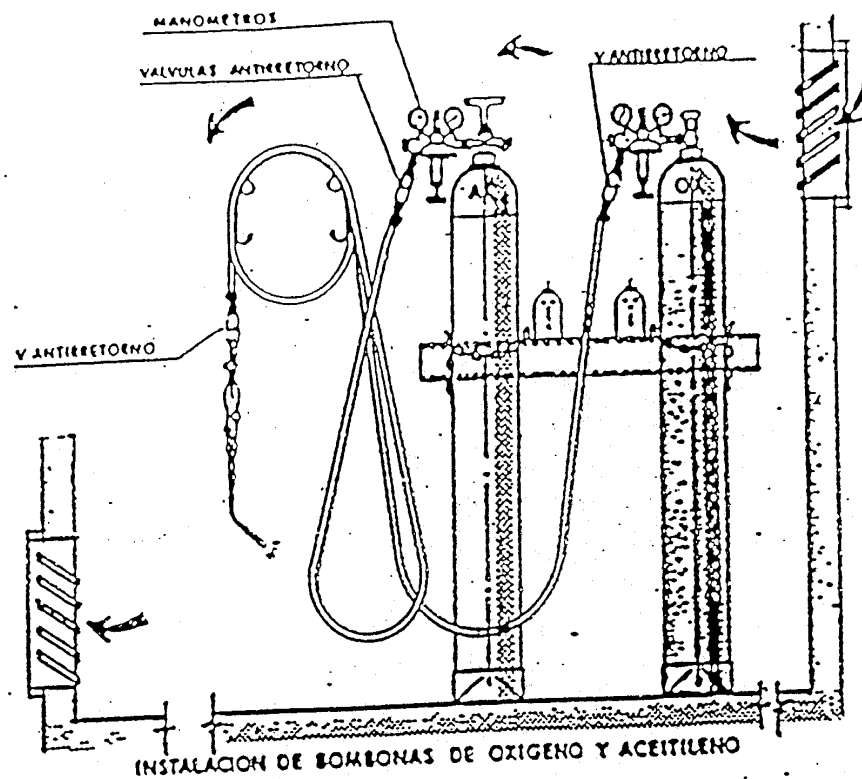


CORDON BALIZAMIENTO

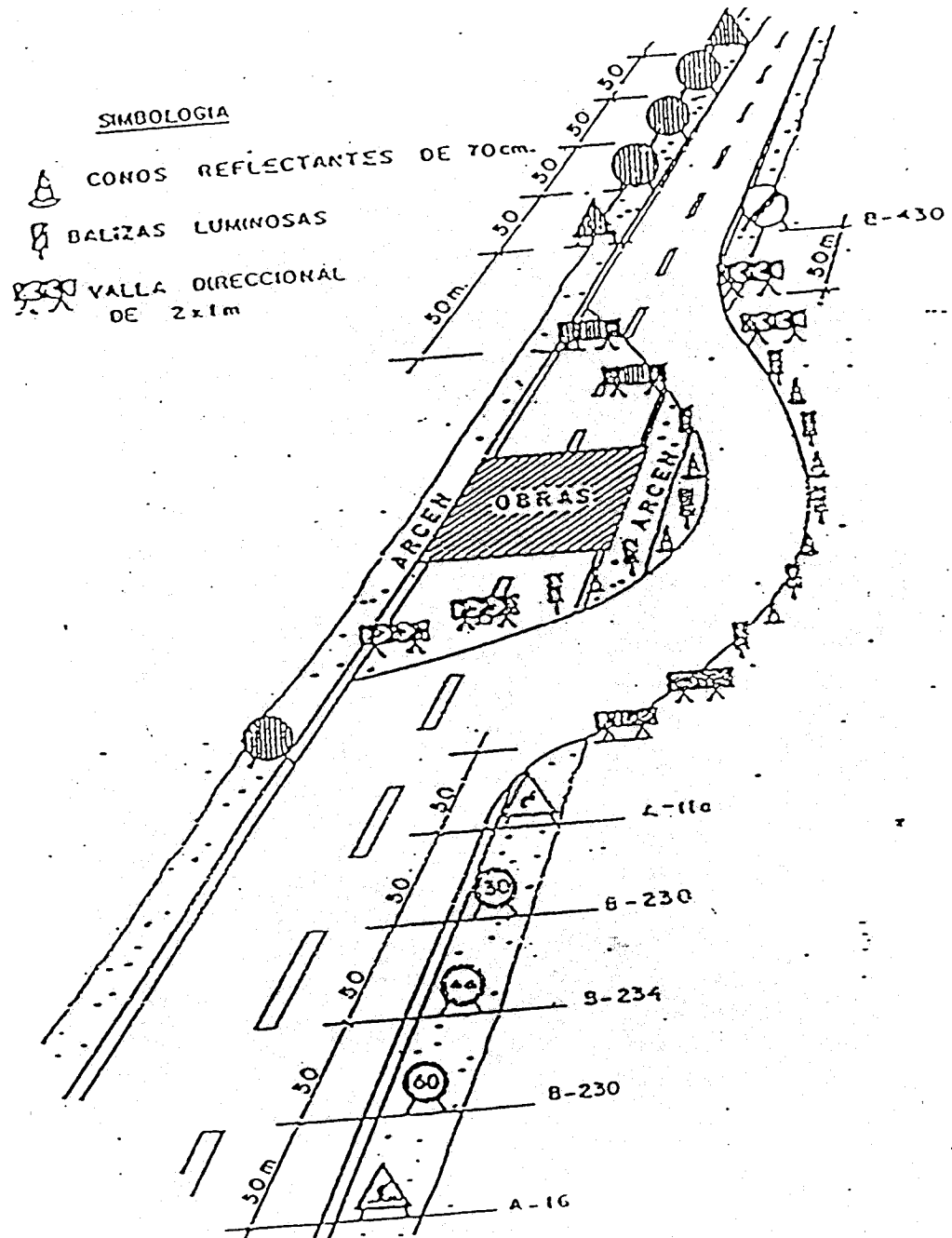
5.- ELEMENTOS AUXILIARES EN SEÑALIZACION



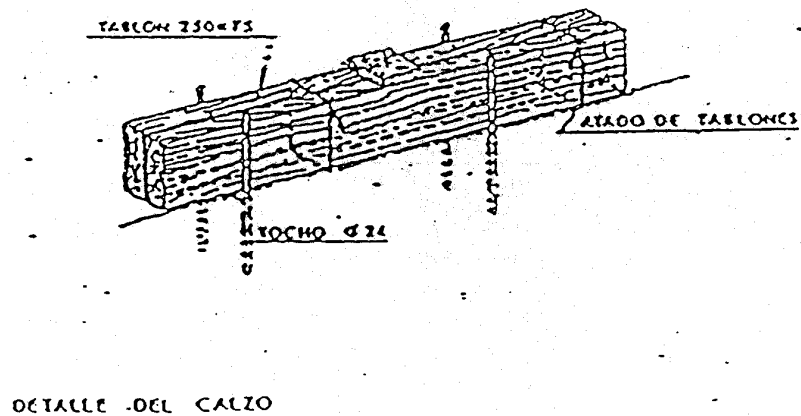
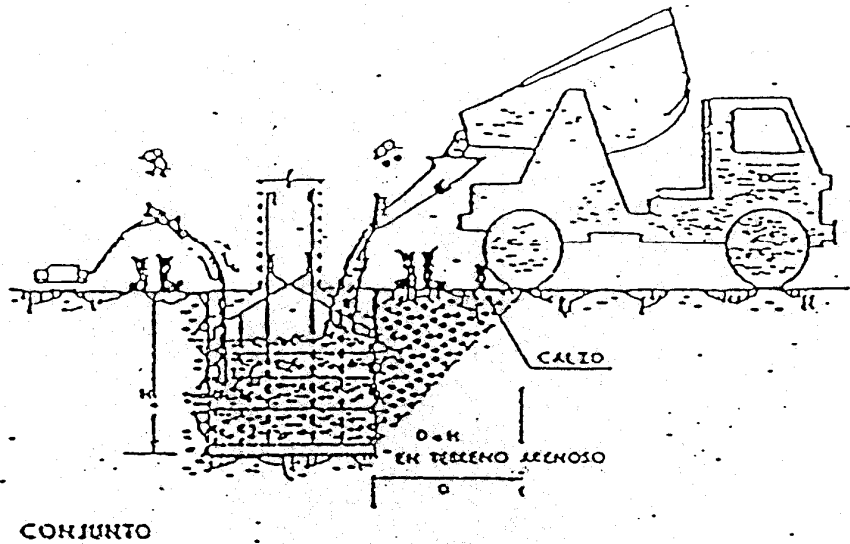
6.-GRUPO OXICORTE



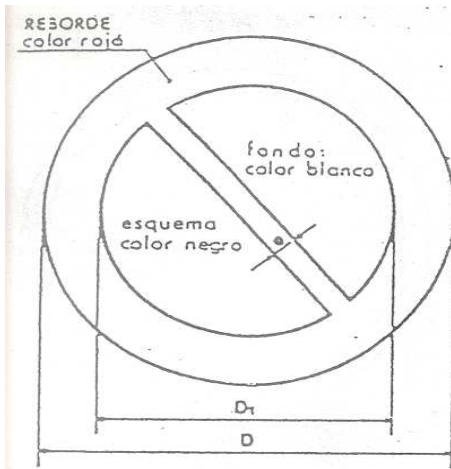
7.-BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO



8.- HORMIGONADO POR VERTIDO DIRECTO EN ZANJAS O CIMENTACIONES



9.-SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN OBRAS(PROHIBICIÓN)



DIMENSIONES EN mm		
D	D ₁	ø
594	420	44
420	297	31
297	210	17
210	148	16
148	105	11
105	74	8



AGUA NO POTABLE



PROHIBIDO APAGAR CON AGUA



PROHIBIDO ENCENDER FUEGO



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO A PERSONAS



PROHIBIDO EL PASO A LOS PEATONES



PROHIBIDA LA ENTRADA



PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA



PROHIBIDO EL PASO



PROHIBIDO ACCIONAR



ALTO, NO PASAR



PROHIBIDO ACOMPAÑANTES EN CARRETILLA



PROHIBIDO DEPOSITAR MATERIALES MANTENER LIBRE EL PASO



PROHIBIDO EL PASO A CARRETILLA



PROHIBIDO PISAR SUELO NO SEGURO



NO CONECTAR
Se está trabajando.
Lugar para
Sr. puede quitar este signo.



NO CONECTAR
SE ESTÁ TRABAJANDO



NO MANIPULAR
Trabaja en estado
Lugar para
Sr. puede quitar este signo.



NO MANIPULAR



NO CONECTAR
.....

10.- SEÑALES DE SEGURIDAD EN OBRAS(ADVERTENCIA DE PELIGRO)

SENALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

ESQUEMA
Y REBORDE
color negro

fondo amarillo

L₁

L

DIMENSIONES EN mm		
L	L ₁	m
594	492	30
420	348	21
297	246	15
210	174	11
148	121	8
105	87	5

RIESGO INCENDIO

RIESGO EXPLOSION

RIESGO RADIACION

RIESGO CARGAS
SUSPENDIDAS

RIESGO INTOXICACION

RIESGO CORROSION

RIESGO ELECTRICO

PELIGRO INDETERMINADO

CAIDA DE OBJETOS

DESPRENDIMIENTOS

MAQUINA PESADA
EN MOVIMIENTO

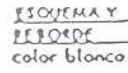
CAIDAS A DISTINTO
NIVEL

CAIDAS AL MISMO
NIVEL

ALTA TEMPERATURA

BAJA TEMPERATURA

ALTA PRESION



L	L ₂	m
864	834	30
420	376	21
237	247	16
210	164	11
144	122	8
106	86	5



SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD EN OBRAS (SALVAMENTO)

12.-SEÑALES DE SEGURIDAD EN OBRAS(SEÑALES DE PRESCRIPCIÓN Y PELIGRO)

SEÑALES DE PRESCRIPCIÓN IMPERATIVAS Y DE PELIGRO

DIMENSIONES EN mm		
D	D ₁	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 RADIACION

RIESGO
DE INCENDIO

NO TOCAR
PELIGRO DE MUERTE

RIESGO
DE CORROSION

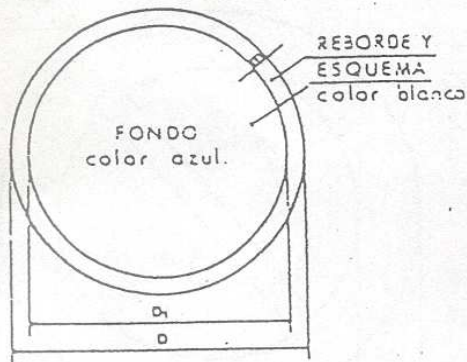
TIERRAS PUESTAS

RIESGO
ELECTRICO

PROHIBIDO MANIOBRAR
TRABAJO

13.-SEÑALES DE SEGURIDAD EN OBRAS(OBLIGACIÓN)

SEÑALES DE OBLIGACION

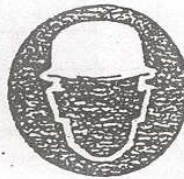


DIMENSIONES EN mm

D	D ₁	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 ANTIESTATICO



USO DE GAFAS O PANTALLAS



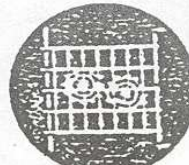
USO DE PANTALLA



OBLIGACION LAVARSE LAS MANOS

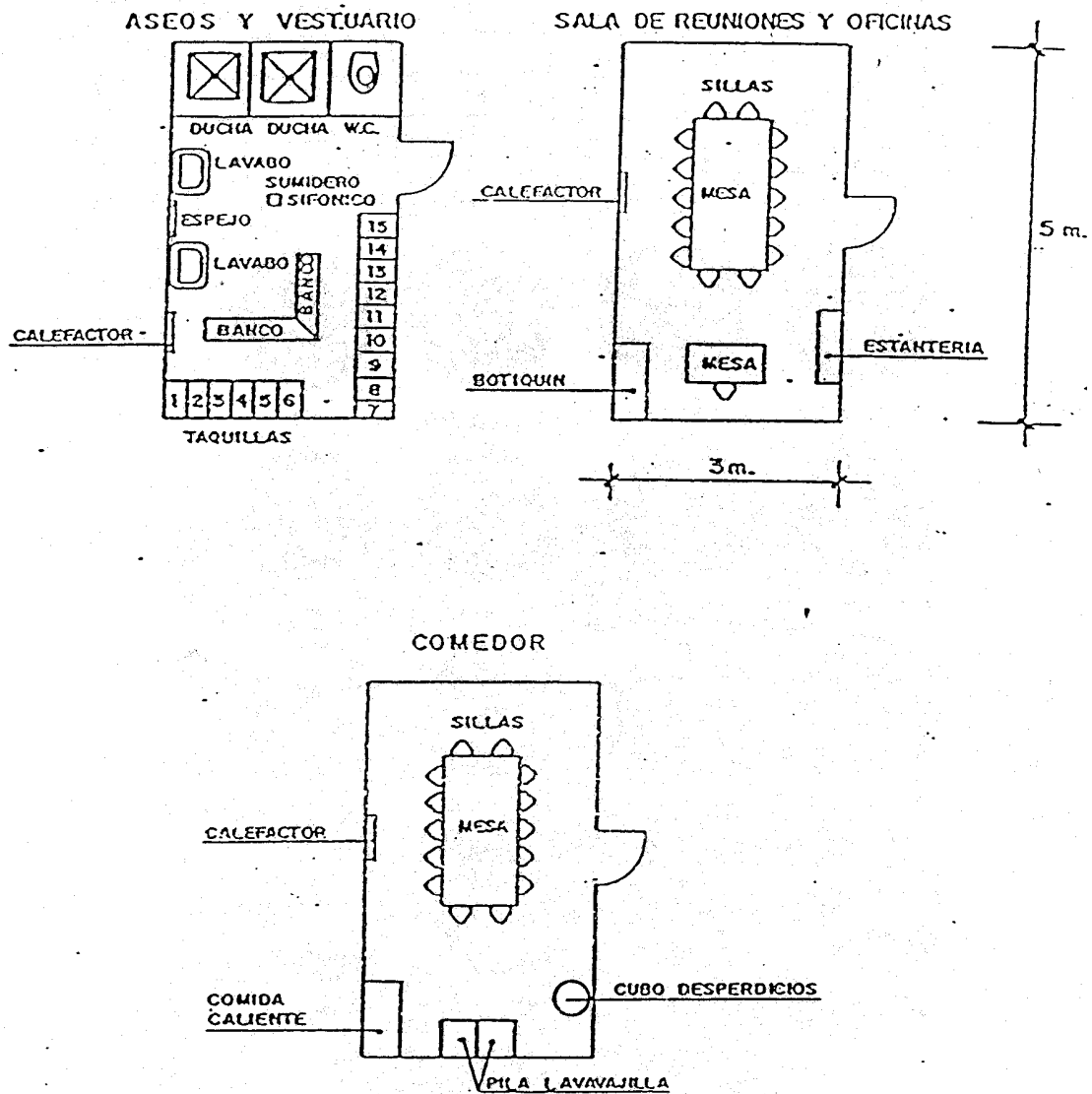


USO DE PROTECTOR AJUSTABLE



14.- MODELO DE INSTALACIÓN PARA COMEDOR, SALA DE REUNIONES, OFICINA, ASEOS Y VESTUARIO

MODELO DE INSTALACION PARA COMEDOR, SALA DE REUNIONES Y OFICINAS, ASEOS Y VESTUARIO.



En Huesca a 12 de noviembre de 2012

Fdo. Carmen Portero Balaguer

Ingeniera Agrónoma

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 SEGURIDAD E HIGIENE									
SUBCAPÍTULO ES01 OBRA DE RIEGO. PROTECCIONES INDIVIDUALES.									
D41EG001	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.						10,00	11,00	110,00
D41EG010	Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR. Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.						10,00	23,00	230,00
D41EA001	Ud CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.						10,00	3,00	30,00
D41EC500	Ud CINTURON ANTILUMBAGO Ud. Cinturón antilumbago cieere hebilla, homologado CE.						10,00	8,50	85,00
D41EA220	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.						10,00	11,00	110,00
D41EA230	Ud GAFAS ANTIPOLVO. Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.						10,00	2,00	20,00
D41EC001	Ud MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado CE.						10,00	16,00	160,00
D41EC010	Ud IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.						10,00	9,00	90,00
D41EC520	Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.						10,00	21,00	210,00
D41EA601	Ud PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.						10,00	8,00	80,00
D41EE010	Ud PAR GUANTES NEOPRENO 100% Ud. Par de neopreno 100% , homologado CE.						10,00	2,00	20,00
D41EE030	Ud PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.						10,00	27,00	270,00
D41EG030	Ud PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.						10,00	24,94	249,40
D41EC455	Ud ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS Ud. Anticaídas deslizante para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE.						2,00	234,40	468,80

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D41EC480	Ud APARATO FRENO. Ud. Aparato de freno de paracaídas, homologado.						2,00	60,58	121,16
D41EC495	Ud ENROLLADOR ANTICAIDAS 10 M. Ud. Enrollador anticaídas 10 m. de cable retráctil D= 4 mm., homologada CE.						2,00	641,28	1.282,56
D41EE020	Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.						2,00	7,51	15,02
D41EE040	Ud PAR MANGUITOS SOLDADOR H. Ud. Par de manguitos para soldador al hombro serraje grado A, homologado CE.						2,00	10,22	20,44
D41EC040	Ud CHAQUETA SOLDADOR SERRAJE Ud. Chaqueta de serraje para soldador grado A, homologada CE.						2,00	45,08	90,16
D41EG401	Ud PAR POLAINAS SOLDADOR Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.						2,00	9,92	19,84
TOTAL SUBCAPÍTULO ES01 OBRA DE RIEGO.									3.682,38
SUBCAPÍTULO ES02 OBRA DE RIEGO. PROTECCIONES COLECTIVAS.									
D41CC210	MI VALLA COLGANTE SEÑALIZACION. MI. Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujección, soporte metálico, colocación y desmontado.						100,00	6,71	671,00
D41CA040	Ud CARTEL INDICAT.RIESGO I/SOPOR Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.						5,00	16,59	82,95
D41CA010	Ud SEÑAL STOP I/SOPORTE. Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)						5,00	31,25	156,25
D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.						900,00	1,27	1.143,00
D41CE001	Ud BOYAS INTERMITENTES C/CELULA. Ud. Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado. (5 usos)						3,00	10,43	31,29
D34AA006	Ud EXTIN.POL. ABC6Kg.EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado. Certificado por AE-NOR.						3,00	49,55	148,65

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D34AA310	Ud EXT.NIEVE CARB.5 Kg. EF 34B Ud. Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado.						3,00	146,37	439,11
D41GC201	MI BARANDILLA TIPO SARGTO. TABL. MI. Barandilla con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de forjados tanto de pisos como de cubierta, incluso colocación y desmontaje.						25,00	5,59	139,75
D41GC401	MI VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.						20,00	17,57	351,40
D41GG001	MI CABLE DE SEGUR.PARA ANCL.CINT MI. Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad.						10,00	4,01	40,10
TOTAL SUBCAPÍTULO ES02 OBRA DE RIEGO.									3.203,50
SUBCAPÍTULO ES03 OBRA DE RIEGO. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA PREVENCIÓN.									
D41AA320	Ud ALQUILER CASETA P.VESTUARIOS. Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.						6,00	114,33	685,98
D41AA410	Ud A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO Ud. Más 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.						6,00	175,10	1.050,60
D41IA210	Ud LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET. Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.						12,00	154,50	1.854,00
D41AG801	Ud BOTIQUIN DE OBRA. Ud. Botiquín de obra instalado.						3,00	20,00	60,00
D41AG810	Ud REPOSICION DE BOTIQUIN. Ud. Reposición de material de botiquín de obra.						6,00	39,00	234,00
TOTAL SUBCAPÍTULO ES03 OBRA DE RIEGO.									3.884,58

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO ES04 OBRA DE RIEGO. MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN.									
D41IA020	H. FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE								
	H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.								
							20,00	11,33	226,60
D41IA040	Ud RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT								
	Ud. Reconocimiento médico obligatorio.								
							10,00	42,00	420,00
TOTAL SUBCAPÍTULO ES04 OBRA DE RIEGO. MEDICINA									646,60
TOTAL CAPÍTULO 1 SEGURIDAD E HIGIENE.....									11.417,06
TOTAL.....									11.417,06

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 1 SEGURIDAD E HIGIENE			
SUBCAPÍTULO ES01 OBRA DE RIEGO. PROTECCIONES INDIVIDUALES.			
D41EG001	Ud	PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	11,00
		ONCE EUROS	
D41EG010	Ud	PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR. Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.	23,00
		VEINTITRES EUROS	
D41EA001	Ud	CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.	3,00
		TRES EUROS	
D41EC500	Ud	CINTURON ANTILUMBAGO Ud. Cinturón antilumbago ciecee hebilla, homologado CE.	8,50
		OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
D41EA220	Ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	11,00
		ONCE EUROS	
D41EA230	Ud	GAFAS ANTIPOLVO. Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.	2,00
		DOS EUROS	
D41EC001	Ud	MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	16,00
		DIECISEIS EUROS	
D41EC010	Ud	IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.	9,00
		NUEVE EUROS	
D41EC520	Ud	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.	21,00
		VEINTIUN EUROS	
D41EA601	Ud	PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.	8,00
		OCHO EUROS	
D41EE010	Ud	PAR GUANTES NEOPRENO 100% Ud. Par de neopreno 100% , homologado CE.	2,00
		DOS EUROS	
D41EE030	Ud	PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.	27,00
		VEINTISIETE EUROS	
D41EG030	Ud	PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.	24,94
		VEINTICUATRO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
D41EC455	Ud	ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS Ud. Anticaidas deslizante para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE.	234,40
		DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
D41EC480	Ud	APARATO FRENO. Ud. Aparato de freno de paracaídas, homologado.	60,58
		SESENTA EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
D41EC495	Ud	ENROLLADOR ANTICAIDAS 10 M. Ud. Enrollador anticaidas 10 m. de cable retráctil D= 4 mm., homologada CE.	641,28
		SEISCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
D41EE020	Ud	PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.	7,51
		SIETE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
D41EE040	Ud	PAR MANGUITOS SOLDADOR H. Ud. Par de manguitos para soldador al hombro serraje grado A, homologado CE.	10,22
		DIEZ EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	
D41EC040	Ud	CHAQUETA SOLDADOR SERRAJE Ud. Chaqueta de serraje para soldador grado A, homologada CE.	45,08
		CUARENTA Y CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS	
D41EG401	Ud	PAR POLAINAS SOLDADOR Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.	9,92
		NUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO ES02 OBRA DE RIEGO. PROTECCIONES COLECTIVAS.			
D41CC210	MI	VALLA COLGANTE SEÑALIZACION. MI. Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujección, soporte metálico, colocación y desmontado.	6,71
		SEIS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS	
D41CA040	Ud	CARTEL INDICAT.RIESGO I/SOPOR Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.	16,59
		DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
D41CA010	Ud	SEÑAL STOP I/SOPORTE. Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)	31,25
		TREINTA Y UN EUROS con VEINTICINCO 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.	1,27
		UN EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
D41CE001	Ud	BOYAS INTERMITENTES C/CELULA. Ud. Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado. (5 usos)	10,43
		DIEZ EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	
D34AA006	Ud	EXTIN.POL. ABC6Kg.EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AENOR.	49,55
		CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
D34AA310	Ud	EXT.NIEVE CARB.5 Kg. EF 34B Ud. Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado.	146,37
		CIENTO CUARENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D41GC201	MI	BARANDILLA TIPO SARGTO. TABL. MI. Barandilla con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de forjados tanto de pisos como de cubierta, incluso colocación y desmontaje.	5,59
		CINCO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
D41GC401	MI	VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.	17,57
		DIECISIETE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
D41GG001	MI	CABLE DE SEGUR.PARA ANCL.CINT MI. Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad.	4,01
		CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS	

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
SUBCAPÍTULO ES03 OBRA DE RIEGO. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA PREVENCIÓN.			
D41AA320	Ud	ALQUILER CASETA P.VESTUARIOS. Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.	114,33
		CIENTO CATORCE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
D41AA410	Ud	A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO 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 polibuteno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.	175,10
		CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	
D41IA210	Ud	LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET. Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.	154,50
		CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
D41AG801	Ud	BOTIQUIN DE OBRA. Ud. Botiquín de obra instalado.	20,00
		VEINTE EUROS	
D41AG810	Ud	REPOSICION DE BOTIQUIN. Ud. Reposición de material de botiquín de obra.	39,00
		TREINTA Y NUEVE EUROS	
SUBCAPÍTULO ES04 OBRA DE RIEGO. MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN.			
D41IA020	H.	FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.	11,33
		ONCE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
D41IA040	Ud	RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT Ud. Reconocimiento médico obligatorio.	42,00
		CUARENTA Y DOS EUROS	

DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	----------	----	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO 1 SEGURIDAD E HIGIENE

SUBCAPÍTULO ES01 OBRA DE RIEGO. PROTECCIONES INDIVIDUALES.

D41EG001	Ud	PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR				
		Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.				
U42EG001	1,000	Ud Par de botas de agua.	11,00	11,00		
TOTAL PARTIDA.....						11,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS

D41EG010	Ud	PAR BOTAS SEGUR.PUNT.SERR.				
		Ud. Par de botas de seguridad S2 serraje/lona con puntera y metálicas, homologadas CE.				
U42EG010	1,000	Ud Par de botas seguri.con punt.serr.	23,00	23,00		
TOTAL PARTIDA.....						23,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES EUROS

D41EA001	Ud	CASCO DE SEGURIDAD.				
		Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.				
U42EA001	1,000	Ud Casco de seguridad homologado	3,00	3,00		
TOTAL PARTIDA.....						3,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS

D41EC500	Ud	CINTURON ANTILUMBAGO				
		Ud. Cinturón antilumbago cieere hebilla, homologado CE.				
U42EC500	1,000	Ud Cinturón antivibratorio.	8,50	8,50		
TOTAL PARTIDA.....						8,50

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

D41EA220	Ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS.				
		Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.				
U42EA220	1,000	Ud Gafas contra impactos.	11,00	11,00		
TOTAL PARTIDA.....						11,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS

D41EA230	Ud	GAFAS ANTIPOLVO.				
		Ud. Gafas antipolvo o tipo visitante incolora, homologadas CE.				
U42EA230	1,000	Ud Gafas antipolvo.	2,00	2,00		
TOTAL PARTIDA.....						2,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS

D41EC001	Ud	MONO DE TRABAJO.				
		Ud. Mono de trabajo, homologado CE.				
U42EC001	1,000	Ud Mono de trabajo.	16,00	16,00		
TOTAL PARTIDA.....						16,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS

D41EC010	Ud	IMPERMEABLE.				
		Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.				
U42EC010	1,000	Ud Impermeable.	9,00	9,00		
TOTAL PARTIDA.....						9,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS

D41EC520	Ud	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.				
		Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.				
U42EC520	1,000	Ud Cinturón porta herramientas.	21,00	21,00		
TOTAL PARTIDA.....						21,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS

D41EA601	Ud	PROTECTORES AUDITIVOS.				
		Ud. Protectores auditivos, homologados.				
U42EA601	1,000	Ud Protectores auditivos.	8,00	8,00		
TOTAL PARTIDA.....						8,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D41EE010	Ud	PAR GUANTES NEOPRENO 100% Ud. Par de neopreno 100%, homologado CE.			
U42EE010	1,000 Ud	Par Guantes neopreno 100%	2,00	2,00	
TOTAL PARTIDA.....					2,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS					
D41EE030	Ud	PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.			
U42EE030	1,000 Ud	P.de guantes aislante electri	27,00	27,00	
TOTAL PARTIDA.....					27,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS					
D41EG030	Ud	PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.			
U42EG030	1,000 Ud	Par de botas aislantes elect.	24,94	24,94	
TOTAL PARTIDA.....					24,94
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
D41EC455	Ud	ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS Ud. Anticaidas deslizando para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE.			
U42EC455	1,000 Ud	Anticaidas deslizando cuerda 14 m.	234,40	234,40	
TOTAL PARTIDA.....					234,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS					
D41EC480	Ud	APARATO FRENO. Ud. Aparato de freno de paracaídas, homologado.			
U42EC480	1,000 Ud	Aparato freno paracaídas(arnés)	60,58	60,58	
TOTAL PARTIDA.....					60,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
D41EC495	Ud	ENROLLADOR ANTICAIDAS 10 M. Ud. Enrollador anticaidas 10 m. de cable retráctil D= 4 mm., homologada CE.			
U42EC495	1,000 Ud	Enrollador anticaidas 10 m	641,28	641,28	
TOTAL PARTIDA.....					641,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS					
D41EE020	Ud	PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.			
U42EE020	1,000 Ud	Par de guantes para soldador.	7,51	7,51	
TOTAL PARTIDA.....					7,51
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMO					
D41EE040	Ud	PAR MANGUITOS SOLDADOR H. Ud. Par de manguitos para soldador al hombro serraje grado A, homologado CE.			
U42EE040	1,000 Ud	Par de manguitos soldador	10,22	10,22	
TOTAL PARTIDA.....					10,22
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS					
D41EC040	Ud	CHAQUETA SOLDADOR SERRAJE Ud. Chaqueta de serraje para soldador grado A, homologada CE.			
U42EC040	1,000 Ud	Chaqueta serraje para soldador	45,08	45,08	
TOTAL PARTIDA.....					45,08
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS					
D41EG401	Ud	PAR POLAINAS SOLDADOR Ud. Par de polainas para soldador serraje grado A, homologadas CE.			
U42EG401	1,000 Ud	Par de polainas para soldador	9,92	9,92	
TOTAL PARTIDA.....					9,92
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

SUBCAPÍTULO ES02 OBRA DE RIEGO. PROTECCIONES COLECTIVAS.

D41CC210	MI	VALLA COLGANTE SEÑALIZACION.			
		MI. Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujeción, soporte metálico, colocación y desmontado.			
U01AA011	0,100 Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42CC210	1,000 MI	Cordón de señalización.	0,45	0,45	
U42CA501	0,330 Ud	Soporte metálico para señal	15,00	4,95	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	6,50	0,20	
TOTAL PARTIDA.....					6,71

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SETENTA Y UN CÉNTIMOS

D41CA040	Ud	CARTEL INDICAT.RIESGO I/SOPOR			
		Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.			
U01AA011	0,300 Hr	Peón ordinario	11,11	3,33	
U42CA005	1,000 Ud	Cartel indic.nor.0.30x0.30 m	4,00	4,00	
U42CA501	0,330 Ud	Soporte metálico para señal	15,00	4,95	
A02AA510	0,060 M3	HORMIGON H-200/40 elab. obra	63,86	3,83	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	16,10	0,48	
TOTAL PARTIDA.....					16,59

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D41CA010	Ud	SEÑAL STOP I/SOPORTE.			
		Ud. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)			
TOTAL PARTIDA.....					31,25

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con VEINTICINCO 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.			
U01AA011	0,100 Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42CC230	1,000 MI	Cinta de balizamiento reflec.	0,12	0,12	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	1,20	0,04	
TOTAL PARTIDA.....					1,27

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EURO con VEINTISIETE CÉNTIMOS

D41CE001	Ud	BOYAS INTERMITENTES C/CELULA.			
		Ud. Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado. (5 usos)			
U01AA011	0,050 Hr	Peón ordinario	11,11	0,56	
U42CE001	0,330 Ud	Célula fotoeléctrica.	29,00	9,57	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	10,10	0,30	
TOTAL PARTIDA.....					10,43

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

D34AA006	Ud	EXTIN.POL. ABC6Kg.EF 21A-113B			
		Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AENOR.			
U01AA011	0,100 Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U35AA006	1,000 Ud	Extintor polvo ABC 6 Kg.	47,00	47,00	
%0200001	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	48,10	1,44	
TOTAL PARTIDA.....					49,55

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D34AA310		Ud	EXT.NIEVE CARB.5 Kg. EF 34B			
			Ud. Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado.			
U01AA011	0,100	Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U35AA310	1,000	Ud	Extint.nieve carbónica 5 Kg.	141,00	141,00	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	142,10	4,26	
TOTAL PARTIDA.....						146,37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

D41GC201		MI	BARANDILLA TIPO SARGTO. TABL.			
			MI. Barandilla con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de forjados tanto de pisos como de cubierta, incluso colocación y desmontaje.			
U01AA008	0,100	H.	Oficial segunda	12,00	1,20	
U01AA011	0,100	Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42GC220	0,020	Ud	Soporte tipo sargento.	13,00	0,26	
U42GC205	1,000	MI	Tablón madera 0.40x0,12 m-3 mt	2,86	2,86	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	5,40	0,16	
TOTAL PARTIDA.....						5,59

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D41GC401		MI	VALLA METALICA PREF.DE 2.5 MI			
			MI. Valla metálica prefabricada con protección de intemperie Alucín, con soportes del mismo material en doble W, separados cada 2 ml. y chapa ciega del mismo material.			
U01AA009	0,300	Hr	Ayudante	11,78	3,53	
U01AA011	0,300	Hr	Peón ordinario	11,11	3,33	
U42CC040	0,200	MI	Valla contención peatones	51,00	10,20	
%0200001	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	17,10	0,51	
TOTAL PARTIDA.....						17,57

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D41GG001		MI	CABLE DE SEGUR.PARA ANCL.CINT			
			MI. Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad.			
U01AA007	0,100	Hr	Oficial primera	12,80	1,28	
U01AA011	0,100	Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42GC030	1,200	MI	Cable de seguridad.	1,08	1,30	
U42GC020	0,250	Ud	Puntos anclaj.para cable seg.	0,78	0,20	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	3,90	0,12	
TOTAL PARTIDA.....						4,01

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

SUBCAPÍTULO ES03 OBRA DE RIEGO. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA PREVENCIÓN.

D41AA320	Ud	ALQUILER CASETA P.VESTUARIOS.			
		Ud. Más de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.			
U42AA810	1,000 Ud	Alquiler caseta p.vestuarios	111,00	111,00	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	111,00	3,33	
TOTAL PARTIDA.....					114,33

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CATORCE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

D41AA410	Ud	A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO			
		Ud. Más 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 polibutíleno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.			
U42AA410	1,000 Ud	A.a/inod,ducha,lavab 3g,termo	170,00	170,00	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	170,00	5,10	
TOTAL PARTIDA.....					175,10

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y CINCO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

D41IA210	Ud	LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET.			
		Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.			
U42IA301	1,000 Ud	Limpieza y desinfección caseta	150,00	150,00	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	150,00	4,50	
TOTAL PARTIDA.....					154,50

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

D41AG801	Ud	BOTIQUIN DE OBRA.			
		Ud. Botiquín de obra instalado.			
U42AG801	1,000 Ud	Botiquín de obra.	20,00	20,00	
TOTAL PARTIDA.....					20,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS

D41AG810	Ud	REPOSICION DE BOTIQUIN.			
		Ud. Reposición de material de botiquín de obra.			
U42AG810	1,000 Ud	Reposición de botiquín.	39,00	39,00	
TOTAL PARTIDA.....					39,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

SUBCAPÍTULO ES04 OBRA DE RIEGO. MEDICINA PREVENTIVA Y FORMACIÓN.

D41IA020	H.	FORMACION SEGURIDAD E HIGIENE			
		H. Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado.			
U42IA020	1,000 H.	Formacion segurid.e higiene	11,00	11,00	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	11,00	0,33	
TOTAL PARTIDA.....					11,33

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

D41IA040	Ud	RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGAT			
		Ud. Reconocimiento médico obligatorio.			
U42IA040	1,000 Ud	Reconocimiento médico obligat	42,00	42,00	
TOTAL PARTIDA.....					42,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS EUROS

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	SEGURIDAD E HIGIENE.....	11.417,06	100,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	11.417,06	
	13,00% Gastos generales.....	1.484,22	
	6,00% Beneficio industrial.....	685,02	
	SUMA DE G.G. y B.I.	2.169,24	
	21,00% I.V.A.	2.853,12	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	16.439,42	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	16.439,42	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIECISEIS MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

, a 10 de noviembre de 2012.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA