



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Agrícola y Medio Rural

**Proyecto de modernización y mejora del
regadío, en Tamarite de Litera (Huesca)**

Alumno: Marta Elia Jiménez Híjar

Tutor: Juan José Mazón

Septiembre de 2014

Copia para el tutor/a

MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

Documento nº 1

ÍNDICE

1. MEMORIA

2. ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo 1 Situación actual. Delimitación de la zona regable.

Anejo 2 Estudio agronómico.

Anejo 3 Estudio edafológico.

Anejo 4 Calidad del agua de riego.

Anejo 5 Estudio agronómico.

Anejo 6 Características del sistema de riego. Alternativa de diseño adoptada.

Anejo 7 Parámetros básicos de riego y dotaciones

Anejo 8 Red de riego a presión.

Anejo 9 Estudio de viabilidad económica.

Anejo 10 Reportaje fotográfico.

Anejo 11 Estudio básico de seguridad y salud.

MEMORIA

Documento nº 1

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETO Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1
1.1. Objeto del proyecto	1
1.2. Antecedentes	1
1.2.1 Planteamiento general	2
2. ESTUDIO CLIMÁTICO	4
2.1. Factores climáticos hídricos	4
2.2. Factores climáticos térmicos	5
2.3. Régimen de heladas	5
2.4. Índices termopluviométricos	6
2.4.1 Índice de Lang	6
2.4.2 Índice de Martonne	6
2.4.3 Índice de Dantín Cereceda y Revenga	6
2.5. Índices de productividad agraria: Índices de Turc	6
2.6. Clasificación agroclimática de Papadakis	7
2.6.1 Clasificación climática	7
2.6.2 Consideraciones de la relación clima-cultivos	7
2.6.3 Valoración agronómica	8
2.7. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO	9
2.7.1 Temperaturas	9
2.7.2 Aridez	9
2.8. Clasificación climática de Thornthwaite (1948)	10
2.8.1 Determinación del índice de humedad, según Thornthwaite	10
2.8.2 Determinación de la eficacia térmica	11
2.8.3 Determinación de la variación estacional de la humedad	11
2.8.4 Determinación de concentración térmica en verano	11
3. ESTUDIO EDAFOLÓGICO	11
3.1. Resultados de los análisis	12
3.1.1. Caracteres físicos	12
3.1.2. Caracteres hídricos	12
3.1.3. Caracteres químicos	14
3.2. Conclusiones del estudio realizado	15
3.2.1. Conclusiones de carácter físico	15

Alumno: Marta Elia Jiménez Hajar

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

Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

3.2.2. Conclusiones de carácter hídrico	15
3.2.3. Conclusiones de carácter químico	15
3.2.3.1. Fertilidad	15
3.2.3.2. Cationes solubles más intercambiables	16
3.3. Cálculo de la enmienda húmica	16
4. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	17
4.1. Calidad del agua de riego	17
4.1.1. Concentración total de sales	17
4.1.2. Alcalinidad. Permeabilidad o infiltración de agua	17
4.1.2.1. Relación entre el SAR y los niveles de salinidad	18
4.1.3. Toxicidad específica por iones cloruro y sodio	18
4.1.3.1. Cloro	18
4.1.3.2. Sodio	19
4.1.3.3. Boro	19
4.1.4. Otros efectos de la calidad del agua	19
4.1.4.1. Nitrógeno	19
4.1.4.2. Bicarbonato HCO ₃ ⁻	20
4.2. Necesidades de lavado	20
4.3. Resultados	21
5. ESTUDIO AGRONÓMICO DEL RIEGO	21
5.1. Necesidades hídricas de los cultivos	22
5.1.1. Procedimiento de cálculo	22
5.1.2. Características climáticas	22
5.1.3. Cálculo de la evapotranspiración de referencia	23
5.1.4. Cálculo de la evapotranspiración de cultivo	24
5.1.5. Cálculo de la lluvia efectiva	25
5.1.6. Cálculo de las necesidades hídricas netas	26
5.1.7. Cálculo de las necesidades totales de agua de riego de los cultivos considerados	27
5.1.8. Necesidades totales de riego de la alternativa adoptada	27
5.1.9. Cuadro resumen	29
5.2. Programación de riegos	30
6. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO. ALTERNATIVA DE DISEÑO ADOPTADA	31
6.1. Delimitación de la zona regable	31
6.2. Características generales del riego por aspersión	32
6.2.1. Características de la cobertura total enterrada	33

6.3. Elección del marco de colocación de los aspersores	33
6.4. Elección del aspersor	33
6.4.1. Características de los aspersores	34
6.5. Alternativa adoptada	35
7. PARÁMETROS BÁSICOS DE RIEGO Y DOTACIONES	35
7.1. Caudal unitario por hidrante	36
8. RED DE RIEGO A PRESIÓN	38
8.1. Dimensionamiento de la red de riego	39
8.1.1. Distribución de la red	40
8.2. Descripción de las obras e instalaciones	41
8.3. Automatización de la instalación	43
9. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	43
9.1. Medidas preventivas y protecciones colectivas	43
9.2. Equipos de protección individual (empleo)	44
9.3. Formación	44
9.4. Medidas preventivas y primeros auxilios	44
10. PRESUPUESTO	45
10.1. Plazo de ejecución	45
11. VIABILIDAD ECONÓMICA	45
11.1. Datos considerados para el estudio económico	46
11.1.1. Rendimientos de los cultivos sembrados actualmente, antes de la modernización	46
11.1.2. Rendimientos de los cultivos que se sembrarán después de la modernización	46
11.1.3. Precios de las producciones de los cultivos	47
11.1.4. Costes de producción de los cultivos	47
11.2. Ingresos anuales	47
11.2.1. Ingresos anuales en la situación actual	48
11.2.2. Ingresos anuales con la modernización y mejora del regadío	48
11.3. Flujo de caja antes de la modernización	48
11.4. Estudio de rentabilidad de la inversión	49
11.4.1. Consideraciones previas	49
11.4.2. Estudio de rentabilidad	49
11.5. Conclusiones	52
12. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA ESTE PROYECTO	52
13. BIBLIOGRAFÍA	53

MEMORIA

1.- Objeto y antecedentes del Proyecto

1.1. Objeto del proyecto

Para poder realizar con éxito las tareas encomendadas, el Centro Agronómico de “La Melusa”, desde hace varios años, desarrolla un programa de inversiones para la modernización y mejora de la eficiencia de sus regadíos.

El objeto del presente proyecto consiste en la definición de las actuaciones necesarias para la modernización y mejora de una zona regable perteneciente al término municipal de Tamarite de Litera (Huesca), mediante la colocación de una instalación de riego por aspersión con cobertura total, en la parcela 116 del polígono 33 y en las parcelas 103,104 y 58 del polígono 34 del término municipal de Tamarite de Litera (Huesca).

En el proyecto se detallan las superficies que se pretenden regar, a la vez que se definen y describen las obras necesarias a realizar desde el punto de vista técnico y económico para la puesta en marcha de las nuevas instalaciones.

El promotor de este proyecto es la Confederación Hidrográfica del Ebro con domicilio social en Paseo de Sagasta 24-26 de Zaragoza.

Para llevar a cabo el presente proyecto vamos a realizar los siguientes estudios:

- Un estudio de climatología de la zona para poder determinar los periodos de sequía y lluvias, la evapotranspiración de los cultivos, los periodos de heladas para prevenirlas, los regímenes de temperatura, etc.
- Un estudio general de suelos que determine sus características más importantes y saber así qué tipos de cultivos se adaptan mejor y cuáles son los que nos convienen para obtener una mayor rentabilidad.
- Un estudio del análisis del agua de riego para determinar su nivel de calidad y su idoneidad para el riego.
- Un cálculo de las dosis de agua de riego necesarias para los diferentes cultivos y realizar así una buena planificación del riego.
- El diseño de la distribución de la red de riego.

1.2. Antecedentes

El Centro Agronómico de “La Melusa” se encuentra ubicado en el término municipal de Tamarite de Litera, provincia de Huesca, a pie de la carretera N-240 que une las poblaciones de Huesca y Lleida; cruzando a través de él las carreteras N-240 y la de Zaidín hacia la localidad de Tamarite, así como el ferrocarril Madrid- Barcelona (vía

Lérida). Tiene una superficie de 573,83 ha y forma parte de los bienes de carácter patrimonial de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

De una forma general diremos que la zona de estudio está ubicada en las Hojas 358-II del Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:25.000, editado por el Ministerio de Fomento a través del Instituto Geográfico Nacional, ubicándose íntegramente en la provincia de Huesca, en la Comunidad Autónoma de Aragón.

La zona a transformar tiene una dilatada historia. En los años 1928 y 1930 la Confederación Hidrográfica del Ebro adquiere cinco fincas rústicas en el término de Tamarite de Litera para la creación y desarrollo de “La Granja de La Melusa”.

En el año 1991 desde la Dirección General de Obras Hidráulicas del entonces denominado Ministerio de Obras Públicas y Transportes, se redacta el proyecto “Transformación en cobertura fija de 12.5 ha del Centro Agronómico “La Melusa” en Tamarite de Litera (Huesca)”, con objeto de instalación de una cobertura fija enterrada de riego por aspersión de la parcela 104 del polígono 34, perteneciente al lote 15 del Centro Agronómico.

Por falta de capacidad presupuestaria esa actuación no se lleva adelante y se continúa en la explotación, hasta el día de hoy, con el sistema de riego existente a base de carros “Rodimatic” en las parcelas 103,104 y 58 del polígono 34 y de mangueras en los cuadrantes de la parcela 166 del polígono 33.

Posteriormente, con fecha 2007 se redacta el proyecto denominado “Entubación de la acequia de suministro al Centro Agronómico “La Melusa, 1ª parte (Hu/Tamarite de Litera)”, con objeto de definir y valorar las obras de entubado de la acequia actual construida en los años 40-50 del pasado siglo, que conduce el caudal de riego a la finca “La Melusa” y así definir y mejorar este transporte de agua.

Entre los principales cometidos de este Centro Agronómico se encuentra:

- Colaborar con los Servicios oficiales de investigación, así como con las empresas o entidades del Sector en el desarrollo y experimentación de técnicas agrícolas incluyendo el riego, que contribuyan a optimizar las producciones y el consumo de agua en los cultivos de regadío con relevancia en la zona.
- Colaborar en la realización de ensayos o experiencias en cultivos agrícolas, que contribuyan a conocer la adaptación comarcal y productividad de nuevas variedades de cultivos herbáceos que van apareciendo en el mercado.
- Ofrecer información individualizada y continuada durante la campaña de riego a las explotaciones frutícolas de riego localizado que lo solicitan, ubicadas en la zona de influencia del Centro Agronómico, sobre las necesidades teóricas de riego que demandan semanalmente las diferentes plantaciones.

1.2.1 Planteamiento general.

En este momento, la zona a transformar pertenece al sistema de riegos del Canal de Aragón y Cataluña, integrado por 139 Comunidades de Regantes y Tomas particulares. La explotación de “La Melusa” cuenta con un derecho de riego autorizado por la CHE de un caudal máximo de 0,6 l/s/ha para riego de 430 ha, lo que representa un caudal total de 258 l/s.

La superficie total de la explotación es de 573,83 ha, dominadas en su totalidad por el Canal de Aragón y Cataluña. De las 496,42 ha transformadas en regadío estructuradas en 21 lotes de riego (con una superficie media de 24 has/lote), unas 379,42 has son de riego por gravedad y 117 por aspersión. La zona a modernizar corresponde al lote 15 de los 21 en los que está estructurada la superficie de regadío.

A la hora de describir los límites que determinan el perímetro de la zona a modernizar en el lote 15, diferenciamos 2 subzonas que a partir de ahora denominaremos Zona A y Zona B.

- La **Zona A** de 26,0156 ha, formada por las parcelas 103,104 del polígono 34 y parte de la parcela 58 del polígono 34 (6,2266 ha son las que se incluyen en este proyecto de modernización).

Las parcelas 103,104 y 58 del polígono 34, están alineadas en ese orden de Norte a Sur y delimitadas a su derecha por el camino de Algayón y a su izquierda por el desagüe a cielo abierto denominado “La Clamor”.

- La **Zona B** con un total de 6,7321 ha, comprende los cuatro cuadrantes de la parcela 116 del polígono 33 no regados por el pívot ya instalado.

Tabla 1.-Parcelas y superficies afectadas

POLIGONO	PARCELA	SUPERFICIE
33	116 (cuadrantes)	6 ha 73 áreas 21 centiáreas
34	103	7 ha 31 áreas 82 centiáreas
34	104	12 ha 47 áreas 08 centiáreas
34	58 (parte)	6 ha 22 áreas 66 centiáreas
TOTAL		32 ha 74 áreas 77 centiáreas

Así la superficie finalmente considerada en la transformación será de 32 ha 74 áreas 77 centiáreas.

Para conocer la superficie finalmente incluida en la presente modernización, se debe consultar la información incluida en el Anejo 1 “Delimitación de la Zona Regable” complementada por el Plano N° 2.

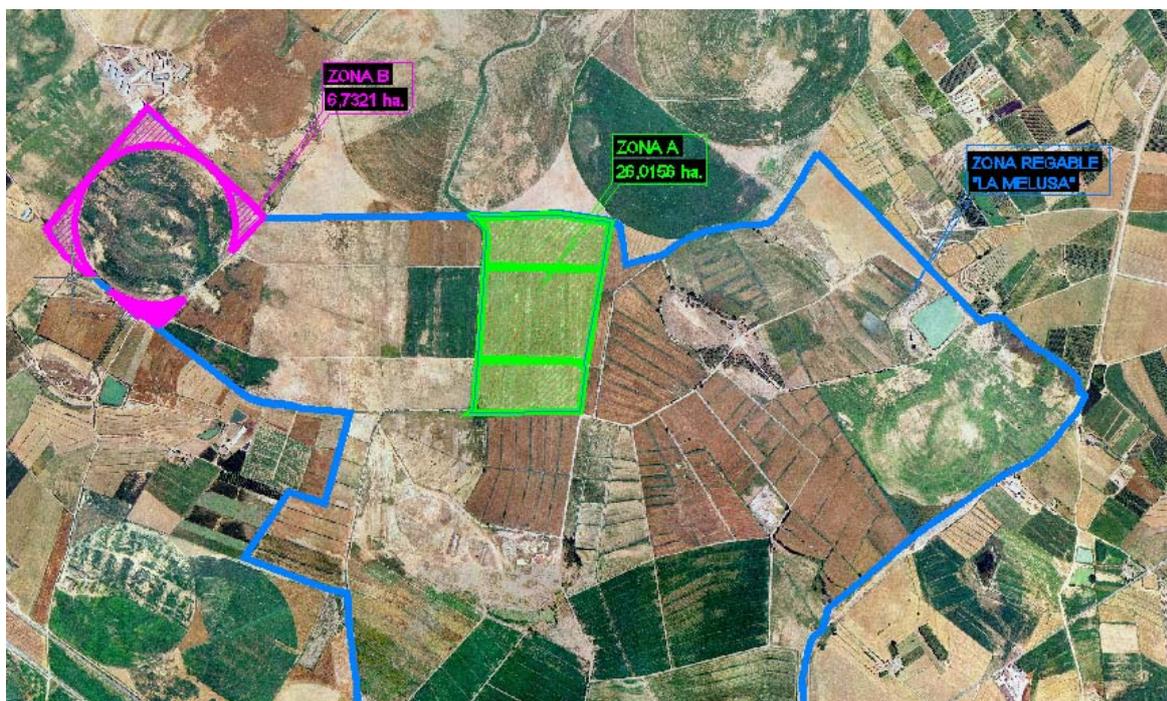


Figura 1. Zonas de actuación

2.- Estudio climático

Se ha realizado un análisis lo más pormenorizado posible de la climatología de la zona ocupada por el Centro Agronómico “La Melusa” y obtenido de este modo las variables climáticas de esta zona de estudio. Este estudio se encuentra en el Anejo 2.

Para la realización del estudio de necesidades hídricas de la alternativa de cultivo planteada se considerarán los datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de La Melusa (Huesca), por considerarse ésta como la estación que se ajustará mejor a la realidad de la zona. Esta estación se encuentra situada a $0^{\circ} 22' 30''$ de longitud Este y $41^{\circ} 46' 48''$ de latitud Norte, a 218 metros de altitud sobre el nivel del mar.

2.1. Factores climáticos hídricos

Los datos climáticos expuestos en este subapartado relativos a la estación termo pluviométrica de “La Melusa”, han sido obtenidos del Servidor de cartografía SIGA (Sistema de Información Geográfica de datos Agrarios) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente¹.

Tabla 2.-Pluviometría media mensual (mm.)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
24,80	19	26,50	41,70	51,90	38,30	18,10	27,80	39,50	50,30	34,90	27,10

Fuente: ¹<http://sig.mapa.es/siga/>

2.2. Factores climáticos térmicos

El calor constituye el elemento más importante del clima. Regula el ritmo de desarrollo de las plantas y limita su área cultivada.

En la Tabla 3 aparecen los datos más significativos para la caracterización de la zona objeto de proyecto, obtenidos del Servidor de cartografía del SIGA, para la estación de La Melusa.

Tabla 3.-Temperaturas medias mensuales (°C).

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
4,50	6,50	9,60	12,30	16,80	21,30	24,30	24,10	20,10	14,90	8,50	4,70

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

2.3. Régimen heladas

En este subapartado se estudia la estación libre de heladas según J. Papadakis, dato que será usado posteriormente en la Clasificación Climática del mismo nombre. Para el cálculo de este parámetro se utiliza la temperatura media de mínimas absolutas (t'a).

Según el método de la estación libre de heladas de Papadakis, el año se divide en 3 estaciones:

- EMLH cuando: Media t'a > 0°C
- EDLH cuando: Disponible t'a > 2°C
- EmLH cuando: Mínima t'a > 7°C

A continuación, en la Tabla 4 se expone el cuadro de temperaturas medias mínimas absolutas con datos del SIGA.

Tabla 4.-Temperaturas medias de mínimas absolutas mensuales (°C).

ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Mínima Anual
-5,90	-5,60	-3,90	-1,10	3	7,30	10,60	10,10	5,90	1,50	-4,20	-6,10	-8,20

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Siguiendo este criterio obtenemos la siguiente información:

- Estación media libre de heladas (EMLH) es de 183 días entre los meses de Abril a Noviembre.

- b) Período disponible libre de heladas (EDLH) es de 157 días, entre los meses de Abril a Octubre.
- c) Estación mínima libre de heladas (EmLH) es de 86 días entre los meses de Mayo a Septiembre.

2.4. Índices termopluviométricos

Calculamos tres índices termopluviométricos: el índice de Lang, el índice de Martonne y el índice de Dantín Cereceda y Revenga.

Una vez más el origen de los datos será el Servidor de cartografía del SIGA.

2.4.1. Índice de Lang

Para su cálculo es necesario conocer los siguientes parámetros:

- Precipitación media anual (P) en mm.
- Temperatura media anual (tm) en °C.

Según este índice nos encontramos en una zona árida. Los cálculos se encuentran en el Anejo 2

2.4.2. Índice de Martonne

Para el cálculo es necesario conocer los mismos parámetros que en el caso anterior.

Según el índice de Martonne, nos encontramos en una zona característica de estepas y países secos mediterráneos. Los cálculos se encuentran en el anejo 2.

2.4.3. Índice de Dantín Cereceda y Revenga

Con objeto de destacar la importancia de la aridez se propone el índice Dantín-Revenga. Según este índice nos encontramos en una zona semiárida.

Los cálculos se encuentran en el anejo 2 y es necesario conocer los parámetros ya descritos anteriormente.

2.5. Índices de productividad agraria: Índices de Turc

El índice de potencialidad agrícola de Turc se utiliza por la relación que existe entre determinadas variables climáticas y la producción sobre un suelo en buenas condiciones de manejo. Tras calcular el índice de Turc y tomar los datos de producción para el mismo periodo de tiempo, se puede establecer la relación producción-índice que permitirá predecir la producción esperada en cualquier otro período.

Según nuestros datos de SIGA para La Melusa:

Tabla 5. Índice de potencialidad agrícola de Turc en regadío.

ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
0	0	1,02	4,22	6,07	7,42	7,58	6,68	5,13	3,36	0,89	0	42,37

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Tabla 6. Índice de potencialidad agrícola de Turc en secano.

ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
0	0	0,61	1,91	1,82	0	0	0	0,69	2,79	0,89	0	8,71

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Sólo comparando los datos anuales se observa que entre la situación de secano y regadío el índice anual casi se quintuplica.

Cuando se cubren las necesidades de agua durante todo el año, la potencialidad agrícola se ve multiplicada por un coeficiente que alcanza a 5, coeficiente que expresa, de modo general, el salto de producción que cabe esperar de las transformaciones en regadío de la zona cuando no haya otros factores limitantes más que el agua disponible.

2.6. Clasificación agroclimática de Papadakis

2.6.1. Clasificación climática

El sistema define un tipo de invierno y un tipo de verano que juntos nos define el régimen térmico. Por otra parte, en función de las precipitaciones y el balance de agua del suelo obtenemos el régimen hídrico. Con el régimen térmico y el régimen hídrico obtenemos, finalmente, las unidades climáticas.

Siguiendo el estudio del M.A.P.A (1976), en la provincia de Huesca se han establecido cinco áreas o zonas Agroclimáticas que son denominadas zonas I, II, III, IV, V, que se presentan sensiblemente paralelas a la orientación general E-O del relieve provincial.

Según dicha publicación, la caracterización agroclimática de La Melusa, Tamarite de Litera queda incluida en la Zona Agroclimática II (av, M, Me). Donde el tipo de invierno es "Avena fresco" (av), el de verano es Maíz (M) y el régimen de humedad es "Mediterráneo seco" (Me), aunque en las zonas de umbría es estepario (St).

En conclusión a los resultados expuestos, el tipo climático resultante para la zona es Mediterráneo-Templado.

2.6.2. Consideraciones de la relación clima-cultivos

Siguiendo el informe agroclimático del MAPA (1976), se tiene en cuenta la relación de una serie de cultivos con las condiciones climáticas que se les presentan en cada zona, atendiendo a la Zona II:

A continuación en la tabla 7 se ofrecen los cuadros resumen de los cultivos propuestos en la alternativa, señalando las exigencias climáticas de cada uno, su grado de cumplimiento, época de siembra y forma de cultivo, sacados de la publicación del M.A.P.A (1976) "Caracterización Agroclimática de la provincia de Huesca".

Tabla 7.-Necesidades climáticas de cultivos.

Cultivo	TIPO INVIERNO	TIPO VERANO	REGIMEN HUMEDAD	OBSERVACIONES
Trigo <i>Triticum sp.</i>	ti o más suaves	t, o más cálidos	Me, o más húmedos o bien riego	Para su siembra en otoño exige inviernos ti o más suaves. Cuando es más frío (Pr o pr) se siembra en primavera. Se cultiva en climas con inviernos Ct o tP, pero en estos casos los rendimientos son bajos y requiere de alta fertilización. Necesita abundante humedad durante el mes que precede y los días que siguen a su espigazón.
Cebada <i>Hordeum vulgare</i>	Tv o más suaves	t, o más cálidos, e incluso P ó A.	Me, o más húmedos o bien riego	En su resistencia al invierno, es intermedia entre el trigo y la avena. Exigencias en calor más bajas que las del trigo, por lo que penetra un poco en climas con verano P o A. Un poco más resistente a la sequía que el trigo y la avena.
Girasol <i>Helianthus annuus</i>		M, o más cálidos		Semejante al maíz en exigencias climáticas, pero más resistente a la sequía, aunque menos que el sorgo. No está bien adaptado a los climas tropicales. Bastante resistente a la helada. Temperaturas de -1 ó -2 °C destruyen las flores.
Alfalfa <i>Medicago sativa</i>	Ti, o más suaves			Exigencias en frío, comparables a las del trigo. Más exigente en calor que el trébol. Preferible al trébol en climas estepa, pampeano, mediterráneos y desérticos. En climas mediterráneos, cuando el periodo seco es mayor de 1 o 2 meses exige riego. Soporta temperaturas superiores a los 40°C.

Fuente: "Caracterización Agroclimática de la provincia de Huesca". M.A.P.A (1976)

2.6.3. Valoración agronómica

Siguiendo la publicación del M.A.P.A (1976) "Caracterización Agroclimática de la provincia de Huesca", y con la clasificación obtenida en el apartado anterior de la zona bajo estudio, Zona II (av,M,Me) la valoración agronómica será:

Tabla 8.-Valoración agronómica.

TIPO II (av, M; Me)	VALORACIÓN AGRONÓMICA DE LA ZONA BAJO ESTUDIO
Trigo	2, op, sr
Cebada	2, op, sr
Girasol	2, p, sr
Alfalfa	2, op, r

Fuente: "Caracterización Agroclimática de la provincia de Huesca". M.A.P.A (1976)

Los códigos obtenidos en la valoración agronómica son:

2: Cumple con los requisitos exigidos por el cultivo

o: Siembra de otoño.

p: Siembra de primavera.

s: Cultivo de secano

r: Cultivo de regadío.

Cuando aparecen las siglas o,p combinadas entre sí, quiere decir que la época de siembra es optativa.

Cuando aparecen las siglas s, r combinadas entre sí, quiere decir que la forma de cultivo es optativa bien porque se puedan dar las dos posibilidades, bien porque depende de la época de siembra.

2.7. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

2.7.1. Temperaturas

Para caracterizar las condiciones térmicas del clima, UNESCO-FAO toman la *temperatura media del mes más frío* y establecen tres 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 del año es inferior a 0°C.

Para su estudio es necesario conocer el parámetro de temperatura media anual en °C. Según estos datos, la temperatura media del mes más frío es superior a 0°C, por lo que nos encontramos en el Grupo 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos.

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 caso de que exista. Para caracterizarlo, se utiliza la temperatura media de las mínimas del mes más frío.

Con los datos obtenidos, la temperatura media de mínimas del mes más frío es -0,10°C, por lo que nos da un tipo de clima con invierno moderado.

2.7.2. Aridez

Para determinar gráficamente la existencia y duración de los periodos secos, se utilizan los diagramas ombrotérmicos de Gaussen. Su representación se encuentra en el anejo 2.

En este caso, para la zona regable el diagrama muestra un solo período seco de entre tres y cuatro meses, desde mediados del mes de Junio hasta mediados del mes de Septiembre. Esto permite definir el clima "tipo monoxérico".

De acuerdo con las consideraciones anteriores de temperaturas y aridez se propone la clasificación climática según UNESCO-FAO: según la temperatura: GRUPO 1: templado, templado-cálido y cálido, según la aridez: monoxérico.

2.8. Clasificación climática de Thornthwaite (1948)

Thornthwaite establece dos clasificaciones, una en función de la humedad y otra en función de la eficacia térmica.

Tabla 9-Clasificaciones climáticas Thornthwaite.

EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD			EN FUNCIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA		
TIPO DE CLIMA		ÍNDICE DE HUMEDAD	TIPO DE CLIMA		ETP EN CM.
A	Perhúmedo	> 100	A'	Megatérmico	> 114
B ₄	Húmedo	80 ↔ 100	B' ₄	Mesotérmico	99,7 ↔ 114
B ₃	Húmedo	60 ↔ 80	B' ₃	Mesotérmico	88,5 ↔ 99,7
B ₂	Húmedo	40 ↔ 60	B' ₂	Mesotérmico	71,2 ↔ 88,5
B ₁	Húmedo	20 ↔ 40	B' ₁	Mesotérmico	57 ↔ 71,2
C ₂	Subhúmedo húmedo	0 ↔ 20	C' ₂	Microtérmico	42,7 ↔ 57
C ₁	Subhúmedo seco	-33 ↔ 0	C' ₁	Microtérmico	28,5 ↔ 42,7
D	Semiárido	-67 ↔ -33	D	Tundra	14,2 ↔ 28,5
E	Árido	-100 ↔ -67	E	Hielo	< 14,2

2.8.1 Determinación del índice de humedad, según Thornthwaite

Es necesario hacer un balance de agua del suelo en el que intervengan: Precipitaciones medias mensuales en mm. (P); Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales en mm. (ETP); Reservas de agua del suelo (R); Variación de la reserva de agua (VR); Evapotranspiraciones reales mensuales (ETA); Déficits (D) y Excesos mensuales de agua (E).

Utilizando los datos del Servidor de cartografía SIGA del Ministerio de Agricultura Alimentación y medio ambiente para la estación termopluviométrica "La Melusa, que nos da las precipitaciones medias mensuales y las ETP, obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 10-Balance hídrico según Thornthwaite.

	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D	Totales (mm)
P	24,8	19	26,5	41,7	51,9	38,3	18,1	27,8	39,5	50,3	34,9	27,1	399,8
ETP	8	13,9	30,9	48,2	85,5	122,8	151,4	139,3	93,2	55,1	20,5	8,3	777,1
P-ETP	16,8	5,1	-4,4	-6,5	-33,6	-84,5	-133,3	-111,5	-53,7	-4,8	14,4	18,8	
R	50	55,1	50,7	44,2	10,6	0	0	0	0	0	14,4	33,2	
VR	16,8	5,1	-4,4	-6,5	-33,6	-10,6	0	0	0	0	14,4	18,8	
ETR	8	13,9	30,9	48,2	85,5	48,9	18,1	27,8	39,5	50,3	20,5	8,3	
D	0	0	0	0	0	73,9	133,3	111,5	53,7	4,8	0	0	377,2
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

El índice de humedad de Thornthwaite (I_n) es de -29,124, según los cálculos que se encuentran en el Anejo 2.

Lo cual según nuestros datos estamos en un tipo climático subhúmedo seco y la sigla que le corresponden es C_1

2.8.2 Determinación de la eficacia térmica

Según Thornthwaite, la evapotranspiración potencial (ETP) es un índice de eficacia térmica. La suma de las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado. Nuestra $ETP = 77,71 \text{ cm}$ corresponde a un tipo climático de Mesotérmico con la sigla $B'2$.

2.8.3 Determinación de la variación estacional de la humedad

Interesa determinar si en los climas húmedos existe periodo seco y viceversa, si en los climas secos existe periodo húmedo. Asimismo, deberá caracterizarse la estación en que se presenten estos periodos y la intensidad de sequía y humedad, respectivamente.

Para la determinación, se analizan los valores del "Índice de falta de humedad (I_D)" en los climas húmedos (A, B y C_2) y del "Índice de exceso de humedad (I_E)" en los climas secos (C_1 , D y E).

La caracterización de los tipos climáticos y las siglas que los representan se indican en el anejo 2.

En nuestro caso, el índice de exceso calculado en el anejo anteriormente mencionado, es del 0%, por lo que tenemos Nulo o pequeño exceso de humedad y le corresponde la sigla d.

2.8.4 Determinación de concentración térmica en verano

Está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual y expresada en %, en nuestro caso, la concentración térmica es del 65,20%. Los cálculos se encuentran en el Anejo 2

Por tanto, le corresponde un tipo climático de **Moderada concentración** y la sigla b'_1 .

Se finaliza esta clasificación diciendo que nuestro clima puede representarse de la siguiente forma según Thornthwaite: $C_1 B'_2 d b'_1$ que sería: Clima subhúmedo seco, Mesotérmico con exceso de agua nulo y concentración de la eficacia térmica en verano moderada.

3.- Estudio edafológico.

Es imprescindible realizar un estudio edafológico del suelo, ya que sirve como sustento para las plantas y por ello es vital para el desarrollo de los cultivos. Por eso es necesario conocer sus características y poder usarlo de forma adecuada.

Se han hecho unos análisis del suelo de la parcela, que a continuación se muestran los resultados. Todo este estudio se encuentra en el anejo 3.

3.1. Resultados de los análisis.

3.1.1. Caracteres físicos.

-Textura

La descripción de la textura del suelo, se realiza especificando los porcentajes de partículas totales cuyo tamaño está comprendido entre unos límites determinados, según diversas escalas. Nos basaremos en la calificación de la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América).

Tabla 11.- Granulometría

Elementos gruesos (>2mm)	4,3%
Arena gruesa (0,5-2mm)	11,50%
Arena fina (0,05-5mm)	33,5%
Limo (0,002-0,05mm)	30,90%
Arcilla (<0,002mm)	28,80%

Con los datos obtenidos se determina la clase textural del suelo y nos da un tipo de suelo franco-arcilloso.

-Estructura

Tabla 12.- Resultados en cuanto a la estructura

Profundidad (m)	0,73
Densidad aparente (Tn/ m³)	1,29
Densidad real (Tn/ m³)	2,63
Porosidad (% volumen)	50,00%

3.1.2. Caracteres hídricos.

Capacidad de campo (CC) es la cantidad de agua máxima que un suelo retiene una vez ha finalizado el drenaje interno. Este contenido de humedad se expresa en porcentaje de peso de suelo seco. En el Anejo 3 se encuentran los cálculos, siendo su valor 22,84%:

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

expresa en porcentaje de peso de suelo seco. Con los datos disponemos este valor es de 12,41%, calculado en el Anejo 3.

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.

$$\text{Agua útil} = \text{CC} - \text{PM} = 10,43\%$$

Tabla 13 Resumen caracteres hídricos.

Capacidad de campo (CC)	22,84%
Punto de marchitez (PM)	12,41%
Agua útil	10,43%

Estudio de la velocidad de infiltración: la velocidad de infiltración se mide en campo mediante el método de los anillos o de Muntz, ya que es el método más práctico y sencillo.

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.

Tabla 14- Velocidad de infiltración

Tiempo (min)	H absoluta (cm)	ΔT (min)	ΔH (cm)	H acumulada (mm)	Infiltración (mm/h)
0	71,5	0	0	0	0
1	71,6	1	0,1	1	60
2	71,8	1	0,2	3	120
8	72,01	6	0,21	5,1	21
27	72,4	19	0,39	9	12,32
57	72,9	30	0,5	14	10
117	73,6	60	0,7	21	7
177	74,4	60	0,8	29	8
277	75,8	100	1,4	43	8,4

Tiempo (min)	H absoluta (cm)	ΔT (min)	ΔH (cm)	H acumulada (mm)	Infiltración (mm/h)
457	77,9	180	2,1	64	7
637	80,3	180	2,4	88	8
817	82,3	180	2,0	90	6,6
997	84,3	180	2,0	92	6,6

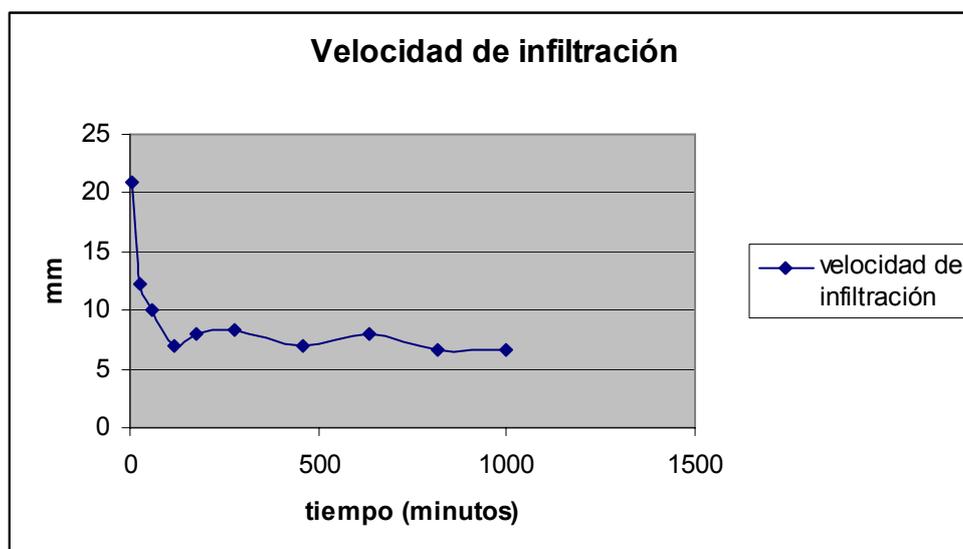


Gráfico 1. Velocidad de infiltración

3.1.3. Caracteres químicos.

Tabla 15- Fertilidad

pH	8
Materia Orgánica (%)	1,9%
Nitrógeno total (%)	0,14
Carbonatos totales (%)	22,2
Relación C/N	12
Fósforo Olsen (ppm)	9

Alumno/a: MARTA ELIA JIMÉNEZ HIJAR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

Tabla 16- Cationes solubles mas intercambiables

Magnesio (Meq/100g)	1,6
Sodio (Meq/100g)	7,5
Potasio (Meq/100g)	125,5

3.2. Conclusiones del estudio realizado.

3.2.1. Conclusiones de carácter físico.

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

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

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

3.2.2. Conclusiones de carácter hídrico.

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

La capacidad de campo y el punto de marchitez obtenidos analíticamente, nos dan unos valores que permiten que la capacidad de retención del agua útil en el suelo sea aceptable. Por lo tanto no será un factor limitante para ningún tipo de cultivo.

3.2.3. Conclusiones de carácter químico.

3.2.3.1. –Fertilidad

pH: El valor de pH obtenido es de 8 (pH básico), esto es debido a la cantidad de carbonatos que hay en el suelo, dado que le dan al suelo un cierto carácter alcalino. El valor obtenido es un valor aceptado para nuestros cultivos.

Materia orgánica: El valor obtenido es de 1,9%, el cual se considera un nivel ligeramente pobre. Resultaría necesario una enmienda húmica a partir del estiércol animal y así incrementar los niveles a largo plazo hasta un 2-2,5% que es un nivel normal.

Nitrógeno total: Es del orden de un 0,14%, por lo que se encuentra en un nivel adecuado y no será necesario realizar aportes extras.

La relación C/N: Se encuentra en torno a 12. Es un nivel normal para un suelo de estas características, hay una buena liberación de nitrógeno por parte de la materia orgánica.

El fósforo: Obtenido por el método Olsen en ppm tiene un valor de 9. Por lo que no será necesaria la realización de ningún aporte, al encontrarse en cantidad suficiente.

3.2.3.2. –Cationes solubles más intercambiables.

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

3.3. Cálculo de la enmienda húmica.

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

El cálculo de la cantidad de materia orgánica a aplicar se realiza en el anejo 3.

La cantidad de humus que debemos aplicar a la parcela es de 15,48 t/ha.

Para realizar dicha corrección húmica se utiliza estiércol de vacuno.

La cantidad de estiércol que es necesario aplicar por hectárea para conseguir el equilibrio húmico es de 134,61 t/ha.

El estiércol de vacuno se obtendrá de varias granjas que se encuentran situadas en los alrededores de la finca, las cuales poseen estiércol almacenado de al menos 3 años. Además los estiércoles presentan buen contenido en elementos minerales que irán apareciendo durante su biodescomposición.

Para un programa de mejora a 20 años habrá que aportar 7 t/ha de estiércol de vacuno por cada hectárea y año.

Se recomienda antes de sembrar algún cultivo (2-5 meses antes), aportar las cantidades de materia orgánica calculadas, y a su vez, realizar una rotación de cultivos que combine especies de altas exigencias nutricionales con otras de exigencias menores, que aporten al suelo elementos nutritivos y cantidades importantes de materia seca, como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

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

Es muy recomendable no retirar los restos de cosecha de los cultivos y dejarlos en el terreno para que se descompongan y así incorporen nutrientes al suelo.

4.-Estudio de la calidad del agua de riego

4.1. Calidad del agua de riego

De la cantidad y clase de sales que contenga, depende la futura producción de los cultivos; mientras que de la cantidad y tipo de elementos en suspensión, dependerá el tipo de sistema de riego a escoger y filtros a utilizar para el eficiente funcionamiento del sistema.

En el caso que se plantea, se estudia la calidad del agua de riego principalmente referida al tema de la salinidad, ya que el riego es un importante factor de salinización del suelo cuando no es manejado correctamente.

La calidad del agua se define en función de tres criterios principales: salinidad, sodicidad y toxicidad.

De esta forma el criterio de salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua ocasione altas concentraciones de sales en el suelo, con el correspondiente efecto osmótico y disminución de los rendimientos. El criterio de sodicidad analiza el riesgo de que se induzca en el suelo un elevado Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con deterioro de su estructura. El criterio de toxicidad estudia los problemas que pueden crear determinados iones.

Las aguas utilizadas en el riego de la superficie objeto en el presente proyecto, se tomarán del Canal de Aragón y Cataluña en Olvena, para lo cual se han tomado los datos de las analíticas que obran en poder de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Los datos provienen de la estación nº 0414, conocida como "Canal Aragón y Cataluña/ C. San José".

Se han utilizado los datos más actuales, es decir, aquellos datos obtenidos desde 2009, con lo que tenemos unos 60 análisis, de éstos se utilizan fundamentalmente los resultados más críticos del parámetro estudiado así como la media de los meses considerados en la época de riego.

4.1.1. Concentración total de sales

La presencia de sales en el suelo y la concentración de sales en el agua de riego, reducen la disponibilidad del agua para las plantas, hasta el punto que pueden afectar muy seriamente a los rendimientos y producciones de los cultivos agrícolas, especialmente a aquellos cuyas tolerancias son más bajas.

El parámetro de referencia utilizado para indicar el riesgo de salinización por el agua de riego es la conductividad eléctrica (CE), expresada en dS/m a 25°C.

En el caso del valor más desfavorable, detectado en los análisis correspondientes a las fechas de 22 de enero de 2009 y de 28 de abril de 2009, nos encontramos con una CE de 471µS/cm, equivalente a 0,471 dS/m.

Por lo que desde el punto de vista del contenido total de sales, se trata de aguas de calidad aceptable para el riego.

4.1.2. Alcalinidad. Permeabilidad o infiltración de agua

Un problema de infiltración relacionado con la calidad del agua ocurre cuando la velocidad normal de infiltración del agua de riego o de lluvia se reduce apreciablemente.

Como consecuencia de ello, el agua permanece sobre el suelo por un tiempo demasiado largo, propiciando encharcamiento y asfixia radicular, además de que el suministro de agua al cultivo puede ser deficiente.

Los parámetros de referencia utilizados para indicar la calidad del agua de riego en función de la infiltración o permeabilidad, son la concentración salina total, (expresada como conductividad eléctrica en dS/m a 25 °C), y el contenido de sodio en relación con el del resto de cationes solubles (expresado como SAR ajustado).

De este modo, según los valores obtenidos para la CE, podemos afirmar que el agua disponible en el Canal de Aragón y Cataluña quedaría catalogada como “agua con problemas crecientes” desde el punto de vista de la permeabilidad o infiltración.

Por otro lado, el valor de la relación de absorción de sodio, SAR, para uno de los análisis más desfavorables, correspondiente a la fecha de 26 de marzo de 2012, donde las concentraciones del sodio (Na), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son 28,1 mg/l (Na), 52,3 mg/l (Ca) y 7,90 mg/l (Mg), es de 1,35 lo que permite un uso del agua sin restricciones.

4.1.2.1. Relación entre el SAR y los niveles de salinidad

Según la muestra correspondiente a las aguas del Canal de Aragón y Cataluña y la variabilidad que puede existir en diferentes análisis, las aguas que abastecerán a la zona objeto del proyecto se pueden clasificar como C2-S1, de acuerdo a las Normas de Riverside, que tipifica a aguas de riego como aguas de salinidad media, aptas para el riego y riesgo de alcalinización bajo.

4.1.3. Toxicidad específica por iones cloruro y sodio

El problema de toxicidad es diferente al originado por la concentración salina total, siendo un problema que ocurre internamente en la planta y no es provocado por la baja disponibilidad del agua. La toxicidad normalmente resulta cuando ciertos iones, absorbidos por la planta con el agua del suelo, se acumulan en las hojas durante la transpiración en cantidades suficientes para provocar daños.

Estos daños pueden reducir de forma significativa los rendimientos, dependiendo su magnitud, de parámetros como el tiempo, concentración de los iones, sensibilidad de las plantas y el uso de agua por los cultivos. Los iones potencialmente tóxicos contenidos comúnmente en las aguas de riego son el cloro, el sodio y en otras condiciones, el boro y los daños pueden ser provocados individualmente o en combinación.

4.1.3.1. Cloro

La toxicidad más frecuente es la provocada por el cloro contenido en el agua de riego. El cloro no es retenido o absorbido por las partículas del suelo, por lo cual se desplaza fácilmente con el agua del suelo, es absorbido por las raíces y trasladado a las hojas, en donde se acumula por la transpiración.

Si su concentración sobrepasa la tolerancia de la planta, se producen daños con síntomas característicos, como necrosis y quemaduras en las hojas. Generalmente los daños se manifiestan en primer término en las puntas de las hojas, lo que es característico, para luego desplazarse a medida que progresa la toxicidad, a lo largo de los bordes. Una toxicidad muy alta va generalmente acompañada por una defoliación temprana.

El parámetro de referencia utilizado para indicar el riesgo de toxicidad específica por cloro de las aguas de riego, es la concentración de este ión en el agua (expresada generalmente en meq/l).

En el caso del valor más desfavorable, detectado en el análisis correspondiente a la fecha de 22 de enero de 2009, nos encontramos con una concentración de cloruros de 50 mg/l, equivalente a 1,41 meq/l.

Con este valor de referencia, podemos decir que el agua de riego disponible en el Canal de Aragón y Cataluña quedaría para los sistemas de riego por aspersión clasificada en la categoría de "Sin problemas".

4.1.3.2. Sodio

Los síntomas de toxicidad típicos del sodio aparecen en forma de quemadura o necrosis a lo largo de los bordes de la misma.

Las concentraciones de sodio en las hojas alcanzan niveles tóxicos después de varios días o semanas. Los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas y en sus bordes y a medida que se intensifica, la necrosis se desplaza progresivamente en el área intervenial hacia el centro de las hojas.

Debe tenerse muy en cuenta que los efectos aparentes de la toxicidad por sodio pueden ser creados o agravados por una mala filtración.

El parámetro de referencia utilizado para indicar el peligro de toxicidad específica por sodio de las aguas de riego, es el contenido total de sodio soluble (expresado generalmente como meq/l).

En la serie de datos disponible para la presente evaluación de la calidad de agua de riego, el valor más desfavorable es el detectado en el análisis correspondiente a la fecha de 26 de marzo de 2012, con una concentración de sodio de 28,10 mg/l, equivalente a 1,22 meq/l.

Con este valor de referencia el agua de riego disponible en el Canal de Aragón y Cataluña quedaría clasificada, para los sistemas de riego por aspersión, en la categoría de "Sin problemas".

4.1.3.3. Boro

Los resultados analíticos de las aguas de riego utilizadas en la explotación poseen una concentración de Boro que las coloca muy por debajo de los niveles clasificados como "sin problemas".

4.1.4. Otros efectos de la calidad del agua

4.1.4.1 Nitrógeno.

El nitrógeno es para las plantas un nutriente y un estimulante de su crecimiento. El nitrógeno contenido en las aguas de riego tiene el mismo efecto para las plantas que el nitrógeno aplicado con los fertilizantes; por lo tanto, la aplicación de cantidades excesivas con el riego puede sobreestimular el crecimiento, retardar la madurez o provocar cosechas de mala calidad.

El nitrógeno más fácilmente asimilable por las plantas se encuentra en el suelo en forma de (NO_3^-) y de amonio (NH_4^+) . La forma más frecuente en las aguas de riego es, sin embargo, la de nitrato.

De este modo, este contenido en nitratos deberá ser considerado a la hora de proceder a la aplicación de las dosis de abonado correspondientes o se estará sobredimensionando estas dosis, con el riesgo que ello representa para el medio, la calidad y cantidad de la cosecha.

Siendo el valor del contenido de nitratos variable, es recomendable al igual que para otros parámetros, que se realicen análisis del agua de riego en varios momentos durante la época de riego, cuando se comience con su utilización y repetirlos periódicamente.

Los rendimientos de los cultivos sensibles al nitrógeno pueden verse afectados por concentraciones de nitrógeno que excedan de 5 mg/l procedentes tanto de nitrato como de amonio, cuando la concentración excede los 20 mg/l son de temer problemas graves con cultivos sensibles. Para cultivos no sensibles, puede ser adecuada la concentración de más de 30 mg/l, evitándose en estos casos el aporte de abonos nitrogenados. Concentraciones de menos de 5 mg/l no tienen ningún efecto ni en cultivos sensibles al nitrógeno.

4.1.4.2. Bicarbonato HCO_3^-

El índice de bicarbonatos se considera peligroso por encima de 5,0 meq/l en riego por aspersión y al mismo tiempo, indica un claro indicio de las posibles pérdidas de calcio por precipitación de calcio soluble del suelo, cuando la concentración de bicarbonatos es alta.

El análisis más desfavorable corresponde a la fecha de 27 de enero de 2010, con un valor de 144 mg/l equivalente a 2,36 meq/l.

4.2. Necesidades de lavado

Cuando la acumulación de las sales en el suelo es excesiva o para prevenir que se lleguen a acumular sales procedentes del agua de riego cuando hay riesgo de que esto ocurra, se debe lixiviar las sales aplicando a la zona radicular más agua que la que necesitan los cultivos durante sus periodos de crecimiento.

A largo plazo, la cantidad de las sales desplazadas por lixiviación debe ser igual o superior a la de las sales aplicadas con el agua de riego, para evitar su acumulación y concentración a niveles peligrosos. Los factores a considerar para el control de las sales son, la cantidad de agua necesaria para la lixiviación y el momento oportuno para su aplicación.

El requerimiento o necesidad de lavado (RL), es la proporción del agua aplicada en el riego que deberá atravesar la zona radicular para mantener el contenido en sales en un nivel determinado.

Para la determinación del requerimiento de lixiviación o necesidades de lavado para eliminar las sales aportadas por el agua de riego de aspersión de baja frecuencia, se utiliza la siguiente expresión:

$$RL = \frac{CE_w}{5CE_e - CE_w}$$

En el caso del valor más desfavorable, detectado en los análisis correspondientes a las fechas de 22 de enero de 2009 y de 28 de abril de 2009, nos encontramos con una CE de 471 μ S/cm, equivalente a 0,471 dS/m.

Esto supondría que considerando una salinidad tolerable de 2 dS/m en el suelo, las necesidades de agua de lavado supondrían un 5%, mientras que, considerando una salinidad tolerable en el suelo de hasta 3 dS/m estas necesidades de lavado disminuirían hasta un 3,24%.

Como conclusión podemos decir que estas necesidades de lavado obtenidas, estarían cubiertas por la eficiencia en el riego considerada en el proceso de estimación de las necesidades hídricas de los cultivos que entran a formar parte de la alternativa de cultivos elegida. Así, la propia aparición del riego ya produce unas pérdidas por percolación profunda que superan las necesidades de lavado obtenidas.

No obstante y dadas las características edafológicas de la zona se aconseja efectuar un seguimiento de la evolución de la salinidad del suelo y modificar la fracción de lavado en caso de que los resultados obtenidos así lo aconsejen.

4.3. Resultados

De acuerdo con las directrices de la Food and Agriculture Organization (FAO) para la evolución de la calidad del agua de riego, se puede clasificar de la siguiente manera:

- **Salinidad:** Restricción nula para su uso de riego.
- **Infiltración:** La calidad de agua en la estación de Canal de Aragón y Cataluña con una relación de absorción de sodio, SAR, de 1,35 y una conductividad eléctrica (CE) de 0,471 dS/m, para los análisis más desfavorables, presenta una restricción ligera.
- **Toxicidad iónica específica:** Respecto a los contenidos de Cloro, Sodio y Boro, las aguas del Canal de Aragón y Cataluña no presentan ninguna restricción para su uso, en cualquier sistema de riego.
- **Bicarbonatos:** Sin restricción para su uso, para riego por aspersión.
- **Nitrógeno:** Las concentraciones de nitrógeno no dan lugar a restricciones de uso.

5.- Estudio agronómico del riego

En primer lugar se calcularán las necesidades hídricas totales, indicándose las necesidades mensuales en m^3/ha , volumen anual consumido y caudal ficticio continuo expresado en l/s/ha.

En el Anejo 5 "Estudio agronómico" se incluye toda la información relativa al proceso de cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos analizados. En este apartado trataremos de resumir los aspectos más relevantes del mismo.

La superficie total a transformar en cobertura fija mediante las actuaciones planteadas en el presente documento es de 32 ha 74 áreas 77 centiáreas, regándose en precario y con instalaciones hoy en día obsoletas.

Para la determinación de la alternativa de cultivos a considerar en la transformación, se han realizado consultas en este sentido a los responsables de la explotación. De cualquier forma, debemos considerar la alternativa de cultivos planteada como una aproximación a la realidad, que nos permita obtener una estimación de las necesidades futuras, teniendo claro que dicha alternativa está condicionada por las deficiencias hídricas de los regadíos del Canal de Aragón y Cataluña, al disponer en cabecera de escasa capacidad de almacenamiento de agua, así como por la demanda del mercado.

Los cultivos considerados y los porcentajes de cada uno de ellos a la hora de estimar las necesidades totales de la alternativa han sido:

Tabla 17. Cultivos considerados.

CULTIVO	% DE SUPERFICIE	SUPERFICIE
FORRAJERAS (Alfalfa)	50	16 ha 37 áreas 39 centiáreas
TRIGO	20	6 ha 54 áreas 96 centiáreas
CEBADA	15	4 ha 91 áreas 21 centiáreas
GIRASOL	15	4 ha 91 áreas 21 centiáreas
		32 ha 74 áreas 77 centiáreas

5.1. Necesidades hídricas de los cultivos

5.1.1. Procedimiento de cálculo

En todo momento se ha seguido el procedimiento de cálculo recomendado por la Food and Agriculture Organization (FAO) en su publicación “Las necesidades de agua de los cultivos”. Los valores de coeficiente de cultivo (Kc), evapotranspiración de cultivo (Etc), precipitación efectiva (PE) y necesidades hídricas netas (NHn), han sido obtenidos de la publicación “Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón”, Autores: Antonio Martínez Cob, José M. Faci González, Angel Bercero Bercero, editado por el Instituto “Fernando El Católico”, Excma Diputación de Zaragoza.

5.1.2. Características climáticas

Siguiendo la directrices establecidas en la publicación “Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón”, la zona objeto de la presente modernización pertenece al término municipal de Tamarite de Litera, encontrándose incluida en la comarca agraria de La Litera (comarca nº 7).

Por tanto, para la realización del presente estudio de necesidades hídricas de la alternativa de cultivo planteada, se consideran de la publicación mencionada los datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de Tamarite de Litera (Huesca), por considerarse ésta como la que mejor se ajusta a la realidad de la zona.

A continuación se adjunta su ficha climática con los datos que posteriormente serán utilizados para el cálculo de las necesidades.

Tabla 18.- Ficha climática de la estación “La Melusa” (Huesca).

MEDIA MES	PREC mm	Tª Med °C	HR Min %	U día m/s	ETo mm/día	ETo mm/mes
ENERO	28,2	4,4	66	3,7	0,50	15,50
FEBRERO	22,6	6,5	59	4,4	1,34	37,52
MARZO	27,8	9,2	49	4,4	2,35	72,85
ABRIL	43,2	12,4	48	4,7	3,35	100,50
MAYO	51,6	16,3	48	3,2	4,37	135,47
JUNIO	41,4	21,2	44	4,1	6,13	183,90
JULIO	19,6	24,5	38	3,6	6,99	216,69
AGOSTO	26,1	23,8	41	3,8	6,27	194,37
SEPT.	35,3	20,5	46	3,1	4,28	128,40
OCTUBRE	50,1	15,1	53	3,0	2,51	77,81
NOV.	34,3	8,5	61	4,0	1,16	34,80
DICIEM.	25,6	4,5	69	3,2	0,41	12,71
ANUAL	405,8					1210,52

5.1.3. Cálculo de la evapotranspiración de referencia

La evapotranspiración de referencia (ETo) viene dada ya en la ficha climática de la estación meteorológica seleccionada en la publicación mencionada en el apartado anterior.

Tabla 19.- Evapotranspiración de Referencia (ETo).

MESES	ETo (mm/día)	ETo (mm/mes)
Enero	0,5	15,5
Febrero	1,34	37,52
Marzo	2,35	72,85
Abril	3,35	100,5
Mayo	4,37	135,47
Junio	6,13	183,9
Julio	6,99	216,69
Agosto	6,27	194,37
Septiembre	4,28	128,4
Octubre	2,51	77,81
Noviembre	1,16	34,8
Diciembre	0,41	12,71
		1210,52

La estimación de dicha evapotranspiración de referencia se ha realizado según el método de FAO-USDA Blaney-Criddle (Doorenbos y Pruitt, 1.977; Allen y Pruitt, 1.986).

5.1.4. Cálculo de la evapotranspiración de cultivo

Para tener en cuenta el comportamiento del cultivo sobre sus necesidades de agua, se presentan unos coeficientes de cultivo (Kc). Este coeficiente representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que obtenga rendimientos óptimos.

En la elección de los valores Kc se han considerado los valores recomendados en la publicación realizada por la Excm. Diputación de Zaragoza, de esta forma se han tomado los valores para la comarca de La Litera.

Tabla 20.- Coeficientes de cultivo Kc.

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	0,89	0,77	0,83	0,00
Febrero	0,89	0,96	1,01	0,00
Marzo	0,89	1,09	1,09	0,00
Abril	0,89	1,09	1,09	0,00
Mayo	0,89	1,03	0,86	0,52
Junio	0,89	0,47	0,30	0,71
Julio	0,89	0,00	0,00	1,09
Agosto	0,89	0,00	0,00	1,11
Septiembre	0,89	0,00	0,00	0,73
Octubre	0,89	0,00	0,00	0,00
Noviembre	0,89	0,00	0,73	0,00
Diciembre	0,89	0,74	0,73	0,00

Para obtener la evapotranspiración real del cultivo, siguiendo las directrices establecidas por Doorenbos y Pruitt, 1.977, basta con multiplicar la ETo por el coeficiente Kc, siguiendo la siguiente expresión:

$$ET_c = K_c \times ETo$$

Tabla 21.- Evapotranspiración (ET_c) de los cultivos (mm/mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	13,80	11,94	12,87	0,00
Febrero	33,39	36,02	37,90	0,00
Marzo	64,84	79,41	79,41	0,00
Abril	89,45	109,55	109,55	0,00
Mayo	120,57	139,53	116,50	70,44
Junio	163,67	86,43	55,17	130,57

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Julio	192,85	0,00	0,00	236,19
Agosto	172,99	0,00	0,00	215,75
Septiembre	114,28	0,00	0,00	93,73
Octubre	69,25	0,00	0,00	0,00
Noviembre	30,97	0,00	25,40	0,00
Diciembre	11,31	9,41	9,28	0,00

5.1.5. Cálculo de la lluvia efectiva

Hasta ahora se ha hablado únicamente de las necesidades de agua, sin embargo, puede haber aportes de agua diferentes de los aportes hídricos del propio riego. Se consideran nulos los posibles aportes por parte del rocío y de las capas freáticas altas. Sólo se contabilizarán como aportes positivos, las lluvias y dentro de ellas, se considerará únicamente la porción de lluvia considerada como precipitación efectiva.

Así, desde un punto de vista agronómico, se considera como precipitación efectiva a la porción de lluvia que satisface parte de las necesidades de consumo de agua del cultivo.

Para la estimación de esta precipitación efectiva se ha aplicado el método del Soil Conservation Service del Dep. de Agricultura de Estados Unidos (Dastane, 1.974), siendo este a su vez el método seguido en la publicación realizada por la Excm. Diputación de Zaragoza “*Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*”. Este método considera que el límite máximo de la PE mensual es la ETc mensual del cultivo en el mes considerado. Se calcula la PE para cada cultivo, por lo que ésta puede variar de un cultivo a otro. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$PE = f(D) [1,25P^{0,824} - 2,93] 10^{0,000955 ETc}$$

Donde: PE= precipitación efectiva mensual (mm/mes)

P= precipitación total mensual (mm/mes)

ETc= evapotranspiración de cultivo mensual (mm/mes)

$f(D)$ = función correctora para un déficit de humedad en el suelo distinto de 75 mm. Para $D=75\text{mm}$, $f(D) = 1$

Tabla 22.- Precipitación Efectiva (PE) para cada uno de los cultivos (mm/mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	17,17	17,10	17,13	0,00
Febrero	14,41	14,49	14,55	0,00
Marzo	18,94	19,56	19,56	0,00
Abril	30,32	31,69	31,69	0,00

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Mayo	38,18	39,81	37,84	34,20
Junio	34,32	28,96	27,03	31,91
Julio	17,70	0,00	0,00	19,47
Agosto	22,59	0,00	0,00	24,82
Septiembre	26,53	0,00	0,00	25,36
Octubre	33,21	0,00	0,00	0,00
Noviembre	21,50	0,00	21,24	0,00
Diciembre	15,54	15,47	15,47	0,00

5.1.6. Cálculo de las necesidades hídricas netas

Las necesidades hídricas netas (NHn) se calculan, determinado el valor de la precipitación efectiva, como la diferencia entre evapotranspiración del cultivo y precipitación efectiva.

$$NHn = ETc - PE$$

En el proceso de cálculo se han considerado las condiciones locales de cada cultivo, reflejándose este hecho en la obtención de estas necesidades netas.

Tabla 23.- Necesidades Hídricas Netas (NH_n) para cada uno de los cultivos (mm/mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	18,98	21,53	23,35	0,00
Marzo	45,90	59,85	59,85	0,00
Abril	59,13	77,86	77,86	0,00
Mayo	82,39	99,72	78,66	36,24
Junio	129,35	57,47	28,14	98,66
Julio	175,15	0,00	0,00	216,72
Agosto	150,40	0,00	0,00	190,93
Septiembre	87,75	0,00	0,00	68,37
Octubre	36,04	0,00	0,00	0,00
Noviembre	9,47	0,00	4,16	0,00
Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00
	794,56	316,43	272,02	610,92

5.1.7 Cálculo de las necesidades totales de agua de riego de los cultivos considerados.

Para la estimación de las necesidades totales de agua de riego es necesario conocer la eficiencia actual y futura en la aplicación del riego (relación entre agua aplicada y la realmente útil para las plantas).

El servicio de Asesoramiento al Regante de la zona considera, de modo general, que la eficiencia de aplicación del agua en el riego por aspersión es del 80%, coincidiendo este valor con el valor orientativo, que según Tarjuelo, se debe tomar para sistemas estacionarios en la mayor parte de climas y vientos débiles.

Las necesidades reales vienen dadas por la expresión: $NR_t = NH_N / EA$

Tabla 24.- Necesidades Hídricas Totales (Nht) para cada uno de los cultivos (m³/ha y mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	237,29	269,08	291,78	0,00
Marzo	573,68	748,09	748,09	0,00
Abril	739,12	973,25	973,25	0,00
Mayo	1029,82	1246,56	983,26	453,08
Junio	1616,95	718,47	351,73	1233,29
Julio	2189,43	0,00	0,00	2709,04
Agosto	1879,95	0,00	0,00	2386,62
Septiembre	1096,82	0,00	0,00	854,66
Octubre	450,54	0,00	0,00	0,00
Noviembre	118,41	0,00	52,08	0,00
Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	9932,00	3955,45	3400,19	7636,69

5.1.8. Necesidades totales de riego de la alternativa adoptada

Para el cálculo de las necesidades reales de agua de riego de la alternativa de cultivo estudiada, se tendrá en cuenta la superficie total destinada a cada uno de los tipos de cultivo que la componen y la demanda estimada para cada uno de ellos.

Tabla 25.- Superficie de riego y necesidades totales de la alternativa estudiada

CULTIVO	m ³ /ha y año	SUPERFICIE	m ³ /año
ALFALFA	9.932,00	16 ha 37 área 39 centiárea	162.625,60
TRIGO	3.955,45	6 ha 54 área 96 centiárea	25.906,60
CEBADA	3.400,19	4 ha 91 área 21 centiárea	16.702,07
GIRASOL	7.636,69	4 ha 91 área 21 centiárea	37.512,18
		32 ha 74 área 77 centiárea	242.746,45

Las necesidades que se generan para el total de las 32 ha 74 áreas 77 centiáreas son de 242.746,45 m³/año, lo que supone una necesidades medias por hectárea de 7.412,62 m³/año y ha.

Estas necesidades totales de agua de riego obtenidas durante el desarrollo de este procedimiento de cálculo, recogidas en la Tabla 25, serían las necesarias para obtener el máximo rendimiento de la plantación.

Es interesante conocer las demandas que se generan mensualmente, ya que estas varían mes a mes en función del estado del cultivo.

Tal y como se puede observar en la Tabla 26, el periodo de máximas necesidades se produce en el mes de julio, con una demanda de 0,560 l/s y ha. Al ser la superficie total a cultivar de 32 ha 74 áreas y 77 centiáreas, el caudal ficticio continuo será de 18,34 l/s.

5.1.9. Cuadro resumen

Tabla 26.- Necesidades totales de la alternativa estudiada.

	ALFALFA (m ³ /ha)	TRIGO (m ³ /ha)	CEBADA (m ³ /ha)	GIRASOL (m ³ /ha)	TOTAL (m ³ /mes y ha)	TOTAL (m ³ /mes)	TOTAL mm/día	Caudal <i>cont.</i> l/s y ha
ENERO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
FEBRERO	237,29	269,08	291,78	0,00	216,23	7081,07	0,772	0,089
MARZO	573,68	748,09	748,09	0,00	548,67	17967,68	1,829	0,212
ABRIL	739,12	973,25	973,25	0,00	710,20	23257,39	2,367	0,274
MAYO	1029,82	1246,56	983,26	453,08	979,67	32081,97	3,160	0,366
JUNIO	1616,95	718,47	351,73	1233,29	1189,92	38967,18	3,966	0,459
JULIO	2189,43	0,00	0,00	2709,04	1501,07	49156,64	4,842	0,560
AGOSTO	1879,95	0,00	0,00	2386,62	1297,97	42505,39	4,187	0,485
SEPTIEMBRE	1096,82	0,00	0,00	854,66	676,61	22157,36	2,255	0,261
OCTUBRE	450,54	0,00	0,00	0,00	225,27	7377,13	0,727	0,084
NOVIEMBRE	118,41	0,00	52,08	0,00	67,01	2194,57	0,223	0,026
DICIEMBRE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
TOTAL	9.932,01	3.955,45	3.400,19	7.636,69	7.412,62	242.746,38		

Alumno/a: MARTA ELIA JIMÉNEZ HIJAR
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

5.2.-Programación de riegos

A partir de los cálculos desarrollados en el anejo 5, se establece la siguiente programación de riegos para cada uno de los cultivos a implantar en la finca. Las dosis y fechas de riego calculadas sirven para una primera orientación, pudiendo variar en determinados periodos de la temporada de riego al hacer los ajustes correspondientes a la climatología específica de ese año.

Tabla 27.- Calendario de riegos del cultivo de ALFALFA

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT
Necesidades totales (mm/mes)	57,37	73,91	102,98	161,69	218,94	187,99	109,68
Dosis total (mm/riego)	34,69	46,12	41,50	50,52	52,95	56,81	45,75
Intervalo entre riegos (días/riegos)	15	15	10	7,5	6	7,5	10
Nº riegos (riegos/mes)	2	2	3	4	5	4	3
Duración riego (horas/riego y posición)	7 h 01 min.	9h 20 min.	8 h 24 min.	10 h 13 min.	10 h 43 min.	11h 30 min.	9 h 16 min.
Dosis mensual (mm/mes)	69,38	92,24	124,5	202,08	264,75	227,24	137,25
Total (mm/año)	1.117,44						

Tabla 28.- Calendario de riegos del cultivo de TRIGO

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Necesidades totales (mm/mes)	74,81	97,32	124,66	71,84
Dosis total (mm/riego)	30,12	40,50	37,69	29,87
Intervalo entre riegos (días/riegos)	10	10	7,5	10
Nº riegos (riegos/mes)	3	3	4	3
Duración riego (horas/riego y posición)	6h 06 min.	8h 12 min.	7h 38 min.	6h 03 min.
Dosis mensual (mm/mes)	90,36	121,5	150,76	89,61
Total (mm/año)	452,23			

Tabla 29.- Calendario de riegos del cultivo de CEBADA.

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Necesidades totales (mm/mes)	74,81	97,32	98,33	35,17
Dosis total (mm/riego)	45,19	40,50	39,62	43,87
Intervalo entre riegos (días/riegos)	15	10	10	30
Nº riegos (riegos/mes)	2	3	3	1
Duración riego (horas/riego y posición)	9h 09 min.	8h 12 min.	8h 01 min	8h 53 min.
Dosis mensual (mm/mes)	90,38	121,50	118,8	43,87
Total (mm/año)	374,55			

Tabla 30.-Calendario de riegos del cultivo de GIRASOL.

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT
Necesidades totales (mm/mes)	45,31	123,33	270,90	238,66	85,46
Dosis total (mm/riego)	27,37	38,52	43,70	43,31	35,62
Intervalo entre riegos (días/riegos)	15	7,5	4	4,5	10
Nº riegos (riegos/mes)	2	4	8	7	3
Duración riego (horas/riego y posición)	5h 32 min.	7h 48 min.	8h 51 min.	8h 46 min.	7h 13 min.
Dosis mensual (mm/mes)	54,74	154,08	349,60	303,17	106,86
Total (mm/año)	968,45				

6.- Características del sistema de riego. Alternativa de diseño adoptada

Conocidos los parámetros básicos que definen la presente actuación, como son las parcelas y superficies a transformar, así como la distribución y morfología de la zona regable, se ha llevado a cabo un estudio de diferentes alternativas para el diseño de la cobertura, con el fin de tener información necesaria que nos permita adoptar la alternativa más viable.

Para determinar la más viable se han barajado como aspectos fundamentales tanto los parámetros técnicos como los parámetros económicos, tanto desde el punto de vista de la inversión como de la explotación. De esta forma, en el Anejo 6 “Alternativa de diseño adoptada” trataremos de realizar una descripción de las diferentes alternativas estudiadas, justificando así la decisión adoptada como definitiva.

Para ello, una vez conocida la distribución superficial respecto a la toma principal y la geometría de las parcelas a modernizar, se ha realizado un trabajo tanto de campo como sobre la cartografía y ortofotos, para determinar fundamentalmente los puntos idóneos para la ubicación de aquellas infraestructuras que supongan una ocupación permanente de terrenos, así como aquellas que necesiten de una afección temporal en la fase de ejecución de obras.

6.1. Delimitación de la zona regable

La superficie considerada dentro del perímetro a modernizar queda diferenciada en dos zonas:

-ZONA A: Área de riego de geometría regular, cuadrangular y compacta, queda establecida en 26 ha 01 área 56 centiáreas. Esta superficie es la suma de las parcelas 103, 104 y 58 del polígono 34, alineadas de Norte a Sur respectivamente y delimitadas a su derecha por el camino Algayón y a su izquierda por el desagüe a cielo abierto denominado “La Clamor”.

Las parcelas 103 y 104 y 104 y 58 quedan diferenciadas entre ellas por dos caminos de propiedad particular del propio Centro, por los que discurren dos tuberías principales de fibrocemento desde las que se propone realizar las conexiones 1 y 2 de la red de riego.

-ZONA B: Esta zona es la suma de las cuatro esquinas no regadas por el pívot instalado en el centro de la parcela 116 del polígono 33. La suma de las cuatro esquinas alcanza las 6 ha 73 áreas 21 centiáreas.

Los caminos mencionados anteriormente por los que discurre el trazado de las tuberías existentes de fibrocemento, se prolongan hasta dicha parcela 116 para el abastecimiento del pívot instalado en ella. Desde ambos caminos se propone realizar las conexiones 3 y 4.

Así, la superficie finalmente considerada en la transformación será de 32 ha 74 áreas 77 centiáreas. La topografía de la zona no supera el 2% de pendiente media, con lo cual es un terreno casi llano. 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.

6.2. Características generales del riego por aspersión

Se ha elegido la aspersión con cobertura total enterrada como sistema de riego, porque sus características técnicas hacen posible esta modernización.

Principales características del riego por aspersión:

- 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 sólo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.
- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios y aporte de fertilizantes.
- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.
- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más alta que en riegos tradicionales.

Pero el riego por aspersión también presenta ciertos **inconvenientes**:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo ésta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades del viento considerables.
- El coste elevado de implantación.

6.2.1. Características de la cobertura total enterrada.

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 sector 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. Éstas se encuentran totalmente enterradas, a mayor profundidad que la de la labor de los aperos, saliendo sólo 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.

6.3. Elección del marco de colocación de los aspersores

Se opta por la 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 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 herramientas, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de 3 metros.

6.4. Elección del aspersor.

Los factores que se han tenido en cuenta para la elección del aspersor han sido los siguientes:

- Un tipo de aspersor cuyo caudal sea suficiente al cultivo según número de riegos y duración de los mismos.
- 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 uniformidad del riego.
- Un aspersor no distribuye el agua de manera totalmente uniforme, recibiendo más agua la zona más próxima al aspersor y menos agua a medida que nos alejamos de aquel. De ahí que, cuando se riega en bloque es necesario solapar una parte de las áreas regadas para lograr una mayor uniformidad de reparto. El recubrimiento entre aspersores deberá estar en el 55% y entre ramales en el 65%.

- El coeficiente de uniformidad debe estar por encima del 80% con vientos hasta 2,5 m/s, según la regla de Christiansen.
- El grado de pulverización debe tener un valor comprendido entre 0,1 y 0,3. Para medir el grado de pulverización se usa el índice de Tenda ($K = D/h$, "D" es el diámetro de la boquilla y "h" la presión de trabajo en metros de columna de agua).
- La eficiencia del aspersor, es la relación entre el alcance en metros y la presión en la boquilla también en metros. Debe estar por debajo del valor de 0,7 para las gotas finas (según fórmula de Poggi).

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

6.4.1. Características de los aspersores.

Lo normal en un riego es que hagamos primero la elección del marco y luego elijamos el aspersor, teniendo en cuenta además la permeabilidad. Teniendo en cuenta que la velocidad del viento en la zona es inferior a 10 km/h, se ha elegido un marco de 18 x18 m. Al área del marco de riego o superficie que riega el aspersor se le denomina elemento de riego y en este caso, resulta 324 m².

Para elegir el aspersor, se ha ido a un catálogo comercial de la casa con la que se va a trabajar. Antes de mirar en el catálogo, conviene que sepamos cuál es el caudal máximo que puede arrojar el aspersor a elegir, que está condicionado por el marco (superficie asignada a regar cada aspersor) y la permeabilidad que viene dada por la textura principalmente.

Tabla 31.- Permeabilidad de los suelos según su textura

Textura	Permeabilidad (mm/h)	Textura	Permeabilidad (mm/h)
Arcilloso	3,8	Limo-arenoso	10,0
Arcilloso-limoso	5,0	Arenoso-limoso	15,0
Franco-arcilloso	6,4	Franco-arenoso	16,0
Franco-limoso	7,6	Arenoso-franco	17,0
Limoso	8,0	Arenoso	19,0
Franco	8,9	Arenoso-grueso	50,0

- MARCO DE ASPERSIÓN = 18X18.
- ELEMENTO DE RIEGO = 324 m²
- TERRENO SEGÚN TEXTURA = franco-arcilloso.

Viendo el cuadro de PERMEABILIDAD, ésta es = 6,4 mm/hora.

$$\begin{aligned} Q_{\max. \text{ aspersor}} &= \text{marco} \times \text{permeabilidad del terreno} \\ &= 18 \text{ m} \times 18 \text{ m} \times 6,4 \text{ mm/hora} = 2.073,6 \text{ l/hora.} \end{aligned}$$

Ahora ya podemos mirar el catálogo comercial y elegir aspersor, éste tiene que ser adecuado para un terreno franco-arcilloso (máximo 6,4 mm/hora de pluviometría) y 2.073,6 l/h de caudal máximo y un alcance suficiente para un marco de 18x18.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SERVICIO DEL ASPERSOR ELEGIDO:

- Disposición: **18x18m.**
- Boquilla: **4mm x 2,4 mm.**
- Presión de trabajo: **3 atm.**
- Consumo de agua: **1.600 l/hora.**
- Alcance: **15,5 m.**

A partir de las características técnicas de servicio del aspersor elegido, en el Anejo 6 se ha comprobado que cumple los requisitos establecidos:

6.5. Alternativa adoptada

Como conclusión y punto final al análisis de alternativas realizado en el Anejo 6, realizamos una descripción muy esquemática de la alternativa finalmente adoptada.

Partiendo de la premisa que por regla general las coberturas de PVC son más adecuadas económicamente hablando en parcelas pequeñas e irregulares y que las coberturas de Pe aún siendo ligeramente más caras, su sistema de colocación y montaje las hace más adecuadas en parcelas más grandes y regulares, compensándose esta diferencia de precio en tiempo y medios. Se adoptará tubería de Pe para la Zona A (Área regable de 26 ha) y de PVC para la Zona B (Cuatro esquinas del pívot).

De este modo la superficie de riego quedará dividida en cuatro áreas (dos en la Zona A y dos en la Zona B). La Zona A se abastecerá a través de conexiones sobre las tuberías de fibrocemento existentes. La conexión 1 se realizará sobre una tubería existente cuyo trazado coincide con el camino que separa las parcelas 103 y 104 y la conexión 2 sobre otra tubería de iguales características a la anterior, también existente y localizada en el camino que separa las parcelas 104 y 58. En esta zona, la red terciaria de riego quedará formada por tuberías de Pe de diámetro 50 mm., mientras que el resto de la red será de PVC.

Por su parte, la Zona B será abastecida por otras dos conexiones (3 y 4) sobre la prolongación que llega hasta esta zona de las tuberías de fibrocemento anteriormente mencionadas. En esta zona toda la red de riego se diseña con PVC.

7.- Parámetros básicos de riego y dotaciones

Una vez determinados los parámetros agronómicos previos calculados en el Anejo nº 5 "Estudio agronómico" y delimitada la superficie y cultivos objeto de la modernización, se establecen los parámetros de riego que serán posteriormente utilizados para el dimensionamiento de la red de riego.

La instalación de riego que se proyecta sirve para que el usuario pueda organizar el riego en parcela libremente, garantizando una alta calidad de funcionamiento a nivel de toma y limitándose las afecciones climáticas (principalmente el viento).

El estudio-proyecto se ha diseñado de acuerdo con los datos técnicos aportados y los datos de campo descargados referentes a la topografía de la finca, realizando cálculos para conseguir la mejor eficiencia en el sistema de riego y obtener las mínimas pérdidas de carga en las tuberías y accesorios, evitando así un desgaste prematuro de la instalación.

7.1. Caudal unitario por hidrante

A continuación se incluye una tabla completa de la agrupación de hidrantes realizada, la superficie dominada, así como el caudal total asignado a cada sector.

Tabla 32.- Relación de agrupaciones de parcela por sector y caudales asignados ZONA A.

SECTOR	CONEXIÓN	PARCELA	Nº ASPERSORES	CAUDAL (m³/h)	SUPERFICIE (has)	
1	CONEXIÓN 1	103	31	49,60	0,8599	
2			33	52,80	0,9192	
3			36	57,60	0,9983	
4			35	56,00	0,9687	
5			33	52,80	0,9192	
6			33	52,80	0,9192	
7			33	52,80	0,9192	
8			35	56,00	0,9687	
9		CONEXIÓN 2	104	34	54,40	0,9390
10				34	54,40	0,9390
11				36	57,60	0,9983
12				29	46,40	0,8006
13				30	48,00	0,8303
14				35	56,00	0,9687
15				31	49,60	0,8599
16	32			51,20	0,8896	
17	31			49,60	0,8599	
18	32			51,20	0,8896	
19	35			56,00	0,9687	
20	35	56,00	0,9687			
21	36	57,60	0,9983			
22	CONEXIÓN 2	58	32	51,20	0,8896	
23			29	46,40	0,8006	
24			29	46,40	0,8006	
25			28	44,80	0,7809	
26			28	44,80	0,7809	

SECTOR	CONEXIÓN	PARCELA	Nº ASPERSORES	CAUDAL (m³/h)	SUPERFICIE (has)
27	CONEXIÓN 2	58	28	44,80	0,7809
28			34	54,40	0,9390
29			31	49,60	0,8599

Tabla 33.- Relación de agrupaciones de parcela por sector y caudales asignados ZONA B.

SECTOR	CONEXIÓN	PARCELA	Nº ASPERSORES	CAUDAL (m³/h)	SUPERFICIE (has)
1	CONEXIÓN 3	106	43	68,80	1,0847
2			38	60,80	0,9592
3			35	56,00	0,8785
4	CONEXIÓN 4		39	62,40	0,9771
5			39	62,40	0,9771
6			35	56,00	0,8785
7			39	62,40	0,9771

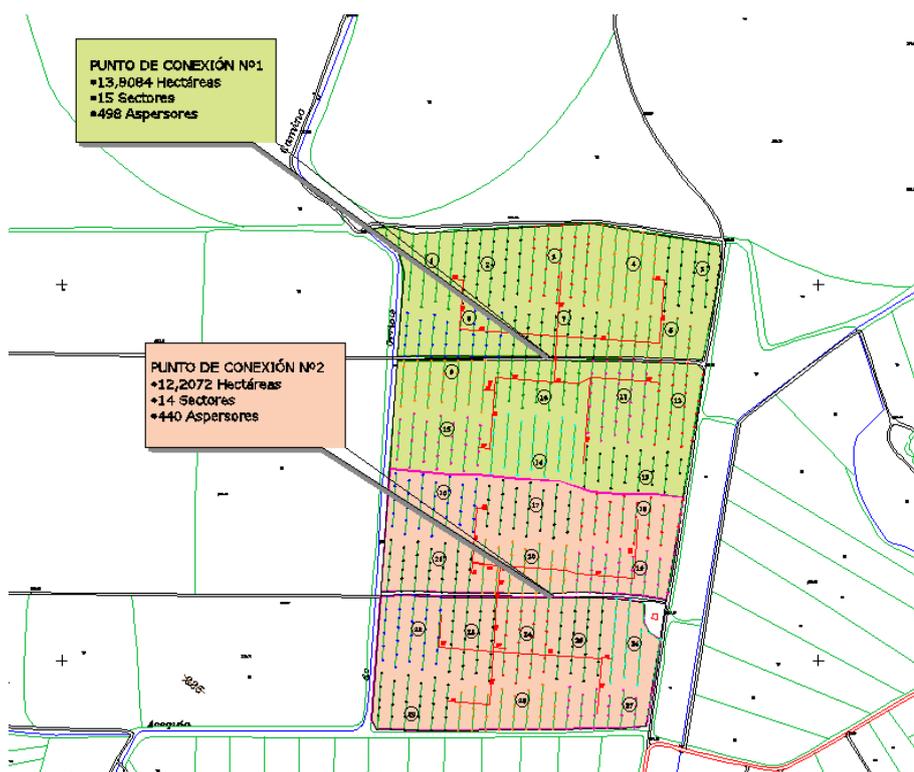


Figura 2. Zona A.

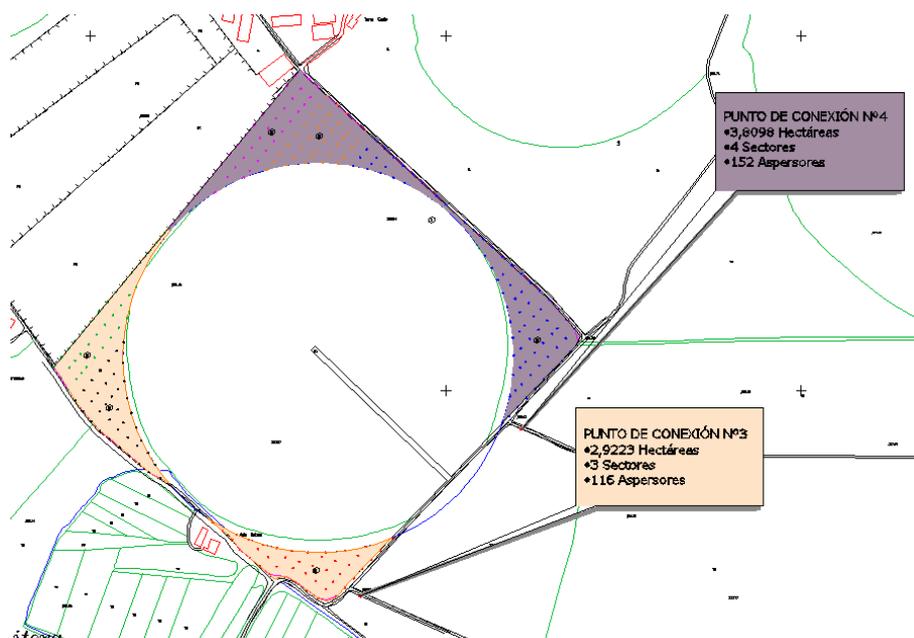


Figura 3. Zona B.

En total, el número de sectores de la superficie regable asciende a 36.

8.- Red de riego a presión

Una vez determinados los parámetros agronómicos en el Anejo 5 “Estudio agronómico” y definidos los parámetros básicos de riego en el Anejo 7 “Parámetros básicos de riego y dotaciones” se procede al cálculo y dimensionamiento de la red de riego, las actuaciones planteadas en el presente proyecto consistirán en:

- Instalación de las redes principales de tuberías.
- Colocación de reducciones, piezas en T, codos, etc..
- Colocación de filtros, válvulas, cañas, aspersores, etc.
- Unión a las tomas de las parcelas, procedentes de las tuberías existentes en los puntos de conexión indicados.

El planteamiento general de esta modernización se basa en el aprovechamiento de la infraestructura principal existente (tubería de fibrocemento y estación de bombeo), realizándose cuatro acometidas sobre la red, para la instalación de una cobertura fija enterrada de aspersores en toda el área objeto de modernización y mejora. Estas tuberías existentes de fibrocemento arrancan como una única tubería de la estación de bombeo localizada en la esquina superior derecha de la parcela 58 del polígono 34, para pasados unos 15 metros de su inicio bifurcarse en dos tramos que se alinean con caminos privados de la explotación, por los límites norte de las parcelas 58 y 104 y se prolongan hasta la parcela 116 del pivot.

Las actuaciones consistirán, esencialmente, en la instalación de redes generales de tuberías a partir de conexiones desde las tuberías de fibrocemento existentes en el

área a modernizar, a partir de la cual se tenderá la red secundaria y las calles con la red de riego formada con tuberías enterradas sobre las que se mueve un conjunto de aspersores de latón de media presión dispuestos en tresbolillo 18x18, que se conectan a la red mediante válvulas adecuadas.

Las tuberías serán de PVC para todos los diámetros en la denominada Zona B y de Pe para diámetros <63 mm y PVC para el resto en la Zona A.

Estas tuberías se encontrarán a lo largo de su recorrido enterradas en el interior de una zanja, con anchura inferior mínima en función del diámetro de la conducción. Las condiciones de montaje y relleno de dichas zanjas quedan definidos en el plano de detalles 5.1.

Las 32,7477 ha quedarán divididas en cuatro áreas de riego, cada una con su correspondiente conexión a la red principal existente a través de cuatro conexiones, que se compondrán de los siguientes elementos cada una:

- Válvula de mariposa con sistema reductor.
- Ventosa trifuncional de Ø1''.
- Filtro cazapiedras.
- Manómetro de entrada y salida.
- Colector de entrada.
- Válvula hidráulica de 6'' para las conexiones de la Zona A (conexión 1 y 2) y de 4'' para las conexiones de la Zona B (conexiones 3 y 4).
- Calderería correspondiente.

Todos estos elementos irán en arqueta prefabricada cerrada con candado y sólo accesible al personal responsable del mantenimiento de la red riego.

8.1. Dimensionamiento de la red de riego

Los cálculos de aplicación se han realizado por medio de un programa de optimización de redes hidráulicas y con la ayuda de un ordenador basado en las siguientes premisas teóricas:

1. El cálculo hidráulico de las tuberías de la red de distribución del riego se ha realizado aplicando la fórmula Darcy-Weisbach, para calcular las pérdidas de carga:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

2. El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{f}} + \frac{Ka}{3,71D} \right)$$

3. La variación de presión media entre aspersores de un mismo bloque no deberá ser mayor del 20% de la presión de trabajo (en nuestro caso que utilizamos aspersores de 3 atm., no debe ser mayor de 6 m.c.a)

8.1.1.- Distribución de la red

La tubería principal que une los puntos de conexión con los sectores de riego es de diámetro 140 mm en PVC para la zona A y de diámetro 160 para la zona B.

La parcela de 26 ha (Zona A) ha sido dividida en veintinueve sectores de riego, numerados del 1 al 29. Los 15 primeros se abastecen del punto de conexión nº 1 y los restantes del punto de conexión nº 2 (Plano 3.1).

La parcela de 6 ha (Zona B) ha sido dividida en siete sectores de riego, numerados del 1 al 7. Los 3 primeros se abastecen del punto de conexión nº 3 y los restantes del nº 4 (Plano 3.2).

Las redes de distribución interior o terciarias serán de Pe 32 mm para la Zona A y de PVC 50 mm en el área que define la Zona B. A la entrada de cada uno de los 36 sectores de riego se instalará una válvula hidráulica de 3'' que comandará la apertura y cierre del sector.

Tiene gran importancia en la distribución que se ha realizado, el detallar que entre los aspersores de un mismo sector no existe prácticamente desnivel, no influyendo por tanto en los incrementos de carga debidos a los desniveles.

A continuación se adjunta una tabla resumen de las pérdidas de carga de cada sector.

Tabla 34.- ZONA A.

	L. RIEGO	TUB. SECUNDARIA	TUB. GENERAL	TOTAL m.c.a.
sector 1	2,054	2,494	2,045	6,593
sector 2	5,319	2,373	2,534	10,226
sector 3	5,319	2,641	2,816	10,776
sector 4	5,451	3,240	0,279	8,969
sector 5	3,142	2,398	2,289	7,829
sector 6	3,142	1,882	1,326	6,350
sector 7	3,142	2,021	0,263	5,426
sector 8	3,142	2,132	1,486	6,760
sector 9	3,142	3,446	1,092	7,680
sector 10	3,142	2,729	0,274	6,145
sector 11	5,319	2,068	0,800	8,187
sector 12	5,319	2,833	0,542	8,694
sector 13	2,961	4,052	0,576	7,589
sector 14	3,142	3,728	2,224	9,094
sector 15	3,142	3,047	1,788	7,977
sector 16	3,142	3,237	1,523	7,902
sector 17	3,142	2,795	1,438	7,375
sector 18	3,142	3,207	1,622	7,971
sector 19	2,894	1,050	1,914	5,858

	L. RIEGO	TUB. SECUNDARIA	TUB. GENERAL	TOTAL m.c.a.
sector 20	4,787	3,745	0,612	9,144
sector 21	3,142	3,581	0,644	7,367
sector 22	2,417	3,269	0,543	6,229
sector 23	2,447	1,572	0,455	4,474
sector 24	3,505	1,796	0,427	5,728
sector 25	3,142	1,689	1,288	6,119
sector 26	3,505	1,720	2,226	7,431
sector 27	2,697	2,537	1,288	6,514
sector 28	2,958	2,090	1,493	6,541
sector 29	3,505	3,622	1,195	8,322

Tabla 35.- ZONA B.

	L. RIEGO	TUB. SECUNDARIA	TUB. GENERAL	TOTAL m.c.a.
sector 1	2,666	0,428	0,716	3,810
sector 2	2,251	0,641	2,581	5,473
sector 3	5,182	1,069	2,225	8,476
sector 4	3,473	0,787	1,211	5,471
sector 5	0,545	3,962	2,450	6,957
sector 6	1,103	1,234	2,969	5,306
sector 7	5,624	1,251	3,610	10,485

8.2. Descripción de las obras e instalaciones

- El sistema de riego diseñado es con tubería de PVC y Pe para diámetros menores de 63 mm, certificada por AENOR. La tubería de PVC irá enterrada en zanja a una profundidad tal que la generatriz superior de la tubería estará a más de 90 cm. de la superficie del suelo, permitiendo al agricultor realizar las tareas normales sin poner en peligro la conducción.
- Todas las tuberías serán de presión nominal igual a 6 kg/cm², excepto las tuberías de diámetro 50 y 63 que serán de presión nominal de 10 kg/cm² para evitar roturas por tracción.
- La red se dispone sobre el terreno de acuerdo al plano nº 4, donde además figuran los diámetros de cada tramo conductor. El diseño por el que ese ha optado es el conocido como espina de pez para la Zona A y distribución telescópica de las tuberías terciarias para la Zona B.
- En todos los cambios de dirección de la tubería de PVC se dispondrán anclajes de hormigón, para absorber el efecto empuje dinámico a que pueda estar sometida dicha tubería.

- Las uniones de los tubos de PVC serán de tipo denominado junta elástica, a excepción de los tubos de diámetro 50 mm. cuyas uniones serán del tipo de junta pegada.
- El marco de riego es de 18 x 18 en el total de los sectores, consiguiendo de esta manera una pluviometría y un solape entre calles eficiente para el desarrollo de los cultivos. Con el diseño y los cálculos hidráulicos que se han llevado a cabo, la pluviometría que dispondrá es de 5 l/h*m².
- Con objeto de conseguir una mayor uniformidad de reparto de agua, se ha optado por la agrupación de los aspersores en bloques de riego, creándose aproximadamente un sector cada 0,90 has., resultando un total de 36 de los cuales 29 se localizan en la denominada Zona A y 7 en la Zona B. Cada sector constará de una válvula hidráulica metálica.
- Las cañas serán de hierro galvanizado de 2,5 m de altura y enfundadas en polietileno para su protección. Estarán ancladas a un dado de hormigón prefabricado, al objeto de mejorar las conducciones de sustentación y disminuir las vibraciones del tubo porta-aspersor. 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 sectoriales 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.
- Los aspersores serán de latón, circulares en el centro y sectoriales en las lindes. Llevarán boquilla de 4,4 x 2,4 de 1600 l/h los circulares y boquilla de 4 x 2,4 los sectoriales con un caudal de 1400 l/h. La variación de presión media entre aspersores no deberá ser mayor del 20%.
- La conexión a la red existente (tubería de fibrocemento) se realizará mediante 4 acometidas en los hidrantes del actual sistema de riego.
- Estas incluyen una válvula hidráulica, un filtro con manómetros y llave de limpieza, calderería en la bajante hacia la parcela con 2 entradas de 1" y válvula de mariposa con reductor para poder aislar la instalación.
- En la caseta de bombeo se instalará el correspondiente cuadro de control, que permitirá la programación de apertura y cierre secuencial de las válvulas de los sectores de las conexiones.

La opción de diseño elegida, tendrá:

- Para la Zona A alineada con el desagüe "La Clamor", dos conexiones la 1 y la 2, con 15 y 14 sectores de riego respectivamente. La red terciaria quedará formada por tuberías de Pe de diámetro 32 mm, mientras que el resto de tuberías de la red será de PVC.
- Por su parte, la Zona B será abastecida por otras dos conexiones (3 y 4) de 3 y 4 sectores de riego. La acometida se realizará sobre la prolongación que llega hasta esta zona de las tuberías de fibrocemento.

8.3.- Automatización de la instalación.

La automatización de la instalación de riego en cobertura total tiene como ventajas fundamentales el ahorro en mano de obra y la posibilidad de realizar el riego en horas nocturnas.

El sistema de automatización integrado en la instalación consta de electroválvulas situadas en cada sector de riego, y un programador encargado del accionamiento de dichas electroválvulas a partir de la programación de riego establecida: tiempo, turno y dosis de riego.

Por cada válvula se necesitan los siguientes elementos:

- **Llave de tres vías**, conecta el diafragma de la válvula hidráulica con la atmósfera (comando manual) o con el solenoide de control de la misma (comando automático).
- **Solenoide**, llave de respuesta si o no, en función del impulso que le llega del ordenador.
- **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). Se instalan a la vez que las tuberías, en las mismas zanjas y se cubren a la vez que estas.

9.- Estudio de seguridad y salud

En el Anejo 11 “Estudio básico de seguridad y salud” se incluye toda la información relativa dicho estudio. En este apartado trataremos de resumir brevemente los aspectos más relevantes del mismo.

En conformidad con el REAL DECRETO 1627/1997, Capítulo II, Artículo 4, apartado 2, “el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud en la obra”

9.1.- Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra (Permanente).
- Orden y limpieza de los lugares públicos. (Permanente).
- Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas (Permanente).
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas (Permanente).
- Vallas de limitación y protección (Permanente).
- Señales de tráfico (Permanente).
- Señales de seguridad (Permanente).
- Cinta y conos de balizamiento (Alternativa al vallado).

- Topes de desplazamiento de vehículo (Permanente).
- Jalones de señalización (Ocasional).
- Balizamiento luminoso (Permanente).
- Extintores de polvo seco (Permanente).
- Interruptores diferenciales (Permanente).
- Tomas de tierra (Permanente).
- Evacuación de escombros (Permanente).
- Información específica (Para riesgos concretos).
- Cursos y charlas de formación (Frecuente).

9.2.- Equipos de protección individual (empleo)

- Cascos de seguridad (Permanente).
- Calzado protector (Permanente).
- Ropa de trabajo (Permanente).
- Ropa impermeable o de protección (Con mal tiempo).
- Gafas de seguridad. (Frecuente).

9.3.- Formación

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, junto con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud laboral al personal de obra.

9.4.- Medidas preventivas y primeros auxilios

Se prevé la instalación de un botiquín.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

Dicho estudio se encuentra ampliamente desarrollado, en el Anejo 11 "Estudio básico de seguridad y salud".

10. Presupuesto.

El presupuesto de ejecución de los trabajos se ha calculado aplicando las tarifas que el programa de gestión de costes para la edificación y obra civil (PRESTO) tiene.

A continuación se reflejan los costes de cada capítulo de obra:

-Capítulo 1: Movimiento de tierras: 18.647,94€.

-Capítulo 2: Tuberías: 52.141,81€.

-Capítulo 3: Conexiones: 10.375,28€.

-Capítulo 4: Valvulería: 11.574,72€.

-Capítulo 5: Equipamiento de riego: 23.417,46€.

-Capítulo 6: Seguridad y salud: 1.667,89€

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL.....117.825,10€

+21% I.V.A.....24.743,27€

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN.....142.568,37€

10.1. Plazo de ejecución

A la vista de las mediciones de las distintas unidades de obra comprendidas en la solución básica de la obra y de los medios previstos para la ejecución de la misma, se estima que la totalidad de las obras planteadas pueden ser ejecutadas en un plazo de 2 meses.

11. Viabilidad económica.

Para analizar la viabilidad económica del proyecto calculamos una serie de ratios económicos los cuales nos dirán si es rentable o no la inversión.

Así, de esta forma se calculan los siguientes ratios, el VAN o Valor actual Neto, la TIR o Tasa Interna de Rentabilidad y el Plazo de Recuperación (PAYBACK).

Valor Actual Neto (VAN): determina una rentabilidad absoluta a través de la ganancia neta generada por la inversión. Para ello considera la diferencia entre los flujos de caja y el pago de la inversión.

Se considera que si el VAN es mayor de cero, la inversión ya es viable y rentable.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR): Mide la rentabilidad interna que va a tener la inversión considerando que se produce un pago de la inversión y que se van a generar nuevos recursos a través de esa inversión.

El TIR es el tipo de interés que hace el VAN de una inversión igual a cero.

Plazo de Recuperación (PAYBACK) (años): El periodo de recuperación se define como el periodo que tarda en recuperarse la inversión inicial, a través de los flujos de caja generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año donde los flujos de caja acumulados superen la inversión inicial.

Cuanto mayor sea el plazo de recuperación, mayor será el riesgo de proyecto.

Para calcular los ratios citados 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.

Los precios de los productos pertenecen a datos de campañas anteriores, se va a hacer una media de los precios tomados en años anteriores, ya que el precio de la producción no es un precio fijo todos los años, sino que se producen muchas fluctuaciones, tanto subidas como bajadas.

Se tendrán en cuenta los ingresos provenientes de la PAC. La subvención que está recibiendo dicha parcela es el Pago Único, que según el Reglamento (CE) nº 1782/2003 del consejo de 29 de septiembre de 2003, será igual a la media trienal de los importes totales de los pagos que en cada año natural del periodo de referencia comprendido por los años naturales 2000, 2001 y 2002 se haya concedido al agricultor.

El Pago Único es actualmente de 500€/ha, por lo tanto los cálculos para determinar los ingresos anuales y poder obtener el VAN, la TIR y el PAYBACK se van a realizar con dicho valor.

11.1.- Datos considerados para el estudio económico

11.1.1.- Rendimientos de los cultivos sembrados actualmente, antes de la modernización.

Tabla 36.- Rendimientos actuales.

Cultivo	Grano (t/ha)	Paja (t/Ha)
Trigo blando	4	2
Cebada	3,5	1,5
Girasol	2,8	-
Cultivo	(t/Ha)	
Alfalfa (heno)	12,5	

11.1.2.- Rendimientos de los cultivos que se sembrarán después de la modernización.

Tabla 37.- Rendimientos tras la modernización.

Cultivo	Grano (t/ha)	Paja (t/Ha)
Trigo blando	5	2,5
Cebada	5	2,00
Girasol	3,5	-
Cultivo	(t/Ha)	
Alfalfa (heno)	17	

11.1.3.- Precios de las producciones de los cultivos.**Tabla 38.-** Precios producciones.

Cultivo	Precio (€/t)
Trigo blando	165
Cebada	156
Girasol	225,65
Alfalfa	125

11.1.4.- Coste de producción de los cultivos

Para la obtención de estos datos se han tomado como referencia los que vienen en la publicación *resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2011* del Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.

En el Anejo 10 “Estudio de viabilidad económica”, aparecen detallados los costes de producción de cada cultivo.

Tabla 39.- Costes de producción.

Cultivo	Coste de producción (€/ha)
Trigo blando	788,40
Cebada	746,12
Girasol	568,61
Alfalfa	1.032,59

11.2. Ingresos anuales

Los ingresos anuales se deben a la venta de la producción del cultivo y a las subvenciones de la PAC.

11.2.1. Ingresos anuales en la situación actual.

Tabla 40.- Ingresos actuales.

Cultivo	Producción (t/ha)	Precio (€/t)	Ingresos (€/ha)	Ayuda PAC (€/ha)	Total (€/ha)
TRIGO BLANDO	Grano: 4 Paja:2	165 30,05	660 60,10	500	1220,10
CEBADA	Grano: 3,5 Paja: 1,50	156 30,05	546,00 45,08	500	1091,08
GIRASOL	2,8	225,65	631,82	500	1131,82
ALFALFA	12,50	125	1.562,50	500	2062,50

11.2.2. Ingresos anuales con la modernización y mejora del regadío.

El objetivo final del proceso productivo agrario es incrementar la productividad mediante la mejora conjunta de la producción y la calidad del producto final, sin olvidar el respeto al medio ambiente.

Tabla 41.- Ingresos tras la modernización.

Cultivo	Producción (t/ha)	Precio (€/t)	Ingresos (€/ha)	Ayuda PAC (€/ha)	Total (€/ha)
TRIGO BLANDO	Grano: 5 Paja:2,50	165 30,05	825 75,13	500	1.400,13
CEBADA	Grano: 5 Paja: 2,00	156 30,05	780 60,10	500	1.340,10
GIRASOL	3,50	225,65	789,78	500	1.289,78
ALFALFA	17	125	2125	500	2.625

11.3. Flujo de caja antes de la modernización.

Es el valor numérico que corresponde a la diferencia entre los ingresos obtenidos en la parcela antes de la ejecución del proyecto y los gastos de la misma, es decir, el valor de los rendimientos que se obtienen en la situación actual.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 42.- Flujo destruido.

Cultivo	Coste (€/ha)	Ingresos (€/ha)	Flujo destruido (€/ha)	Total flujo destruido (€) (para 32,7477 ha)
Trigo blando	788,40	1.220,10	431,7	14.137,18
Cebada	746,12	1.091,08	344,95	11.296,32
Girasol	568,61	1.131,82	563,21	18.443,83
Alfalfa (los 5 años)	5.162,95	10.312,5	5.149,55	168.635,92
			TOTAL	212.513,25

11.4. Estudio de rentabilidad de la inversión

11.4.1. Consideraciones previas

El presupuesto total de la inversión asciende a 142.568,37 €.

Los ingresos anuales serán los calculados en el punto 11.2.2 y serán fijos.

El flujo de caja antes de la modernización es de 212.513,25 para 8 años.

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

11.4.2. Estudio de rentabilidad

En este apartado se calculan los principales indicadores económicos. Estos son: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Plazo de Recuperación (PAYBACK).

Para su cálculo se han establecido las siguientes variables:

Tabla 43.- Datos económicos

Estudio económico	A 25 años
Inversión inicial	142.568,37
Inflación	3%
Tasa de actualización	6%

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de estos índices son las siguientes:

$$VAN = \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+r)^j} - K$$

$$TIR: 0 = \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+\lambda)^j}$$

Los resultados del cálculo se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 44.-Cálculo índices de rentabilidad

AÑO	COBROS ORDINARIOS	PAGOS ORDINARIOS	FLUJO DESTRUIDO	PAGOS DE INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA	VAN 6%	PLAZO RECUPERACIÓN	TIR
0				142.568,37	-142.568,37	-142.568,00		7%
1	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-6161,745283	-6531,45	
2	42.237,33	18.620,67	26.564,20		-2.947,54	-2623,300107	-9478,99	
3	43.885,19	24.433,71	26.564,20		-7.112,72	-5971,976867	-16591,71	
4	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	20264,57576	8991,85	
5	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	19117,5243	34575,41	
6	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	18035,40028	60158,97	
7	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	17014,52857	85742,53	
8	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	16051,44205	111326,09	
9	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-3865,95522	104794,64	
10	42.237,33	18.620,67	26.564,20		-2.947,54	-1645,890941	101847,10	
11	43.885,19	24.433,71	26.564,20		-7.112,72	-3746,892168	94734,38	
12	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	12714,24553	120317,94	
13	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	11994,57126	145901,50	
14	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	11315,63326	171485,06	
15	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	10675,12572	197068,62	
16	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	10070,87332	222652,18	
17	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-2425,548132	216120,73	
18	42.237,33	18.620,67	26.564,20		-2.947,54	-1032,652338	213173,19	
19	43.885,19	24.433,71	26.564,20		-7.112,72	-2350,8465	206060,47	
20	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	7977,074939	231644,03	

Alumno: Marta Elia Jiménez Hajar
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural.

AÑO	COBROS ORDINARIOS	PAGOS ORDINARIOS	FLUJO DESTRUIDO	PAGOS DE INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA	VAN 6%	PLAZO RECUPERACIÓN	TIR
21	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	7525,542395	257227,59	7%
22	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	7099,568297	282811,15	
23	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	6697,705941	308394,71	
24	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	6318,59051	333978,27	
25	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-1521,818905	327446,82	
						8.957,78		

11.5 Conclusiones

- Valor Actual Neto (VAN): 8.957,78€ interés del 6%.
- Tasa interna de rentabilidad: 7%.
- Pay Back: 13 años para los beneficios anuales calculados anteriormente.

Un inversión se considera rentable cuando el periodo de recuperación de la inversión es inferior al periodo de análisis (25 años) y cuando además, en esta situación, el TIR es superior a la tasa de actualización y el VAN es positivo. Las tres condiciones deben darse simultáneamente.

El presupuesto total de la inversión asciende a 142.568,37 €. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable y la TIR es superior al tipo de interés utilizado; por lo tanto la inversión también es rentable.

12. Documentos de los que consta este proyecto.

1. Memoria

Anejos a la memoria:

- Nº 1 Situación actual. Delimitación de la zona regable.
- Nº 2 Estudio climatológico.
- Nº 3 Estudio edafológico.
- Nº 4 Calidad del agua de riego.
- Nº 5 Estudio agronómico.
- Nº 6 Características del sistema de riego. Alternativa de diseño adoptada.
- Nº 7 Parámetros básicos de riego y dotaciones.
- Nº 8 Red de riego a presión.
- Nº 9 Estudio de viabilidad económica.
- Nº 10 Reportaje fotográfico.
- Nº 11 Estudio básico de seguridad y salud.

2. Planos

- Nº 1 Situación.
- Nº 2 Emplazamiento.
- Nº 3 Distribución sectorial.
- Nº 4 Planta general de obras.
- Nº 5 Detalle de instalación

3. Pliego de condiciones.

4. Mediciones.

5. Presupuesto

5.1 Cuadro nº 1. Precio de las unidades de obra

5.2. Cuadro nº 2. Precios descompuestos.

5.3. Presupuestos parciales.

5.4 Resumen general.

13. Bibliografía.

1. Fernández, Julián; Riegos, manual práctico con todas las técnicas más modernas; Editorial De Vecchi, S.A.–Barcelona (1984).
2. Thompson, L.M y Troeh, F.R; Los suelos y su fertilidad; Editorial: Reverté, S.A. (1988).
3. Urbano, Terrón, P.; Fitotecnia (Ingeniería de la producción vegetal); Ediciones Mundi-Prensa (2002).
4. Villalobos, F., Mateos, L., Orgaz, F., Fereres, E; Fitotecnia (Bases y tecnologías de la producción agrícola; Ediciones Mundi- Prensa (2002).
5. Nogués Navarro, Jesús; Aplicaciones para modernización de regadío; Edita: Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón (2002).
6. Fuentes Yagüe, José Luis; Técnicas de riego; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2003).
7. De Paco López- Sánchez, José Luis; Fundamentos del cálculo hidráulico en los sistemas de riego y drenaje; Ediciones Mundi- Prensa: IRYDA (1993).
8. Martínez Cob, Antonio, Faci González, J.M, Bercero Bercero, A; Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón; Institución «Fernando el Católico» Excma. Diputación de Zaragoza (1998).
9. Caracterización agroclimática de la provincia de Huesca; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (1976).
9. Catálogos aspersores VYRSA.
10. Otras revistas y catálogos.

Zaragoza, a Septiembre 2014

Fdo: La alumna Marta Elia Jiménez Híjar.

ANEJO 1.- Situación actual. Delimitación de la zona regable

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO I

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Localización y descripción de la zona a transformar	1
3. Antecedentes y estudios previos	2
4. Situación actual	3

ANEJO 1.- SITUACIÓN ACTUAL. DELIMITACIÓN DE LA ZONA REGABLE

1. Introducción y objeto del presente anejo

El objeto de este anejo no es otro que el proporcionar la información relativa a los antecedentes y a la situación actual tanto de cultivos como de infraestructuras y sistemas de riego, así como la definición y localización de la zona de riego a modernizar dentro de la explotación.

2. Localización y descripción de la zona a transformar

La zona a transformar está situada en el término municipal de Tamarite de Litera (Huesca), cruzando a través de ella las carreteras N-240 y la de Zaidín hacia la localidad de Tamarite, así como el ferrocarril Madrid-Barcelona (vía Lérida).

Las coordenadas del centro de la finca son:

- Latitud: 41° 48' 0,1'' N
- Longitud: 0° 22' 23'' E
- Altitud: 220m

La superficie total de la explotación es de 573,83 ha, dominadas en su totalidad por el Canal de Aragón y Cataluña. De las 496,27 ha transformadas en regadío y estructuradas en 21 lotes de riego (con una superficie media de 24 ha/lote), 379,27 ha son de riego por gravedad y 117 por aspersión. La distribución de la superficie total queda de la siguiente manera:

Tabla 1.- Distribución de la superficie total

USO		SUPERFICIE (ha)
REGADÍO	GRAVEDAD	379,27
	ASPERSIÓN	117
SECANO		39,59
RESTO	VIALES	34,08
	IMPRODUCTIVO	3,89
TOTAL		573,83

La zona a modernizar corresponde al lote 15 de los 21 en los que está estructurada la superficie de regadío. Así, a la hora de describir los límites que determinan el perímetro de la zona a modernizar mediante un sistema de aspersión con cobertura total, diferenciamos 2 zonas, que a partir de ahora denominaremos Zona A y Zona B.

- La **Zona A** de 26,0156 ha, está formada por las parcelas 103 y 104 del polígono 34 y parte de la parcela 58 de este mismo polígono.

La parcela 103 tiene una superficie total de 7,3182 ha de labor regadío, la 104 consta de 12,4708 ha de labor regadío y la parcela 58 del polígono 34 su superficie total es de 103,1807 ha, de las cuales 6,2266 son las que se incluyen en este proyecto de modernización.

Estas parcelas (la 103, 104 y parte de la 58) están alineadas en ese orden de Norte a Sur y delimitadas a su derecha por el camino de Algayón y a su izquierda por el desagüe a cielo abierto denominado “La Clamor”. El sistema de riego existente es a base de carros “Rodimatic”.

- La **Zona B**, con un total de 6,7321 ha, comprende los cuatro cuadrantes de la parcela 116 polígono 33, no regados por el pivot ya instalado. El sistema de riego existente en esta zona es mediante mangueras.

Así, la superficie finalmente considerada en la transformación será de 32 ha 74 áreas 77 centiáreas.

La topografía de la zona no supera el 2% de pendiente media.

En la Zona A, en la esquina superior izquierda de la parcela 58, se encuentra la instalación de bombeo formada por tres equipos de motobomba de 32 C.V. cada una capaces de elevar un caudal de 35 l/s.

3. Antecedentes y estudios previos

La zona a transformar tiene una dilatada historia. En los años 1928 y 1930 la Confederación Hidrográfica del Ebro adquiere cinco fincas rústicas en el término de Tamarite de Litera para la creación y desarrollo de “La Granja de La Melusa”.

En el año 1991 desde la Dirección General de Obras Hidráulicas del entonces denominado Ministerio de Obras Públicas y Transportes, se redacta el proyecto “Transformación en cobertura fija de 12,5 ha del Centro Agronómico “La Melusa” en Tamarite de Litera (Huesca)”, con objeto de instalación de una cobertura fija enterrada de riego por aspersión de la parcela 104 del polígono 34, perteneciente al lote 15 del Centro Agronómico.

Por falta de capacidad presupuestaria esa actuación no se lleva adelante y se continúa en la explotación, hasta el día de hoy, con el sistema de riego existente a base de carros “Rodimatic” en las parcelas 103,104 y 58 del polígono 34 y de mangueras en los cuadrantes de la parcela 166 del polígono 33.

Posteriormente, con fecha 2007 se redacta el proyecto denominado “Entubación de la acequia de suministro al Centro Agronómico “La Melusa, 1ª parte (Hu/Tamarite de Litera)”, con objeto de definir y valorar las obras de entubado de la acequia actual

construida en los años 40-50 del pasado siglo, que conduce el caudal de riego a la finca “La Melusa” y así definir y mejorar este transporte de agua.

4. Situación actual

En este momento, la zona a transformar pertenece al sistema de riegos del Canal de Aragón y Cataluña, integrado por 132 Comunidades de Regantes y tomas particulares. “La Melusa” cuenta con un derecho de riego autorizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, de un caudal máximo de 0.6 l/s/ha para riego de 430 ha, lo que representa un caudal total de 258 l/s.

Los cultivos existentes consisten principalmente en alfalfa, cereal de invierno, maíz y girasol.

Todo el riego se realiza mediante una acequia propiedad exclusiva del Centro, con capacidad de 500 l/s y unos 2.362 m. de longitud total desde la toma en la acequia de “La Mola”.

Con el presente proyecto se busca la mejora y modernización del sistema de riego de una pequeña área de la explotación, en concreto la formada por las mencionadas parcelas del lote 15 que definen las denominadas Zonas A y B, hasta ahora regadas con carros “Rodimatic” y mangueras. Esto siempre aprovechando la red principal de riego y las instalaciones de bombeo existentes.

ANEJO 2.- Estudio climatológico

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 2

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Delimitación de la zona regable	1
3. Superficie y especies a regar	1
4. Estudio climático	2
4.1. Factores climáticos hídricos	3
4.2. Factores climáticos térmicos	3
4.3. Régimen de heladas	4
4.4. Índices termopluviométricos	5
4.4.1 Índice de Lang	5
4.4.2 Índice de Martonne	6
4.4.3 Índice de Dantín Cereceda y Revenga	7
4.5. Índices de productividad agraria: Índices de Turc	8
4.6. Clasificación agroclimática de Papadakis	8
4.6.1 Clasificación climática	8
4.6.2 Consideraciones de la relación clima-cultivos	9
4.6.3 Valoración agronómica	10
4.7. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO	11
4.7.1 Temperaturas	11
4.7.2 Aridez	12
4.8. Clasificación climática de Thornthwaite (1948)	13
4.8.1 Determinación del índice de humedad, según Thornthwaite	13
4.8.2 Determinación de la eficacia térmica	15
4.8.3 Determinación de la variación estacional de la humedad	15
4.8.4 Determinación de concentración térmica en verano	16

ANEJO 2.- ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

En el presente anejo se pretende realizar un análisis lo más pormenorizado posible de la climatología de la zona ocupada por el Centro Agronómico “La Melusa” y obtener de ese modo las variables climáticas de esta zona de estudio.

2. DELIMITACIÓN DE LA ZONA REGABLE

El área objeto de estudio se encuentra en el centro Agronómico “La Melusa” perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Ebro y situada en el término municipal de Tamarite de Litera (Huesca), con 573.83 ha de superficie total.

En concreto la parcelas objeto de transformación en cobertura fija abarcan 32,7477 ha pertenecientes al lote 15 del Centro Agronómico.

Tabla 1.- Superficie

POLIGONO	PARCELA	SUPERFICIE
33	116	6 ha 73 áreas 21 centiáreas
34	103	7 ha 31 áreas 82 centiáreas
34	104	12 ha 47 áreas 08 centiáreas
34	58	6 ha 22 áreas 66 centiáreas
TOTAL		32 ha 74 áreas 77 centiáreas

3. SUPERFICIE Y ESPECIES A REGAR

La superficie total mencionada se propone dedicarla a los cultivos de alfalfa, trigo, cebada y girasol, con el siguiente mosaico.

Tabla 2.- Cultivos previstos y superficie

CULTIVO	% DE SUPERFICIE	SUPERFICIE
ALFALFA	50	16 ha 37 áreas 39 centiáreas
TRIGO	20	6 ha 54 áreas 96 centiáreas
CEBADA	15	4 ha 91 áreas 21 centiáreas
GIRASOL	15	4 ha 91 áreas 21 centiáreas

Para la determinación de la alternativa de cultivos a considerar en la transformación, se han realizado consultas en este sentido a los responsables de la explotación. De cualquier forma, debemos considerar la alternativa de cultivos planteada como una aproximación a la realidad, que nos permita obtener una estimación de las necesidades futuras, teniendo claro que dicha alternativa está condicionada por las deficiencias hídricas de los regadíos del Canal de Aragón y Cataluña, al disponer en

cabecera de escasa capacidad de almacenamiento de agua, así como por la demanda del mercado

4. ESTUDIO CLIMÁTICO

Según se recoge en la publicación *“Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en la comarcas de Aragón”*, publicado por la Excma. Diputación de Zaragoza, Aragón se divide en 21 comarcas agrarias, agrupándose en cada una de ellas los municipios que tienen una uniformidad en sus características naturales, económicas y sociales.

De esta forma, siguiendo las directrices establecidas en la mencionada publicación, la zona objeto de la presente modernización, perteneciente al término municipal de Tamarite de Litera, se encuentra incluida en la comarca agraria de La Litera.

Por lo tanto, para la realización del estudio de necesidades hídricas de la alternativa de cultivo planteada, se considerarán de la publicación mencionada los datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de La Melusa (Huesca), por considerarse ésta como la estación que se ajustará mejor a la realidad de la zona.

Esta estación se encuentra situada a 0° 22' 30" de longitud Este y 41° 46' 48" de latitud Norte, a 218 metros de altitud sobre el nivel del mar.

A continuación se adjunta la ficha climática de la mencionada estación meteorológica.

Tabla 3.- Ficha climática de la estación de La Melusa (Huesca).

MEDIA MES	PREC mm	Tª med °C	HR Min %	U día m/s	ETo mm/día	ETo mm/mes
ENERO	28,2	4,4	66	3,7	0,50	15,5
FEBRERO	22,6	6,5	59	4,4	1,34	37,52
MARZO	27,8	9,2	49	4,4	2,35	72,85
ABRIL	43,2	12,4	48	4,7	3,35	100,5
MAYO	51,6	16,3	48	3,2	4,37	135,47
JUNIO	41,4	21,2	44	4,1	6,13	183,9
JULIO	19,6	24,5	38	3,6	6,99	216,69
AGOSTO	26,1	23,8	41	3,8	6,27	194,37
SEPT.	35,3	20,5	46	3,1	4,28	128,4
OCTUBRE	50,1	15,1	53	3,0	2,51	77,81
NOV.	34,3	8,5	61	4,0	1,16	34,8
DICIEM.	25,6	4,5	69	3,2	0,41	12,71
ANUAL	405,8					1210,52

La temperatura media anual es de 13,90 °C, siendo Enero el mes más frío con 4,4 °C de media y Julio el más caluroso con 24,5 °C.

La precipitación anual asciende a 405,8 mm, siendo Mayo el mes más lluvioso con 51,6 mm. de media y Julio el más seco con 19,6 mm.

La ETo anual es de 1.210,52 mm, siendo Enero y Diciembre los meses en que es menor con 15,5 mm. y 12,71 mm. respectivamente y Julio es el que mayor con 216,69 mm.

4.1. Factores climáticos hídricos

Los datos climáticos expuestos en este subapartado relativos a la estación termo pluviométrica de “La Melusa”, han sido obtenidos del Servidor de cartografía SIGA (Sistema de Información Geográfica de datos Agrarios) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente.

Tabla 4.- Pluviometría estacional (mm)

PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	TOTAL
120	84,2	124,70	70,90	399,8

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Tabla 5.- Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
8,70	8,60	12,10	16,90	20,10	18,80	10,50	17,20	19,30	22,60	15,60	11,10

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Tabla 6.- Pluviometría media mensual (mm)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
24,80	19	26,50	41,70	51,90	38,30	18,10	27,80	39,50	50,30	34,90	27,10

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

4.2. Factores climáticos térmicos

El calor constituye el elemento más importante del clima. Regula el ritmo de desarrollo de las plantas y limita su área cultivada.

En las Tablas 7,8 y 9 aparecen los datos más significativos para la caracterización de la zona objeto de proyecto, obtenidos del Servidor de cartografía del SIGA, para la estación de La Melusa.

Tabla 7.- Temperaturas medias mensuales (°C)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
4,50	6,50	9,60	12,30	16,80	21,30	24,30	24,10	20,10	14,90	8,50	4,70

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Tabla 8.- Temperaturas media mensual de las mínimas absolutas (°C)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5,90	-5,60	-3,90	-1,10	3	7,30	10,60	10,10	5,90	1,50	4,20	-6,10

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Tabla 9.- Temperaturas medias mensual de las máximas absolutas (°C)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
16,10	18,80	23,10	26,10	30,50	34,90	37,40	36,70	32,50	26,90	20,80	16,50

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

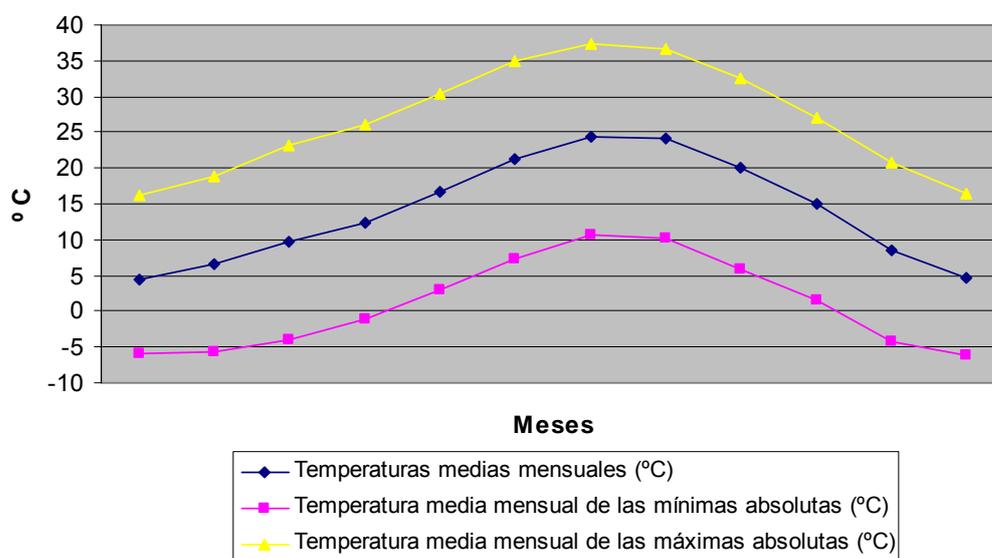


Figura 1.- Factores climáticos térmicos de la estación de La Melusa (Huesca).

4.3. Régimen heladas

En este subapartado se estudia la estación libre de heladas según J. Papadakis, dato que será usado posteriormente en la Clasificación Climática del mismo nombre. Para el cálculo de este parámetro se utiliza la temperatura media de mínimas absolutas ($t'a$).

Según el método de la estación libre de heladas de Papadakis, el año se divide en 3 estaciones:

- EMLH cuando: Media $t'a > 0^{\circ}\text{C}$
- EDLH cuando: Disponible $t'a > 2^{\circ}\text{C}$
- EmLH cuando: Mínima $t'a > 7^{\circ}\text{C}$

Siendo:

- EMLH = estación media libre de heladas.

- EDLH = estación disponible libre de heladas
- EmLH = estación mínima libre de heladas.

A continuación se expone el cuadro de temperaturas medias mínimas absolutas con datos del SIGA.

Tabla 10.- Temperaturas medias de mínimas absolutas mensuales (°C).

ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Mínima Anual
5,90	-5,60	-3,90	-1,10	3	7,30	10,60	10,10	5,90	1,50	-4,20	6,10	-8,20

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Siguiendo este criterio obtenemos la siguiente información:

- Estación media libre de heladas (EMLH) es de 183 días entre los meses de Abril a Noviembre.
- Período disponible libre de heladas (EDLH) es de 157 días, entre los meses de Abril a Octubre.
- Estación mínima libre de heladas (EmLH) es de 86 días entre los meses de Mayo a Septiembre.

4.4. Índices termopluviométricos

Calculamos tres índices termopluviométricos: el índice de Lang, el índice de Martonne y el índice de Dantín Cereceda y Revenga.

Una vez más el origen de los datos será el Servidor de cartografía del SIGA.

4.4.1. Índice de Lang

Para su cálculo es necesario conocer los siguientes parámetros:

- Precipitación media anual (P) en mm.
- Temperatura media anual (tm) en °C.

Se calcula mediante la expresión:

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

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang puede interpretarse en el siguiente cuadro, que describe las zonas climáticas de Lang:

Tabla 11-Zonas climáticas de Lang.

I_L	ZONAS CLIMÁTICAS
$0 \leq I_L < 20$	Desiertos
$20 \leq I_L < 40$	Zona árida
$40 \leq I_L < 60$	Zona húmeda de estepa y sabana
$60 \leq I_L < 100$	Zona húmeda de bosques ralos
$100 \leq I_L < 160$	Zona húmeda de bosques densos
$I_L \geq 160$	Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Según el SIGA para la estación de La Melusa tenemos una $P_{ANUAL}=399,80$ mm y $T_{ANUAL}=14^{\circ}C$.

Con estos datos determinamos el índice de Lang: $I_L=399,80/14=28,55$.

Por lo tanto obtenemos que $20 \leq I_L < 40$ lo cual corresponde a una **zona árida**.

4.4.2. Índice de Martonne

Para su cálculo es necesario conocer los mismos parámetros que en el caso anterior.

Se obtiene mediante la fórmula:

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

La caracterización climática correspondiente al índice de Martonne puede interpretarse en el siguiente cuadro, que describe las zonas climáticas de Martonne:

Tabla 11.-Zonas climáticas de Martonne.

I_M	ZONAS CLIMÁTICAS
$0 \leq I_M < 5$	Desiertos
$5 \leq I_M < 10$	Semidesiertos
$10 \leq I_M < 20$	Estepas y países secos mediterráneos
$20 \leq I_M < 30$	Regiones del olivo y de los cereales
$30 \leq I_M < 40$	Regiones subhúmedas de prados y bosques
$I_M \geq 40$	Zonas húmedas a muy húmedas

Según los datos de la zona estaríamos en $10 \leq I_M < 20$ lo cual corresponde a una zona de **estepas y países secos mediterráneos**.

Alumnos de Martonne consideraron, posteriormente, que podría tener interés caracterizar un índice de aridez mensual que se calcularía por una fórmula similar a la de Martonne, pero utilizando, lógicamente, valores mensuales. Para que los índices pudieran ser comparables proponen multiplicar la precipitación mensual por 12.

Siendo: p= precipitación media mensual, en mm.

t= temperatura media mensual, en °C

Así:

“a”= Regiones subhúmedas de prados y bosques (>30)

“b”= Regiones de olivo y cereales (20-30)

“c”= Estepas y países secos mediterráneos (10-20)

“d”= Semidesiertos (5-10)

“e”= Desiertos (0-5)

Tomando los siguientes datos obtenidos del SIGA:

Tabla 12.- Pluviometría mensual (mm)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
24,80	19	26,50	41,70	51,90	38,30	18,10	27,80	39,50	50,30	34,90	27,10

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Tabla 13.- Temperaturas medias mensuales (°C)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
4,50	6,50	9,60	12,30	16,80	21,30	24,30	24,10	20,10	14,90	8,50	4,70

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Obtenemos:

Tabla 14.- Índice de aridez mensual

	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
I _M	21	14	16	22	23	15	6	10	16	24	23	22
TIPO	“b”	“c”	“c”	“b”	“b”	“c”	“d”	“d”	“c”	“b”	“b”	“b”

4.4.3. Índice de Dantín Cereceda y Revenga

Con objeto de destacar la importancia de la aridez se propone el índice Dantín-Revenga, que puede interpretarse en la siguiente tabla:

Tabla 15.-Zonas climáticas de Dantín - Revenga.

I _{DR}	ZONAS CLIMÁTICAS
I _{DR} >4	Zonas áridas
4≥I _{DR} >2	Zonas semiáridas
I _{DR} ≤ 2	Zonas húmedas y subhúmedas

Para su cálculo es necesario conocer los parámetros ya descritos anteriormente:

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

Por tanto obtenemos que $4 \geq I_{DR} > 2$, lo cual corresponde a una **zona semiárida**.

4.5. Índices de productividad agraria: Índices de Turc

El índice de potencialidad agrícola de Turc se utiliza por la relación que existe entre determinadas variables climáticas y la producción sobre un suelo en buenas condiciones de manejo. Tras calcular el índice de Turc y tomar los datos de producción para el mismo periodo de tiempo, se puede establecer la relación producción-índice que permitirá predecir la producción esperada en cualquier otro período.

Según nuestros datos de SIGA para La Melusa:

Tabla 16.-Índice de potencialidad agrícola de Turc en regadío

ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
0	0	1,02	4,22	6,07	7,42	7,58	6,68	5,13	3,36	0,89	0	42,37

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Tabla 17.-Índice de potencialidad agrícola de Turc en secano

ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
0	0	0,61	1,91	1,82	0	0	0	0,69	2,79	0,89	0	8,71

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Efectivamente, sólo comparando los datos anuales se observa que entre la situación de secano y regadío el índice anual casi se quintuplica.

Cuando se cubren las necesidades de agua durante todo el año, la potencialidad agrícola se ve multiplicada por un coeficiente que alcanza a 5, coeficiente que expresa, de modo general, el salto de producción que cabe esperar de las transformaciones en regadío de la zona cuando no haya otros factores limitantes más que el agua disponible.

4.6. Clasificación agroclimática de Papadakis

4.6.1. Clasificación climática

El sistema define un tipo de invierno y un tipo de verano que juntos nos define el régimen térmico. Por otra parte, en función de las precipitaciones y el balance de agua del suelo obtenemos el régimen hídrico. Con el régimen térmico y el régimen hídrico obtenemos, finalmente, las unidades climáticas.

Siguiendo el estudio del M.A.P.A (1976), en la provincia de Huesca se han establecido cinco áreas o zonas Agroclimáticas que son denominadas zonas I, II, III, IV, V, que se presentan sensiblemente paralelas a la orientación general E-O del relieve provincial.

Según dicha publicación, la caracterización agroclimática de La Melusa, Tamarite de Litera queda incluida en la Zona Agroclimática III (av, M, Me). Donde el tipo de invierno es "Avena fresco" (av), el de verano es Maíz (M) y el régimen de humedad es "Mediterráneo seco" (Me), aunque en las zonas de umbría es estepario (St).

Es de resaltar que al definir los tipos de invierno y verano se empleen valores extremos de temperatura, que poseen, sin duda alguna, mayor poder de definición de cara a los fines perseguidos, que los valores medios empleados en la mayor parte de los sistemas de clasificación tradicionales. De la combinación del tipo de invierno y verano se define el régimen térmico anual, este régimen se designa mediante el nombre del área geográfica donde se presentan con mayor extensión. Así, para la zona de estudio es del tipo TE (Templado-Cálido).

En conclusión a los resultados expuestos, el tipo climático resultante para la zona es **Mediterráneo-Templado**.

4.6.2. Consideraciones de la relación clima-cultivos

Siguiendo el informe agroclimático del MAPA (1976), se tiene en cuenta la relación de una serie de cultivos con las condiciones climáticas que se les presentan en cada zona, atendiendo a la Zona II:

Alfalfa: Tiene una exigencias en frío semejantes a las del trigo y algunas de sus variedades resisten inviernos tan rigurosos como los del trigo tipo Ti. Resiste a la sequía, pero cuando el periodo seco es más largo de uno a dos meses requiere regadío.

Trigo: Puede cultivarse allí donde la temperatura media de la mínima absoluta del mes más frío llega hasta los 29 °C bajo cero y la temperatura media de las máximas del mes más frío es menor de 0 °C. Sólo cuando este parámetro baja de los 18° bajo cero se impone su siembra en primavera, lo que da idea de su gran resistencia al rigor invernal.

Cebada: Resistencia al frío intermedia entre el trigo y la avena y necesidades de calor menores que el trigo, es cultivable en toda la provincia. Su resistencia a la sequía es mayor que la del trigo.

Girasol: Es comparable al maíz en cuanto a sus exigencias térmicas, resiste mejor que aquel la sequía, aunque no es tan resistente como el sorgo. Así pues, es cultivable y se puede prescindir del riego, según los casos.

A continuación en la tabla 18 se ofrecen los cuadros resumen de los cultivos propuestos en la alternativa, señalando las exigencias climáticas de cada uno, su grado de cumplimiento, época de siembra y forma de cultivo, sacados de la publicación del M.A.P.A (1976) "Caracterización Agroclimática de la provincia de Huesca".

Tabla 18.-Necesidades climáticas de cultivos.

Cultivo	TIPO INVIERNO	TIPO VERANO	REGIMEN HUMEDAD	OBSERVACIONES
Trigo <i>Triticum sp.</i>	ti o más suaves	t, o más cálidos	Me, o más húmedos o bien riego	Para su siembra en otoño exige inviernos ti o más suaves. Cuando es más frío (Pr o pr) se siembra en primavera. Se cultiva en climas con inviernos Ct o tP, pero en estos casos los rendimientos son bajos y requiere de alta fertilización. Necesita abundante humedad durante el mes que precede y los días que siguen a su espigazón.
Cebada <i>Hordeum vulgare</i>	Tv o más suaves	t, o más cálidos, e incluso P ó A.	Me, o más húmedos o bien riego	En su resistencia al invierno, es intermedia entre el trigo y la avena. Exigencias en calor más bajas que las del trigo, por lo que penetra un poco en climas con verano P o A. Un poco más resistente a la sequía que el trigo y la avena.
Girasol <i>Helianthus annuus</i>		M, o más cálidos		Semejante al maíz en exigencias climáticas, pero más resistente a la sequía, aunque menos que el sorgo. No está bien adaptado a los climas tropicales. Bastante resistente a la helada. Temperaturas de -1 ó -2 °C destruyen las flores.
Alfalfa <i>Medicago sativa</i>	Ti, o más suaves			Exigencias en frío, comparables a las del trigo. Más exigente en calor que el trébol. Preferible al trébol en climas estepa, pampean, mediterráneos y desérticos. En climas mediterráneos, cuando el periodo seco es mayor de 1 o 2 meses exige riego. Soporta temperaturas superiores a los 40°C.

4.6.3. Valoración agronómica

Siguiendo la publicación del M.A.P.A (1976) "Caracterización Agroclimática de la provincia de Huesca", y con la clasificación obtenida en el apartado anterior de la zona bajo estudio, Zona II (av,M,Me) la valoración agronómica será:

Tabla 19.-Valoración agronómica.

TIPO II (av, M; Me)	VALORACIÓN AGRONÓMICA DE LA ZONA BAJO ESTUDIO
Trigo	2, op, sr
Cebada	2, op, sr
Girasol	2, p, sr
Alfalfa	2, op, r

Los códigos obtenidos en la valoración agronómica son:

2: Cumple con los requisitos exigidos por el cultivo

o: Siembra de otoño.

p: Siembra de primavera.

s: Cultivo de secano

r: Cultivo de regadío.

Cuando aparecen las siglas o,p combinadas entre sí, quiere decir que la época de siembra es optativa.

Cuando aparecen las siglas s, r combinadas entre sí, quiere decir que la forma de cultivo es optativa bien porque se puedan dar las dos posibilidades, bien porque depende de la época de siembra.

4.7. Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

4.7.1. Temperaturas

Para caracterizar las condiciones térmicas del clima, UNESCO-FAO toman la *temperatura media del mes más frío* y establecen tres 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 del año es inferior a 0°C.

Tabla 20.-Temperaturas medias mensuales (°C)

ENE	FEB.	MAR.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
4,50	6,50	9,60	12,30	16,80	21,30	24,30	24,10	20,10	14,90	8,50	4,70

Fuente: <http://sig.mapa.es/siga/>

Según estos datos, la temperatura media del mes más frío es superior a 0°C, por lo que nos encontramos en el Grupo 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos.

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 caso de que exista. Para caracterizarlo, se utiliza la temperatura media de las mínimas del mes más frío, en la siguiente tabla se indican estas condiciones.

Tabla 21.-Características del invierno según UNESCO-FAO

Tm (media de mínimas del mes más frío) °C	TIPO DE INVIERNO
$t_m \geq 11$	Sin invierno
$11 > t_m \geq 7$	Con invierno cálido
$7 > t_m \geq 3$	Con invierno suave
$3 > t_m \geq -1$	Con invierno moderado
$-1 > t_m \geq -5$	Con invierno frío
$t_m < -5$	Con invierno muy frío

Con los datos obtenidos, la temperatura media de mínimas del mes más frío es $-0,10^{\circ}\text{C}$, por lo que nos da un tipo de clima con invierno moderado.

4.7.2. Aridez

Si la precipitación total durante el mes, expresada en mm, es inferior al doble de la temperatura media, en °C, se dice que estamos en un mes seco. Un periodo seco puede comprender varios meses secos. Si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces ésta, se trata de un mes subseco.

Para determinar gráficamente la existencia y duración de los periodos secos, se utilizan los diagramas ombrotérmicos de Gausson. Para su representación, en el eje X se ponen los doce meses del año y en un doble eje Y se pone en un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas media (en °C).

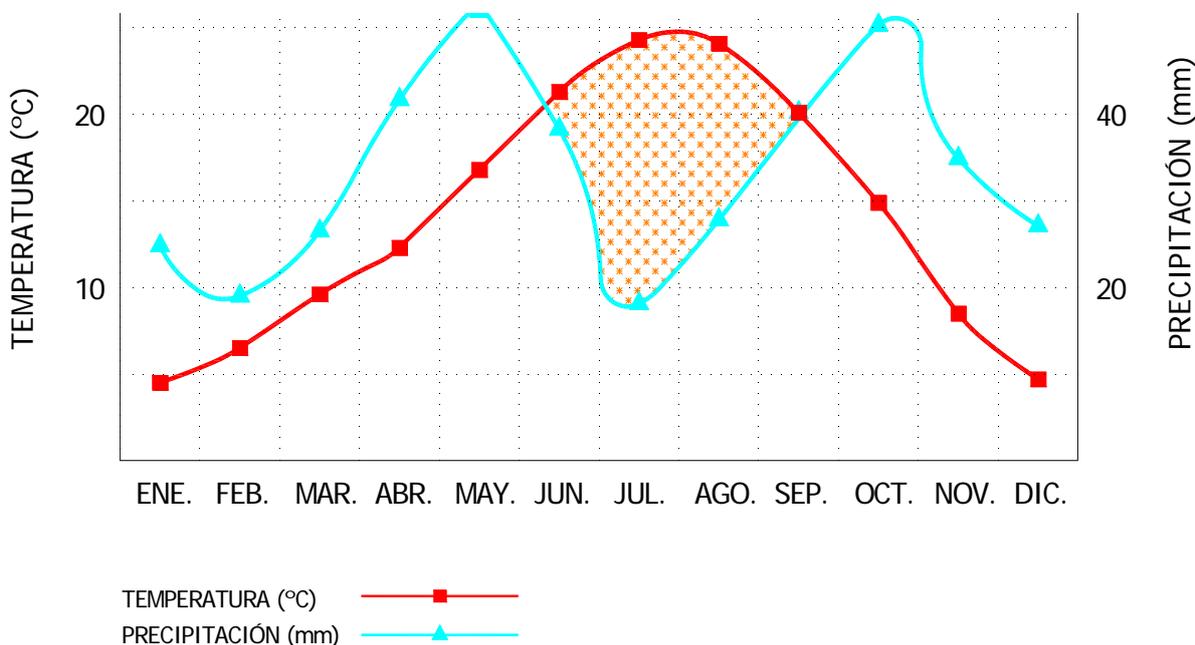


Figura 2.- Diagrama ombrotérmico de Gausson

Si la curva pluviométrica va siempre por encima de la térmica, no hay ningún periodo seco y el clima se define como *axérico*. En otras condiciones, las curvas pueden cortarse determinando uno o dos periodos secos y los climas se definen como *monoxéricos* y *bixéricos*

En este caso, para la zona regable el diagrama muestra un solo período seco de entre tres y cuatro meses, desde mediados del mes de junio hasta mediados del mes de septiembre. Esto permite definir el clima “tipo monoxérico”.

De acuerdo con las consideraciones anteriores de temperaturas y aridez se propone la clasificación climática según UNESCO-FAO: según la temperatura: **GRUPO 1: templado, templado-cálido y cálido**, según la aridez: **monoxérico**.

4.8. Clasificación climática de Thornthwaite (1948)

Se basa en dos conceptos, la evapotranspiración potencial y en el balance de vapor de agua.

Para elaborar sus criterios de clasificación utiliza cuatro criterios básicos:

1. Índice global de humedad.
2. Índice de eficiencia térmica.
3. Variación estacional de la humedad efectiva.
4. Concentración estival de la eficacia térmica.

En base a los parámetros enumerados, Thornthwaite establece dos clasificaciones, una en función de la humedad y otra en función de la eficacia térmica.

Tabla 22.-Clasificaciones climáticas Thornthwaite.

EN FUNCIÓN DE LA HUMEDAD			EN FUNCIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA		
TIPO DE CLIMA		ÍNDICE DE HUMEDAD	TIPO DE CLIMA		ETP EN CM.
A	Perhúmedo	> 100	A'	Megatérmico	> 114
B ₄	Húmedo	80 ↔ 100	B' ₄	Mesotérmico	99,7 ↔ 114
B ₃	Húmedo	60 ↔ 80	B' ₃	Mesotérmico	88,5 ↔ 99,7
B ₂	Húmedo	40 ↔ 60	B' ₂	Mesotérmico	71,2 ↔ 88,5
B ₁	Húmedo	20 ↔ 40	B' ₁	Mesotérmico	57 ↔ 71,2
C ₂	Subhúmedo húmedo	0 ↔ 20	C' ₂	Microtérmico	42,7 ↔ 57
C ₁	Subhúmedo seco	-33 ↔ 0	C' ₁	Microtérmico	28,5 ↔ 42,7
D	Semiárido	-67 ↔ -33	D	Tundra	14,2 ↔ 28,5
E	Árido	-100 ↔ -67	E	Hielo	< 14,2

4.8.1 Determinación del índice de humedad, según Thornthwaite

Es necesario hacer un balance de agua del suelo en el que intervengan: Precipitaciones medias mensuales en mm. (P); Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales en mm. (ETP); Reservas de agua del suelo (R); Variación de la reserva de agua (VR); Evapotranspiraciones reales mensuales (ETA); Déficits (D) y Excesos mensuales de agua (E).

A continuación analizamos los siguientes parámetros

R; reserva del suelo

Cuando en un mes produzcan más entradas que salidas ($P > ETP$) el agua sobrante pasará a engrosar la reserva del suelo; por el contrario, cuando las salidas sean mayores que las entradas se reducirá la reserva del suelo.

La reserva del mes se calcula agregando lo incrementos ($P - ETP$) cuando éstos son positivos. Así la reserva en el mes "i" (en función de la del mes anterior "i-1") será:

$$R_i = \begin{cases} R_{i-1} + (P_i - ET_i) & \text{si } 0 < R_{i-1} + (P_i - ET_i) < R_{\text{máx}} \\ R_{\text{máx}} & \text{si } R_{i-1} + (P_i - ET_i) > R_{\text{máx}} \\ 0 & \text{si } 0 > R_{i-1} + (P_i - ET_i) \end{cases}$$

A efectos de cálculo, se suele suponer que después del periodo seco la reserva del suelo es nula, en consecuencia se empieza el cálculo de "R" con el primer mes húmedo y se asigna al mes anterior una reserva nula.

VR; variación de la reserva

Es la diferencia entre la reserva del mes en el que estamos realizando el cálculo y la reserva del mes anterior:

$$VR_i = R_i - R_{i-1}$$

ETR; evapotranspiración real

Aunque según el clima habrá una capacidad potencial de evapotranspirar la evapotranspiración potencial sólo se podrá evapotranspirar tal cantidad si hay agua disponible. La evapotranspiración real es el volumen de agua que realmente se evapotranspira en el mes dependiendo de que haya suficiente agua disponible para evaporar y así llegar a la ET potencial o de referencia o no (por tanto, la ETP_i es siempre mayor o igual a la ETR_i). El agua disponible para evaporar será la que cae como precipitación en el mes considerado y la existente en la reserva del suelo. En el periodo húmedo, al cubrir la precipitación la demanda potencial la ET real es igual a la potencial; es decir:

$$ETR_i = ETP_i$$

En el periodo seco, el agua que se evapora será el agua de precipitación más la que extraemos del suelo o variación de la reserva, es decir:

$$ETR_i = P_i + |VR_i|$$

D; déficits de agua

Es el volumen de agua que falta para cubrir las necesidades potenciales de agua (para evaporar y transpirar)

$$D_i = ETP_i - ETR_i$$

E; exceso de agua

Es el agua que excede de la reserva máxima y que se habrá perdido por escorrentía superficial o profunda.

$$Ex_i = \begin{cases} |P_i - ETP_i - VR_i| & \text{si } (P_i - ETP_i) > 0 \\ 0 & \text{si } (P_i - ETP_i) \leq 0 \end{cases}$$

Como es lógico sólo puede haber exceso si la precipitación ha compensado previamente la ETP, es decir, en los meses húmedos.

Utilizando los datos del Servidor de cartografía SIGA del Ministerio de Agricultura Alimentación y medio ambiente para la estación termopluviométrica "La Melusa, que nos da las precipitaciones medias mensuales y las ETP, obtenemos la siguiente tabla.

Tabla 23.-Balance hídrico según Thornthwaite.

	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D	Totales (mm)
P	24,8	19	26,5	41,7	51,9	38,3	18,1	27,8	39,5	50,3	34,9	27,1	399,8
ETP	8	13,9	30,9	48,2	85,5	122,8	151,4	139,3	93,2	55,1	20,5	8,3	777,1
P-ETP	16,8	5,1	-4,4	-6,5	-33,6	-84,5	-133,3	-111,5	-53,7	-4,8	14,4	18,8	
R	50	55,1	50,7	44,2	10,6	0	0	0	0	0	14,4	33,2	
VR	16,8	5,1	-4,4	-6,5	-33,6	-10,6	0	0	0	0	14,4	18,8	
ETR	8	13,9	30,9	48,2	85,5	48,9	18,1	27,8	39,5	50,3	20,5	8,3	
D	0	0	0	0	0	73,9	133,3	111,5	53,7	4,8	0	0	377,2
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

El índice de humedad de Thornthwaite se determina por la expresión:

$$I_h = I_E - 0,6 I_D$$

Siendo:

I_E = el índice de exceso, se calcula por la siguiente expresión:
$$I_E = \frac{E}{ETP} \cdot 100$$

I_D = el índice de déficit, se calcula de la siguiente forma:
$$I_D = \frac{D}{ETP} \cdot 100$$

Por tanto tenemos:

$$I_E = 0\%$$

$$I_D = 48,54\%$$

$$I_h = 0 - (0,6 \cdot 48,54) = -29,124$$

Lo cual según nuestros datos estamos en un tipo climático **subhúmedo seco** y la sigla que le corresponden es **C₁**

4.8.2 Determinación de la eficacia térmica

Según Thornthwaite, la evapotranspiración potencial (ETP) es un índice de eficacia térmica. La suma de las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado. Nuestra ETP= 77,71cm corresponde a un tipo climático de **Mesotérmico** con la sigla **B'2**.

4.8.3 Determinación de la variación estacional de la humedad

Interesa determinar si en los climas húmedos existe periodo seco y viceversa, si en los climas secos existe periodo húmedo. Asimismo, deberá caracterizarse la estación en que se presenten estos periodos y la intensidad de sequía y humedad, respectivamente.

Para la determinación, se analizan los valores del "Índice de falta de humedad (I_D)" en los climas húmedos (A, B y C₂) y del "Índice de exceso de humedad (I_E)" en los climas secos (C₁, D y E).

La caracterización de los tipos climáticos y las siglas que los representan se indica en la siguiente tabla

Tabla 24.- Variación estacional de la humedad según Thornthwaite.

a) Climas húmedos (A, B y C ₂)			
I _D	Tipos climáticos	Sigla	
16,7 > I _D ≥ 0	Nula o pequeña falta de humedad	r	
33,3 > I _D ≥ 16,7	Moderada falta de humedad	En verano	s
		En invierno	w
I _D ≥ 33,3	Gran falta de humedad	En verano	s ₂
		En invierno	w ₂
b) Climas secos (C ₁ , D y E)			
I _E	Tipos climáticos	Sigla	
10 > I _E ≥ 0	Nulo o pequeño exceso de humedad	d	
20 > I _E ≥ 10	Moderado exceso de humedad	En verano	s
		En invierno	w
I _E ≥ 20	Gran exceso de humedad	En verano	s ₂
		En invierno	w ₂

En nuestro caso tenemos **Nulo o pequeño exceso de humedad** y le corresponde la sigla **d**.

4.8.4 Determinación de concentración térmica en verano

Está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual y expresada en %.

$$\left. \begin{array}{l}
 ETP_{\text{junio}} = 122,8 \text{ mm.} \\
 ETP_{\text{julio}} = 151,4 \text{ mm.} \\
 ETP_{\text{agosto}} = 139,3 \text{ mm.} \\
 ETP_{\text{septiembre}} = 93,2 \text{ mm.} \\
 ETP_{\text{anual}} = 777,1 \text{ mm.}
 \end{array} \right\} \Rightarrow C_v = \frac{ETP_{\text{verano}}}{ETP_{\text{anual}}} \cdot 100 = 65,20\%$$

Alumno/a: MARTA ELIA JIMENEZ HIJAR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

Los tipos climáticos y las siglas que los representan se señalan a continuación:

Tabla 25.- Concentración de la eficacia térmica en verano, según Thornthwaite

C_v	Tipos climáticos	Sigla
$C_v < 48$	Baja concentración	a'
$51,9 > C_v \geq 48$	Moderada concentración	b' ₄
$56,3 > C_v \geq 51,9$		b' ₃
$61,6 > C_v \geq 56,3$		b' ₂
$68,0 > C_v \geq 61,6$		b' ₁
$76,3 > C_v \geq 68$	Alta concentración	c' ₂
$88 > C_v \geq 76,3$		c' ₁
$C_v \geq 88$	Muy alta concentración	d'

Por tanto, le corresponde un tipo climático de **Moderada concentración** y la sigla **b'₁**.

Se finaliza esta clasificación diciendo que nuestro clima puede representarse de la siguiente forma según Thornthwaite: **C₁ B'₂ d b'₁** que sería: **Clima subhúmedo seco, Mesotérmico con exceso de agua nulo y concentración de la eficacia térmica en verano moderada.**

ANEJO 3.- Estudio edafológico

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 3

1. Introducción	1
2. Muestreo	1
3. Caracterización general del suelo	1
3.1. Caracteres físicos	1
3.1.1 Textura	1
3.1.2 Estructura	3
3.2. Caracteres hídricos	3
3.3. Estudio de la velocidad de infiltración	4
3.4. Caracteres químicos	6
4. Conclusiones del estudio realizado	6
4.1. Conclusiones de carácter físico	6
4.2. Conclusiones de carácter hídrico	6
4.3. Conclusiones de carácter químico	7
4.3.1 Fertilidad	7
4.3.2 Cationes solubles más intercambiables	7
5. Cálculo de la enmienda húmica	7

ANEJO 3.- ESTUDIO EDAFOLÓGICO.

1. Introducción.

Es imprescindible realizar un estudio edafológico del suelo, ya que sirve como sustento para las plantas y por ello es vital para el desarrollo de los cultivos. Por eso es necesario conocer sus características y poder usarlo de forma adecuada.

A nivel de investigación, cualquier tipo de estudio que tenga en consideración el medio físico y biótico, requiere conocer los suelos y sus propiedades (la mineralogía, la granulometría, el contenido en materia orgánica, la profundidad, la capacidad de retención de agua, el drenaje, la capacidad de aceptar residuos, la erosionabilidad, etc.)

Este conocimiento nos permite conocer cuáles son las respuestas esperables frente a cambios de uso, conseguir una mayor precisión en nuestros estudios y transferir las recomendaciones según las características suelo-objetivo.

2. Muestreo

Al objeto de disponer de los datos del suelo, se tomarán muestras del suelo y se procederá a su traslado al laboratorio Agroambiental de la Confederación Hidrográfica del Ebro para la realización de los análisis correspondientes.

Para la toma de muestras de suelo para la realización del análisis, se deberá dividir la parcela total en subparcelas de una superficie aproximada de cinco hectáreas, ya que es una zona de gran uniformidad en lo referente a la topografía, tomando una muestra en el centro de cada subparcela. La muestra obtenida de cada subparcela será mezclada con el resto lo más homogéneamente posible y de la mezcla realizada se tomará una muestra de aproximadamente tres kilos, que será la que se lleve al laboratorio.

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

3. Caracterización general del suelo

3.1. Caracteres físicos.

3.1.1. Textura

La descripción de la textura del suelo, se realiza especificando los porcentajes de partículas totales cuyo tamaño está comprendido entre unos límites determinados, según diversas escalas. Nos basaremos en la calificación de la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América).

Tabla 1.- Clases texturales de suelos, según el USDA¹

Nombres vulgares de los suelos(textura general)	Arenoso	Limoso	Arcilloso	Clase textural
Suelos arenosos (textura gruesa)	86-100	0-14	0-10	Arenoso
	70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
Suelos francos (textura moderadamente gruesa)	50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
Suelos francos (textura mediana)	23-52	28-50	7-27	Franco
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso
	0-20	88-100	0-12	Limoso
Suelos francos (textura moderadamente 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
Suelos arcillosos (textura fina)	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso

¹ Basado en la clasificación del USDA de las partículas según su tamaño.

Resultados:

Tabla 2.- Granulometría

Elementos gruesos (>2mm)	4,3%
Arena gruesa (0,5-2mm)	11,50%
Arena fina (0,05-5mm)	33,5%
Limo (0,002-0,05mm)	30,90%
Arcilla (<0,002mm)	28,80%

Con los datos obtenidos se determina la clase textural del suelo y nos da un tipo de suelo franco-arcilloso.

3.1.2. Estructura

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

Tabla 3.- Resultados en cuanto a la estructura

Profundidad (m)	0,73
Densidad aparente (Tn/ m³)	1,29
Densidad real (Tn/ m³)	2,63
Porosidad (% volumen)	50,00%

3.2. Caracteres hídricos.

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

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

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

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

Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$PM = 0,3 * \text{Arcilla} + 0,1 * \text{Limo} + 0,015 * \text{Arena}$$

$$PM = 0,3 * 28,8 + 0,1 * 30,9 + 0,015 * 45 = \mathbf{12,41\%}$$

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

$$\text{Agua útil} = \text{CC} - \text{PM}$$

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

Tabla 4 Resumen caracteres hídricos.

Capacidad de campo (CC)	22,84%
Punto de marchitez (PM)	12,41%
Agua útil	10,43%

3.3. Estudio de la velocidad de infiltración

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

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

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.

Los resultados del ensayo se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 5- Velocidad de infiltración

Tiempo (min)	H absoluta (cm)	ΔT (min)	ΔH (cm)	H acumulada (mm)	Infiltración (mm/h)
0	71,5	0	0	0	0
1	71,6	1	0,1	1	60
2	71,8	1	0,2	3	120
8	72,01	6	0,21	5,1	21
27	72,4	19	0,39	9	12,32

Tiempo (min)	H absoluta (cm)	ΔT (min)	ΔH (cm)	H acumulada (mm)	Infiltración (mm/h)
57	72,9	30	0,5	14	10
117	73,6	60	0,7	21	7
177	74,4	60	0,8	29	8
277	75,8	100	1,4	43	8,4
457	77,9	180	2,1	64	7
637	80,3	180	2,4	88	8
817	82,3	180	2,0	90	6,6
997	84,3	180	2,0	92	6,6

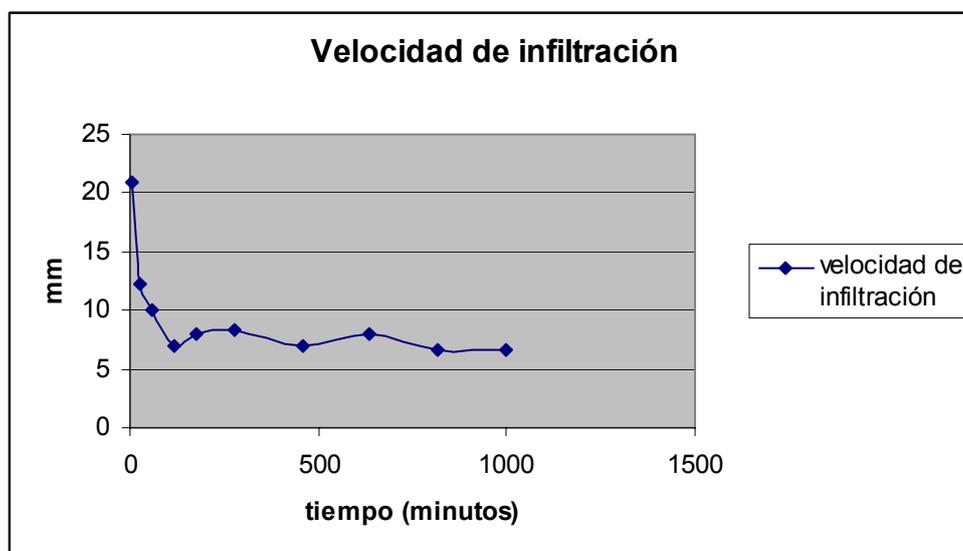


Gráfico 1. Velocidad de infiltración

3.4. Caracteres químicos.

Tabla 6- Fertilidad

pH	8
Materia Orgánica (%)	1,9%
Nitrógeno total (%)	0,14
Carbonatos totales (%)	22,2
Relación C/N	12
Fósforo Olsen (ppm)	9

Tabla 7- Cationes solubles mas intercambiables

Magnesio (Meq/100g)	1,6
Sodio (Meq/100g)	7,5
Potasio (Meq/100g)	125,5

4. Conclusiones del estudio realizado.

4.1. Conclusiones de carácter físico.

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

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

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

4.2. Conclusiones de carácter hídrico.

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

La capacidad de campo y el punto de marchitez obtenidos analíticamente, nos dan unos valores que permiten que la capacidad de retención del agua útil en el suelo sea aceptable. Por lo tanto no será un factor limitante para ningún tipo de cultivo.

4.3. Conclusiones de carácter químico.

4.3.1. –Fertilidad

pH: El valor de pH obtenido es de 8 (pH básico), esto es debido a la cantidad de carbonatos que hay en el suelo, dado que le dan al suelo un cierto carácter alcalino. El valor obtenido es un valor aceptado para nuestros cultivos.

Materia orgánica: El valor obtenido es de 1,9%, el cual se considera un nivel ligeramente pobre. Resultaría necesario una enmienda húmica a partir del estiércol animal que se calculará más adelante y así incrementar los niveles a largo plazo hasta un 2-2,5% que es un nivel normal.

Nitrógeno total: Es del orden de un 0,14%, por lo que se encuentra en un nivel adecuado y no será necesario realizar aportes extras.

La relación C/N: Se encuentra en torno a 12. Es un nivel normal para un suelo de estas características, hay una buena liberación de nitrógeno por parte de la materia orgánica.

El fósforo: Obtenido por el método Olsen en ppm tiene un valor de 9. Por lo que no será necesaria la realización de ningún aporte, al encontrarse en cantidad suficiente.

4.3.2. –Cationes solubles más intercambiables.

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

5. Cálculo de la enmienda húmica.

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

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

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

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

Donde:

- p = Profundidad del suelo considerada para elevar el contenido de MO, expresada en metros.
- Da = Densidad aparente expresada en t/m³.
- MO_i = Porcentaje de materia orgánica inicial.
- MO_f = Porcentaje de materia orgánica final.
- ΔMO = Cantidad de humus, en t/ha.

Calculamos la cantidad de humus que debemos aplicar la parcela:

La mayor parte de las raíces de nuestros cultivos se encuentran en los primeros 20 cm, de manera que desde la superficie hasta los 20 cm. de profundidad deberá haber un contenido del 2,5% de materia orgánica.

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

Además los estiércoles presentan buen contenido en elementos minerales que irán apareciendo durante su biodescomposición.

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

- Materia seca=23%.
- Contenido de nitrógeno = 0,34%.
- Contenido en P₂O₅ = 0,16%.
- Contenido en K₂O = 0,4%.

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

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

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

Donde

- C = Cantidad de estiércol que hay que suministrar expresado en t/ha.
- Ms= Porcentaje de materia seca del estiércol (en %).
- K = 0,5.

Sustituyendo valores en la expresión anterior, se obtiene una cantidad de estiércol de vacuno a aplicar de:

$$C = \frac{15,48}{0,5 \times 0,23} = 134,61 \text{ t/ha de estiércol.}$$

El estiércol de vacuno se obtendrá de varias granjas que se encuentran situadas en los alrededores de la finca, las cuales poseen estiércol almacenado de al menos 3 años. Además los estiércoles presentan buen contenido en elementos minerales que irán apareciendo durante su biodescomposición.

Para un programa de mejora a 20 años habrá que aportar 7 t/ha de estiércol de vacuno por cada hectárea y año.

Se recomienda antes de sembrar algún cultivo (2-5 meses antes), aportar las cantidades de materia orgánica calculadas, y a su vez, realizar una rotación de cultivos que combine especies de altas exigencias nutricionales con otras de exigencias menores, que aporten al suelo elementos nutritivos y cantidades importantes de materia seca, como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

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

Es muy recomendable no retirar los restos de cosecha de los cultivos y dejarlos en el terreno para que se descompongan y así incorporen nutrientes al suelo.

ANEJO 4.- Calidad del agua de riego

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 4

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Calidad del agua de riego	1
2.1. Concentración total de sales	2
2.2. Alcalinidad. Permeabilidad o infiltración de agua	2
2.2.1 Relación entre el SAR y los niveles de salinidad	4
2.3. Toxicidad específica por iones cloruro y sodio	5
2.3.1 Cloro	5
2.3.2 Sodio	6
2.3.3 Boro	7
2.4. Otros efectos de la calidad del agua	7
2.4.1 Nitrógeno	7
2.4.2 Bicarbonato HCO ₃ ⁻	8
3. Necesidades de lavado	9
4. Recomendaciones culturales	10
4.1. Recomendaciones culturales frente a problemas de salinidad	11
4.1.1 Control de la salinidad	11
4.1.2 Tolerancia de los cultivos a la salinidad	11
4.1.3 Prácticas culturales	11
4.1.4 Métodos de riego	11
4.2. Recomendaciones culturales frente a problemas de infiltración	12
4.2.1 Manejo del riego	12
5. Resultados	13

ANEJO 4.- CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

1. Introducción y objeto del presente anejo

En el presente anejo se pretende realizar un análisis del agua utilizada para el riego del Centro Agronómico “La Melusa”.

2. Calidad del agua de riego

La calidad del agua utilizada en el riego es otro de los factores clave que hay que tener en cuenta a la hora de plantear un proyecto de riego.

El agua de riego contiene cierta cantidad de sales en disolución (que en algunos casos puede ser apreciable) y elementos sólidos en suspensión, flotación y arrastre.

De la cantidad y clase de sales que contenga depende la futura producción de los cultivos; mientras que de la cantidad y tipo de elementos en suspensión dependerá el tipo de sistema de riego a escoger y filtros a utilizar para el eficiente funcionamiento del sistema.

En el caso que se plantea, se estudia la calidad del agua de riego principalmente referida al tema de la salinidad, ya que el riego es un importante factor de salinización del suelo cuando no es manejado correctamente.

La calidad del agua se define en función de tres criterios principales: **salinidad, sodicidad y toxicidad**.

De esta forma el criterio de salinidad evalúa el riesgo de que el uso del agua ocasione altas concentraciones de sales en el suelo, con el correspondiente efecto osmótico y disminución de los rendimientos. El criterio de sodicidad analiza el riesgo de que se induzca en el suelo un elevado Porcentaje de sodio intercambiable (PSI) con deterioro de su estructura. El criterio de toxicidad estudia los problemas que pueden crear determinados iones.

Las aguas utilizadas en el riego de la superficie objeto en el presente proyecto se tomarán del Canal de Aragón y Cataluña en Olvena, para lo cual se han tomado los datos de las analíticas que obran en poder de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Los datos provienen de la estación nº 0414, conocida como “Canal Aragón y Cataluña/ C. San José”.

Se han utilizado los datos más actuales, es decir, aquellos datos obtenidos desde 2009, con lo que tenemos unos 60 análisis, de éstos se utilizan fundamentalmente los resultados más críticos del parámetro estudiado.

En los siguientes apartados analizaremos de una forma detallada los parámetros más relevantes desde el punto de vista de la calidad del agua de riego.

2.1. Concentración total de sales

La presencia de sales en el suelo y la concentración de sales en el agua de riego reducen la disponibilidad del agua para las plantas, hasta el punto que pueden afectar muy seriamente a los rendimientos y producciones de los cultivos agrícolas, especialmente a aquellos cuyas tolerancias son más bajas.

El parámetro de referencia utilizado para indicar el riesgo de salinización por el agua de riego es la conductividad eléctrica (CE), expresada en dS/m a 25 °C, y los criterios según la Food and Agriculture Organization (FAO) (1985) son los que se indican a continuación:

-Sin problemas, para valores inferiores a 0,7 dS/m.

-Problema creciente entre valores 0,7 y 3 dS/m.

-Problema grave si el valor es mayor de 3 dS/m.

En el caso del valor más desfavorable, detectado en los análisis correspondientes a las fechas de 22 de enero de 2009 y de 28 de abril de 2009, nos encontramos con una CE de 471 μ S/cm, equivalente a 0.471 dS/m.

Tabla 1.- Valores de la conductividad eléctrica (CE)

Parámetro			Unidad	0414			
				Canal de Aragón y Cataluña /C. San José (FQ)			
				22/01/2009	23/02/2009	26/03/2009	28/04/2009
COND20	Conductividad a 20 °C	180	μ S/cm	471,00000	448,00000	430,00000	471,00000

Fuente: Datos de las analíticas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Como se puede observar en los datos anteriores, la salinidad de las aguas del Canal de Aragón y Cataluña se encuentra en todo momento dentro de los valores que definen el primer rango de la clasificación, calificándose las aguas de riego como exentas de problemas.

Como conclusión a lo mencionado anteriormente, podemos decir que desde el punto de vista del contenido total de sales, se trata de aguas de calidad aceptable para el riego.

2.2. Alcalinidad. Permeabilidad o infiltración de agua

Un problema de infiltración relacionado con la calidad del agua ocurre cuando la velocidad normal de infiltración del agua de riego o de lluvia se reduce apreciablemente.

Como consecuencia de ello, el agua permanece sobre el suelo por un tiempo demasiado largo, propiciando encharcamiento y asfixia radicular, además de que el suministro de agua al cultivo puede ser deficiente.

La velocidad de infiltración del agua en los suelos es una propiedad que depende del suelo y de la calidad del agua, en cuanto al primero está condicionada

fundamentalmente por la textura, estructura y contenido de sales. Los factores de calidad del agua que suelen influir en la infiltración son el contenido o concentración total de sales (salinidad) y el contenido de sodio en relación a los contenidos de calcio y magnesio. Una alta salinidad aumenta la velocidad de infiltración, mientras que una baja salinidad o una proporción alta de sodio sobre el calcio, la disminuye. Ambos factores (salinidad y proporción de sodio), son complementarios, especialmente cuando la salinidad del agua es baja o sobre suelos salinos.

La medida de la alcalinidad se basa en el cálculo del índice SAR, relación de absorción de sodio.

$$SAR = Na / ((Ca + Mg) / 2)^{1/2}$$

Las aguas que contienen excesivo sodio pueden afectar gravemente la permeabilidad del suelo. Aunque el método más empleado para evaluar la presencia de sodio con relación a otros cationes ha sido la relación de absorción de sodio, (SAR), se debe usar el SAR ajustado (adj. SAR) ya que en éste se tienen en cuenta los posibles contenidos de carbonatos y bicarbonatos, que al precipitar el calcio y el magnesio agravan la proporción relativa de sodio.

$$SAR_{adj} = 0.08 + 1.115 \times (SAR)$$

Los parámetros de referencia utilizados para indicar la calidad del agua de riego en función de la infiltración o permeabilidad, son la concentración salina total, (expresada como conductividad eléctrica en dS/m a 25 °C), y el contenido de sodio en relación con el del resto de cationes solubles (expresado como SAR ajustado), los criterios de interpretación utilizados son los que se indican a continuación:

Tabla 2.- Interpretación de los valores

	Agua sin Problemas	Problemas Crecientes	Problemas Graves
CE (dS/m)	> 0,5	0,5 – 0,2	< 0,2
SAR ajustado	< 8	8 - 16	> 16

Cuanto más baja sea la salinidad mayor será el riesgo de causar problemas de infiltración, independientemente del valor del SAR.

De este modo, según los valores obtenidos para la CE, podemos afirmar que el agua disponible en el Canal de Aragón y Cataluña quedaría catalogada como “agua con problemas crecientes” desde el punto de vista de la permeabilidad o infiltración.

Por otro lado, el valor de la relación de absorción de sodio, SAR, para uno de los análisis más desfavorables, correspondiente a la fecha de 26 de marzo de 2012, donde las concentraciones del sodio (Na), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son 28,1 mg/l (Na), 52,3 mg/l (Ca) y 7,90 mg/l (Mg), es de 1,35 lo que permite un uso del agua sin restricciones.

Tabla 3.- Valores de las concentraciones de sodio, calcio y magnesio

Parámetro			Unidad	0414			
				Canal de Aragón y Cataluña /C. San José (FQ)			
				14/11/2011	14/12/2011	18/01/2012	26/03/2012
NA	Sodio	590	mg/L Na	--	16,40000	--	28,10000
CA	Calcio	570	mg/L Ca	--	45,80000	--	52,30000
MG	Magnesio	580	mg/L Mg	--	5,60000	--	7,90000

Fuente: Datos de las analíticas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

2.2.1. Relación entre el SAR y los niveles de salinidad

La clasificación de las aguas con respecto a su salinidad y su peligro de acumulación de sodio en el suelo queda expresada en el gráfico siguiente, de acuerdo a las Normas de Riverside. Según la muestra correspondiente a las aguas del Canal de Aragón y Cataluña y la variabilidad que puede existir en diferentes análisis, las aguas que abastecerán a la zona objeto del proyecto se pueden clasificar como C2-S1, que tipifica a aguas de riego como aguas de salinidad media, aptas para el riego y riesgo de alcalinización bajo.

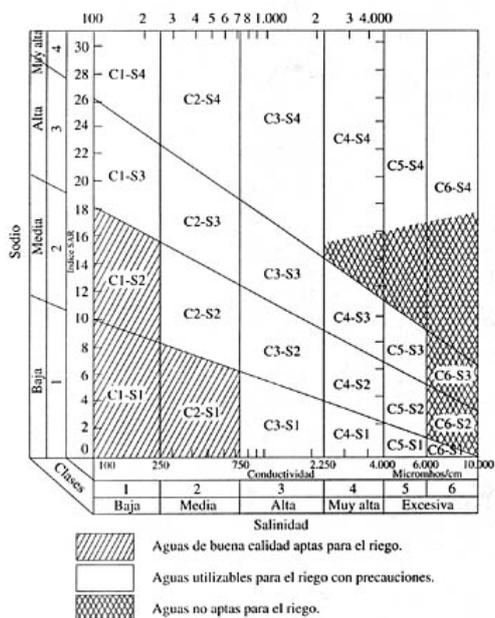


Grafico 1.- Clasificación de las aguas, de acuerdo a las Normas de Riverside.

2.3. Toxicidad específica por iones cloruro y sodio

El problema de toxicidad es diferente al originado por la concentración salina total, siendo un problema que ocurre internamente en la planta y no es provocado por la baja disponibilidad del agua. La toxicidad normalmente resulta cuando ciertos iones absorbidos por la planta con el agua del suelo, se acumulan en las hojas durante la transpiración en cantidades suficientes para provocar daños.

Estos daños pueden reducir de forma significativa los rendimientos, dependiendo su magnitud de parámetros como el tiempo, concentración de los iones, sensibilidad de las plantas y el uso de agua por los cultivos. Los iones potencialmente tóxicos contenidos comúnmente en las aguas de riego son el cloro, el sodio y en otras condiciones, el boro y los daños pueden ser provocados individualmente o en combinación.

No todos los cultivos presentan la misma sensibilidad, mientras que la mayor parte de los cultivos anuales no son sensibles a ciertas concentraciones, los cultivos frutales y las plantas perennes, suelen ser muy sensibles a este problema. Los síntomas de toxicidad pueden aparecer en prácticamente cualquier cultivo, si las concentraciones son lo suficientemente altas. Además, los problemas de toxicidad de iones específicos frecuentemente acompañan o complican los de salinidad o de infiltración y pueden aparecer aún cuando la salinidad sea baja.

En el caso de los iones sodio y cloro pueden ser absorbidos desde el suelo o directamente a través de las hojas cuando éstas se mojan durante el riego por aspersión, sobre todo durante periodos de altas temperaturas y baja humedad. La absorción foliar acelera la velocidad de acumulación de ión tóxico en la planta y es, muchas veces, la fuente principal de toxicidad.

2.3.1. Cloro

La toxicidad más frecuente es la provocada por el cloro contenido en el agua de riego. El cloro no es retenido o absorbido por las partículas del suelo, por lo cual se desplaza fácilmente con el agua del suelo, es absorbido por las raíces y traslocado a las hojas, en donde se acumula por la transpiración.

Si su concentración sobrepasa la tolerancia de la planta, se producen daños con síntomas característicos, como necrosis y quemaduras en las hojas. Generalmente los daños se manifiestan en primer término en las puntas de las hojas, lo que es característico, para luego desplazarse a medida que progresa la toxicidad, a lo largo de los bordes. Una toxicidad muy alta va generalmente acompañada por una defoliación temprana.

Tal y como se ha indicado anteriormente, la toxicidad del cloro también puede ocurrir por absorción directa a través de las hojas de los cultivos regados por aspersión.

El parámetro de referencia utilizado para indicar el riesgo de toxicidad específica por cloro de las aguas de riego, es la concentración de este ión en el agua (expresada generalmente en meq/l), siendo los criterios de interpretación para riego por aspersión de:

- Sin problemas, para concentración de Cloruros inferior a 3 meq/l (106 mg/l).
- Problema grave, para concentración de Cloruros superior a 3 meq/l (106 mg/l).

En el caso del valor más desfavorable, detectado en el análisis correspondiente a la fecha de 22 de enero de 2009, nos encontramos con una concentración de cloruros de 50 mg/l, equivalente a 1,41 meq/l.

Tabla 4.- Valor de las concentraciones de cloruro.

Parámetro			Unidad	0414			
				Canal de Aragón y Cataluña /C. San José (FQ)			
				22/01/2009	23/02/2009	26/03/2009	28/04/2009
CL	Cloruros	610	mg/L CL	50,50000	5,60000	28,10000	16,70000

Fuente: Datos de las analíticas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Con este valor de referencia, podemos decir que el agua de riego disponible en el Canal de Aragón y Cataluña quedaría para los sistemas de riego por aspersión clasificada en la categoría de “Sin problemas”.

2.3.2. Sodio

La toxicidad del sodio es más difícil de diagnosticar que la del cloro, habiendo sido identificada claramente como resultado de una alta proporción de sodio en el agua (alto sodio o SAR). En contraste con los síntomas de toxicidad del cloro que aparece inicialmente en ápice de las hojas, los síntomas típicos del sodio aparecen en forma de quemadura o necrosis a lo largo de los bordes de la misma.

Las concentraciones de sodio en las hojas alcanzan niveles tóxicos después de varios días o semanas. Los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas y en sus bordes y a medida que se intensifica, la necrosis se desplaza progresivamente en el área intervenial hacia el centro de las hojas.

Debe tenerse muy en cuenta que los efectos aparentes de la toxicidad por sodio pueden ser creados o agravados por una mala filtración.

El parámetro de referencia utilizado para indicar el peligro de toxicidad específica por sodio de las aguas de riego, es el contenido total de sodio soluble (expresado generalmente como meq/l) y los criterios de interpretación son los que se indican a continuación:

PARA RIEGO POR ASPERSIÓN (aplicación directa sobre la hoja)

-Sin problemas, para concentración de Sodio inferior a 3 meq/l (69 mg/l)

-Problema grave, para concentración de Sodio superior a 3 meq/l (69 mg/l).

En la serie de datos disponible para la presente evaluación de la calidad de agua de riego, el valor más desfavorable es el detectado en el análisis correspondiente a la fecha de 26 de marzo de 2012, encontrándonos con una concentración de sodio de 28,10 mg/l, equivalente a 1,22 meq/l. Este valor se muestra en la Tabla 3.

Con este valor de referencia el agua de riego disponible en el Canal de Aragón y Cataluña quedaría clasificada, para los sistemas de riego por aspersión, en la categoría de “Sin problemas”.

2.3.3. Boro

Se establecen las siguientes directrices de acuerdo con el contenido en boro en ppm (mg/l) en el agua de riego.

- Sin problemas, para concentración de Boro < 0,7mg/l.
- Problema creciente, 0,7 < Boro ≤3mg/l.
- Grave problema, Boro > 3mg/l.

Tabla 5.- Valor de las concentraciones de boro.

Parámetro			Unidad	0414			
				Canal de Aragón y Cataluña /C. San José (FQ)			
				28/04/2009	21/06/2010	01/03/2011	26/03/2012
BORO	Boro	1110	mg/L	0,01600	0,01100	0,01100	0,02000

Fuente: Datos de las analíticas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Tabla 6.- Valor de las concentraciones de boro.

Parámetro			Unidad	0414			
				Canal de Aragón y Cataluña /C. San José (FQ)			
				20/02/2013	26/03/2013	15/04/2013	21/05/2013
BORO	Boro	1110	mg/L	--	--	0,01100	--

Fuente: Datos de las analíticas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Los resultados analíticos de las aguas de riego utilizadas en la explotación poseen una concentración de Boro que las coloca muy por debajo de los niveles clasificados como “sin problemas”.

2.4. Otros efectos de la calidad del agua

2.4.1 Nitrógeno.

El nitrógeno es para las plantas un nutriente y un estimulante de su crecimiento. El nitrógeno contenido en las aguas de riego tiene el mismo efecto para las plantas que el nitrógeno aplicado con los fertilizantes; por lo tanto, la aplicación de cantidades excesivas con el riego puede sobreestimular el crecimiento, retardar la madurez o provocar cosechas de mala calidad.

El nitrógeno más fácilmente asimilable por las plantas se encuentra en el suelo en forma de (NO_3^-) y de amonio (NH_4^-) . La forma más frecuente en las aguas de riego es, sin embargo, la de nitrato.

De este modo, este contenido en nitratos deberá ser considerado a la hora de proceder a la aplicación de las dosis de abonado correspondientes o se estará sobredimensionando estas dosis, con el riesgo que ello representa para el medio, la calidad y cantidad de la cosecha.

A modo de ejemplo, como dato más elevado, tomaremos el disponible en el análisis de fecha de 15 de abril de 2013, con un contenido en nitratos de 3,1 mg/l. Este contenido equivale a una concentración de nitrógeno de 0,7 mg N/l.

Tabla 7.- Contenido de nitratos.

Parámetro			Unidad	0414			
				Canal de Aragón y Cataluña /C. San José (FQ)			
				20/02/2013	26/03/2013	15/04/2013	21/05/2013
NO3	Nitratos	630	mg/L NO3	2,10000	2,50000	3,10000	1,90000

Fuente: Datos de las analíticas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Puesto que la dotación media por hectárea de la alternativa estudiada se ha fijado en 7.412,62 m³/ha y año, estaríamos aportando con esa concentración un total de 5,19 Kg de nitrógeno por hectárea y año, que deberían ser considerados a la hora de planificar las dosis de abonado a aplicar.

Siendo el valor del contenido de nitratos variable, es recomendable al igual que para otros parámetros, que se realicen análisis del agua de riego en varios momentos durante la época de riego, cuando se comience con su utilización y repetirlos periódicamente.

Los rendimientos de los cultivos sensibles al nitrógeno pueden verse afectados por concentraciones de nitrógeno que excedan de 5 mg/l procedentes tanto de nitrato como de amonio. Cuando la concentración excede los 20 mg/l son de temer problemas graves con cultivos sensibles. Para cultivos no sensibles, puede ser adecuada la concentración de más de 30 mg/l, evitándose en estos casos el aporte de abonos nitrogenados. Concentraciones de menos de 5 mg/l no tienen ningún efecto ni en cultivos sensibles al nitrógeno.

2.4.2. Bicarbonato HCO₃⁻

El índice de bicarbonatos se considera peligroso por encima de 5,0 meq/l en riego por aspersión y al mismo tiempo, indica un claro indicio de las posibles pérdidas de calcio por precipitación de calcio soluble del suelo, cuando la concentración de bicarbonatos es alta.

El análisis más desfavorable corresponde a la fecha de 27 de enero de 2010, con un valor de 144 mg/l equivalente a 2,36 meq/l.

Tabla 8.- Concentración de bicarbonatos.

Parámetro			Unidad	0414			
				Canal de Aragón y Cataluña /C. San José (FQ)			
				21/01/2010	27/01/2010	15/02/2010	22/02/2010
CO32CA	Bicarbonatos	550	mg/L CO3Ca	--	144,00000	136,00000	--

Fuente: Datos de las analíticas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

3. Necesidades de lavado

Cuando la acumulación de las sales en el suelo sea excesiva o para prevenir que se lleguen a acumular sales procedentes del agua de riego, se debe lixiviar las sales aplicando a la zona radicular más agua que la que necesitan los cultivos durante sus periodos de crecimiento.

Esta cantidad extra de agua percola por debajo de la zona radicular, desplazando por lo menos una parte de las sales acumuladas en ella. Este proceso de lixiviación es un factor básico en el control de las sales solubles aplicadas con el agua de riego.

A largo plazo, la cantidad de las sales desplazadas por lixiviación debe ser igual o superior a la de las sales aplicadas con el agua de riego, para evitar su acumulación y concentración a niveles peligrosos. Los factores a considerar para el control de las sales son, la cantidad de agua necesaria para la lixiviación y el momento oportuno para su aplicación.

El requerimiento o necesidad de lavado (RL), es la proporción del agua aplicada en el riego que deberá atravesar la zona radicular para mantener el contenido en sales en un nivel determinado.

Para la determinación del requerimiento de lixiviación o necesidades de lavado para eliminar las sales aportadas por el agua de riego de aspersión de baja frecuencia, se utiliza la siguiente expresión:

$$RL = \frac{CE_w}{5CE_e - CE_w}$$

Donde: RL= Requerimiento de lavado, expresado en tanto por uno.

CE_w= Conductividad eléctrica del agua de riego en dS/m (Concent. de sales)

CE_e= Conductividad eléctrica del extracto de saturación en dS/m, que representa la salinidad tolerable que se desea mantener.

En el caso del valor más desfavorable, detectado en los análisis correspondientes a las fechas de 22 de enero de 2009 y de 28 de abril de 2009, nos encontramos con una CE de 471µS/cm, equivalente a 0,471 dS/m. Este valor se encuentra en la Tabla 1.

Esto supondría que considerando una salinidad tolerable de 2 dS/m en el suelo, las necesidades de agua de lavado supondrían un 5%, mientras que, considerando una salinidad tolerable en el suelo de hasta 3 dS/m estas necesidades de lavado disminuirían hasta un 3,24%.

Como conclusión a lo mencionado anteriormente, podemos decir que estas necesidades de lavado obtenidas, estarían cubiertas por la eficiencia en el riego considerada en el proceso de estimación de las necesidades hídricas de los cultivos que entran a formar parte de la alternativa de cultivos elegida. Así, la propia aparición del riego ya produce unas pérdidas por percolación profunda que superan las necesidades de lavado obtenidas.

No obstante y dadas la características edafológicas de la zona, véase la siguiente foto;



Foto 1: Acumulación de sales en puntos de la superficie de riego.

se aconseja efectuar un seguimiento de la evolución de la salinidad del suelo y modificar la fracción de lavado en caso de que los resultados obtenidos así lo aconsejen.

4. Recomendaciones culturales

En el presente apartado trataremos de proporcionar una serie de recomendaciones tendentes a combatir los problemas que pudieran estar relacionados con la calidad del agua de riego y su aplicación en el área a modernizar.

4.1. Recomendaciones culturales frente a problemas de salinidad

4.1.1. Control de la salinidad

La finalidad más importante del control de salinidad es la de mantener rendimientos aceptables de los cultivos. En el control de la salinidad existen varias alternativas que pueden ser usadas por separado o en combinación.

En apartados anteriores de este Anejo se ha tratado la importancia de lixiviar las sales fuera de la zona radicular, antes de que se concentren en niveles perjudiciales para los cultivos, así como la importancia de mantener en todo momento, en la zona radicular, una disponibilidad suficiente de agua.

De los resultados expuestos en los apartados anteriores, respecto a la concentración de sales en el agua de riego, la presencia de sales en el suelo y riesgo de salinización del mismo, se desprende que no es necesario por el momento plantear la instalación de una red de drenaje en la zona a transformar.

Sin embargo, tal y como se ha comentado anteriormente, se recomienda tener ciertas precauciones en el manejo del riego, siendo necesario tener en cuenta las necesidades de lavado, estudiadas en el apartado 3 de este Anejo, debiéndose llevar a cabo un estricto seguimiento de los indicadores correspondientes, a fin de controlar la evolución del problema antes de que puedan ser necesarias actuaciones mucho más costosas.

4.1.2. Tolerancia de los cultivos a la salinidad

No todos los cultivos responden de igual manera a la salinidad, unos producen rendimientos aceptables a niveles altos de salinidad y otros son sensibles a niveles relativamente bajos. Esta capacidad de adaptación de determinados cultivos a elevados niveles de salinidad debe ser considerada por el agricultor, puesto que permite la selección de cultivos más tolerantes y capaces de producir rendimientos económicamente aceptables, ante la existencia de elevados valores de salinidad.

Visitada la zona se ha visto que en algunas parcelas aparecen rodales salinos, por la existencia de problemas previos de salinidad en horizontes subsuperficiales. En estos casos, dependiendo de la extensión superficial del problema de sales, será interesante recurrir a alguno de los cultivos tolerantes hasta recuperar el suelo.

Se adjuntan en el apéndice 1 del presente anejo unas tablas indicativas de la tolerancia frente a la salinidad de determinados cultivos.

4.1.3. Prácticas culturales

Las prácticas de manejo más adecuadas para un control a largo plazo son: drenaje adecuado, mantenimiento de la fracción de lavado para controlar la salinidad a niveles dentro de las tolerancias de los cultivos y si esto no es posible, cambiar el cultivo por otro más tolerante que sea capaz de soportar las condiciones de salinidad existentes. Además de estas prácticas de manejo, existen prácticas que pueden tener un efecto positivo en la germinación, la emergencia, desarrollo inicial de las plantas y en los rendimientos.

Las prácticas para el control de la salinidad deben aplicarse, por lo general, con carácter preventivo y en forma continua, adquiriendo mayor importancia a medida que la salinidad del agua de riego aumenta o en los suelos con mayor riesgo potencial de salinización.

Estas prácticas son principalmente:

-Programación de riegos: esta programación debe estar orientada no sólo a cubrir las necesidades hídricas del cultivo, sino que, a su vez, debe ser capaz de evitar la formación de costras y la escorrentía tanto superficial, con riesgo de erosión, como subsuperficial, con riesgo de elevación de freáticos y salinización.

-Fertilización adecuada: debe tenerse muy en cuenta que los fertilizantes, tanto orgánicos como minerales, contienen concentraciones altas de muchas sales solubles que, aportadas en cantidades inadecuadas así como en momentos inoportunos pueden provocar efectos contrarios a los deseados.

4.1.4. Métodos de riego

Los métodos de riego afectan directamente la eficiencia de aplicación del agua y la salinidad. Los métodos de aspersión se diseñan de forma que se distribuya el agua uniformemente sobre toda el área regada, produciendo un perfil de salinidad en el cual, la mayor parte de las sales se acumulan en la parte inferior de la zona radicular.

Por el contrario, los sistemas de riego por goteo aplican el agua sólo a una parte de la superficie del terreno, acumulándose las sales en la periferia del suelo mojado (bulbo mojado) por el emisor de agua.

Un sistema de aspersión bien diseñado puede aplicar el agua con alta uniformidad y eficiencia, a velocidades suficientemente bajas como para evitar la escorrentía, permitiendo al mismo tiempo una adecuada y uniforme lixiviación de sales. La profundidad de la lámina de riego se controla regulando el tiempo de aplicación, el espaciamiento entre los aspersores, el tamaño de la boquilla y la presión de operación.

4.2. Recomendaciones culturales frente a problemas de infiltración

La recuperación de suelos afectados por problemas de infiltración es necesaria cuando la velocidad con que el agua atraviesa la superficie del suelo, es tan lenta que no permite suministrar el agua requerida por los cultivos o lixiviar las sales acumuladas en la zona radicular. El anegamiento por largo tiempo, usualmente da origen a problemas secundarios que pueden ser tan importantes para los rendimientos como la misma falta de agua.

Entre los problemas secundarios importantes se incluyen, la formación de costras en la superficie de los suelos, excesos de malas hierbas, podredumbre radicular y otras enfermedades de los cultivos, trastornos de la nutrición, falta de aireación, mala germinación y en algunos casos, la incidencia de mosquitos u otros vectores de enfermedades.

Por las características de los suelos de la zona, es previsible la aparición de problemas de infiltración, posiblemente por ser suelos sin yeso o con texturas finas.

4.2.1. Manejo del riego

Existen ciertas prácticas del riego que facilitan la solución o manejo de los problemas de infiltración.

El regar frecuentemente es una forma simple y eficaz de mantener los cultivos con un suministro adecuado y continuo de agua, sin crear problemas secundarios como encharcamiento y mala aireación.

El prolongar la duración del riego puede traer consigo ciertos beneficios, siempre y cuando no resulten problemas de aireación, encharcamiento, escorrentía y drenaje.

El impacto de las gotas grandes, en el caso del riego por aspersión, puede destruir las partículas del suelo superficial y crear o agravar los problemas de infiltración y producir escorrentía.

5. Resultados

En resumen, de acuerdo con las directrices de la Food and Agriculture Organization (FAO) para la evolución de la calidad del agua de riego, se puede clasificar de la siguiente manera:

- **Salinidad:** Restricción nula para su uso de riego.
- **Infiltración:** La calidad de agua en la estación de Canal de Aragón y Cataluña con una relación de absorción de sodio, SAR, de 1,35 y una conductividad eléctrica (CE) de 0,471 dS/m, para los análisis más desfavorables, presenta una restricción ligera.
- **Toxicidad iónica específica:** Respecto a los contenidos de Cloro, Sodio y Boro, las aguas del Canal de Aragón y Cataluña no presentan ninguna restricción para su uso, en cualquier sistema de riego.
- **Bicarbonatos:** Sin restricción para su uso, para riego por aspersión.
- **Nitrógeno:** Las concentraciones de nitrógeno no dan lugar a restricciones de uso.

APÉNDICE 1 del ANEJO 4.

Documento nº 1

APÉNDICE 1.- TOLERANCIA DE CULTIVOS A LA SALINIDAD

INTRODUCCIÓN

En este Apéndice se incluyen una serie de tablas y figuras en las que se indican algunos valores de referencia sobre la tolerancia a la salinidad de algunos cultivos.

Tabla 1.- Tolerancia a la salinidad de cultivos seleccionados en relación con su rendimiento potencial y salinidad del agua de riego (ECa)

CULTIVOS FORRAJEROS	RENDIMIENTO POTENCIAL ²									
	100%		90%		75%		50%		0% ³	
	ECx	ECa	ECx	ECa	ECx	ECa	ECx	ECa	ECx	ECa
Agropiro (<i>Agropyron elongatum</i>)	7,5	5,0	9,9	6,6	13	9,0	19	13	31	21
Agropiro crestado (<i>Agropyron cristatum</i>)	7,5	5,0	9,0	6,0	11	7,4	15	9,8	22	15
Pasto de Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i>) ⁷	6,9	4,6	8,5	5,6	11	7,2	15	9,8	23	15
Cebada forrajera (<i>Hordeum vulgare</i>) ⁷	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,4	13	8,7	20	13
Ballico (<i>Lolium perenne</i>)	5,6	3,7	6,9	4,6	8,9	5,9	12	8,1	19	13
Loto, pata de pájaro ⁸ (<i>Lotus corniculatus tenuifolium</i>)	5,0	3,3	6,0	4,0	7,5	5,0	10	6,7	15	10
Falaris bulbosa, alpiste bulboso (<i>Phalaris tuberosa</i>)	4,6	3,1	5,9	3,9	7,9	5,3	11	7,4	18	12
Fetusca alta (<i>Festuca elatior</i>)	3,9	2,6	5,5	3,6	7,8	5,2	12	7,8	20	13
Agropiro (<i>Agropyron sibiricum</i>)	3,5	2,9	6,0	4,0	9,8	6,5	16	11	28	19
Veza de hoja estrecha, Alverjilla (<i>Vicia angustifolia</i>)	3,0	2,0	3,9	2,6	5,3	3,5	7,6	5,0	12	8,1
Sorgo de Sudan (<i>Sorghum sudanense</i>)	2,8	1,9	5,1	3,4	8,6	5,7	14	9,6	26	17
Elimo (<i>Elimus triticoides</i>)	2,7	1,8	4,4	2,9	6,9	4,6	11	7,4	19	13
Caupí (<i>Vigna unguiculata</i>)	2,5	1,7	3,4	2,3	4,8	3,2	7,1	4,8	12	7,8
Loto de los pantanos (<i>Lotus uliginosus</i>)	2,3	1,5	2,8	1,9	3,6	2,4	4,9	3,3	7,6	5,0
Sesbania, cáñamo (<i>Sesbania exaltata</i>)	2,3	1,5	3,7	2,5	5,9	3,9	9,4	6,3	17	11
Esfaerofisa (<i>Sphaerophysa salsula</i>)	2,2	1,5	3,6	2,4	5,8	3,8	9,3	6,2	16	11
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	2,0	1,3	3,4	2,2	5,4	3,6	8,8	5,9	16	10
Eragrostis (<i>Eragrostis sp.</i>) ⁹	9,0	1,3	3,2	2,1	5,0	3,3	8,0	5,3	14	9,3
Maíz forrajero (<i>Zea mays</i>)	1,8	1,2	3,2	2,1	5,2	3,5	8,6	5,7	15	10
Barsim, trébol de Alejandría	1,5	1,0	3,2	2,2	5,9	3,9	10	6,8	19	13
Dactilo ramoso (<i>Dactylis glomerata</i>)	1,5	1,0	3,1	2,1	5,5	3,7	9,6	6,4	18	12
Cola de zorra (<i>Alopecurus pratensis</i>)	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5	12	7,9
Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
Trébol híbrido (<i>Trifolium hybridum</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6
Trébol fresa (<i>Trifolium fragiferum</i>)	1,5	1,0	2,3	1,6	3,6	2,4	5,7	3,8	9,8	6,6

Alumno/a: Marta Elia Jiménez Híjar
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

Tabla 1.- (Continuación)

CULTIVOS EXTENSIVOS	RENDIMIENTO POTENCIAL ²									
	100% ECx	ECa	90% ECx	ECa	75% ECx	ECa	50% ECx	ECa	0% ³ ECx	ECa
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) ⁴	8,0	5,3	10	6,7	13	8,7	18	12	28	19
Algodón (<i>Gossipium hirsutum</i>)	7,7	5,1	9,6	6,4	13	8,4	17	12	27	18
Remolacha Azucarera (<i>Beta vulgaris</i>) ⁵	7,0	4,7	8,7	5,8	11	7,5	15	10	24	16
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	6,8	4,5	7,4	5,0	8,4	5,6	9,9	6,7	13	8,7
Trigo (<i>Triticum aestivum</i>) ^{4,6}	6,0	4,0	7,4	4,9	9,5	6,3	13	8,7	20	13
Trigo duro (<i>Triticum turgidum</i>)	5,7	3,8	7,6	5,0	10	6,9	15	10	24	16
Soya, soja (<i>Glycine max</i>)	5,5	3,3	5,5	3,7	6,3	4,2	7,5	5,0	10	6,7
Caupíes (<i>Vigna unguiculata</i>)	4,9	3,3	5,7	3,8	7,0	4,7	9,1	6,0	13	8,8
Maní, cacahuete (<i>Arachis hypogaea</i>)	3,2	2,1	3,5	2,4	4,1	2,7	4,9	3,3	6,6	4,4
Arroz (<i>Oriza sativa</i>)	3,3	2,0	3,8	2,6	5,1	3,4	7,2	4,8	11	7,6
Caña de Azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	1,7	1,1	3,4	2,3	5,9	4,0	10	6,8	19	12
Maíz (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,2
Lino (<i>Linum usitatissimum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Frijoles (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1,0	0,7	1,5	1,0	2,3	1,5	3,6	2,4	6,3	4,2

- 1 Fuente: Mass y Hoffman (1.977) y de Mass (1.984). Esta información es únicamente una guía sobre la tolerancia relativa entre los grupos de cultivos. Los valores de tolerancia absoluta varían con el clima, condiciones del suelo y prácticas de cultivo. En los suelos con yeso natural, las plantas pueden tolerar aproximadamente 2,0 dS/m de salinidad en el suelo (ECx) por encima de los valores dados. Sin embargo, la salinidad del agua permanece igual a la mostrada en la tabla
- 2 La ECx es la salinidad promedio del agua del suelo contenida en la zona radicular, representada por la conductividad eléctrica del extracto de saturación de su suelo, expresada en dS/m a 25° C. La ECa es la conductividad eléctrica del agua de riego, expresada también en dS/m a 25° C. La relación entre la salinidad del agua y del suelo (ECx = 1,5 ECa) supone una fracción de lixiviación entre 0,15 y 0,20 y un patrón de extracción de agua normal.
- 3 El rendimiento potencial de 0% implica la salinidad máxima teórica (ECx), con la cual las plantas dejan de crecer.
- 4 La cebada y el trigo son menos tolerantes en las fases de germinación y desarrollo de plantas tiernas. Durante estas etapas la salinidad (ECx) no debe ser mayor de 4 a 5 dS/m en la capa arable del suelo.
- 5 La remolacha es más sensible a la salinidad durante la germinación. En esta fase la ECx no debe ser superior a 3dS/m para las remolachas azucareras y ornamentales.
- 6 Las variedades desarrolladas comercialmente (cultivares) pequeñas o semienanas pueden ser menos tolerantes.
- 7 Tolerancia media de varias variedades de pasto de Bermuda.
- 8 El trébol de hoja ancha parece ser menos tolerante que el de hoja angosta.
- 9 La indicada es el valor promedio de las variedades "Boer", Filman", "Sand" y "Weeping".
- 10 Valores aplicables a plantas con patrones de injerto que no acumulan rápidamente el Na⁺ o el Cl⁻, o cuando estos iones no se encuentren en el suelo.
- 11 La tolerancia se evalúa basándose en el desarrollo del árbol y no en sus rendimientos.

Tabla 2.- Tolerancia relativa a la salinidad de algunos cultivos

TOLERANTES³

Cultivos de Fibra, Semilla o Azucar

Algodón	Gossypium hirsutum
Cebada	Hordeum vulgare
Jojoba	Simmondsia chinensis
Remolacha Azucarera	Beta vulgaris

Cultivos Forrajeros y Gramas

Agropiro alargado	Agropyron elongatum
Agropiro crestado	Agropyron crestatum
Elimo	Elymus angustus
Elimo	Elymus junceus
Grama alcalina	Puccinellia airoides
Grama de Bermuda	Cynodon dactylon
Grama Kallar	Diplachne fusca
Grama salada	Distichlis stricta
Sacatón alcalino	Sporobolus airoides

Hortalizas

Espárrago	Asparagus officinalis
-----------	-----------------------

Cultivos Frutales

Palma datilera	Phoenix dactylifera
----------------	---------------------

MODERADAMENTE TOLERANTES

Cultivos Forrajeros y Gramas

Trébol de cuernos loto común	Lotus corniculatus tenuifolium
Trébol de cuernos loto común	Lotus corniculatus arvensis
Trigo forrajero	Triticum aestivum

Hortalizas

Alcachofa	Helianthus tuberosus
Betarraga	Beta vulgaris
Calabaza, zapallito italiano	Cucurbita pepo melopepo

Cultivos Frutales

Anana, piña	Ananas comosus
Azufaito	Zizifus jujuba
Granado	Punica granatum
Higuera	Ficus carica
Olivo	Olea europaea
Papaya	Carica papaya

MODERADAMENTE TOLERANTES³

Cultivos de Fibra, Semilla o Azucar

Avena	Avena sativa
Cártamo	Carthamus tinctorius
Caupés	Vigna unguiculata
Centeno	Secale cereale
Sorgo	Sorghum bicolor
Soya, soja	Glycine max
Trigo	Triticum aestivum
Trigo duro	Triticum turgidum
Triticale	X Triticosecale

Cultivos Forrajeros y Gramas

Agropiro	Agropyron sibiricum
Agropiro delgado	Agropyron trachycaulum
Agropiro intermedio	Agropyron intermedium
Agropiro occidental	Agropyron smithii
Ballico italiano	Lolium italicum multiflorum
Ballico perenne	lolium perenne
Brome argentino	Bromus unioloides
Brome montañoso	Bromus marginatus
Cebada forrajera	Hordeum vulgare
Colza, nabo	Brassica napus
Elimo	Elymus triticoides
Elimo canadiense	Elymus canadensis
Falaris bulbosa	Phalaris tuberosa
Fetusca	Festuca elatior
Fetusca alta	Festuca pratensis
Grama canaria	Phalaris arundinacea
Grama Rhodes	Chloris gayana
Meliloto, trébol	Melilotus albus
Panizo azul	Panicum antidotale
Sorgo de Sudán	Sorghum sudanense

MODERADAMENTE SENSIBLES³

Cultivos de Fibra, Semilla o Azucar

Arroz	Oriza sativa
Caña de azucar	Saccharum officinarum
Girasol	Helianthus annuus
Habas	Vicia faba
Lino	Linum usitatissimum
Maíz	Zea mays
Maní, cacahuete	Arachis hypogaea
Mijo Italiano	Setaria italica
Ricino	Ricinus communis

Cultivos forrajeros y Gramas

Alfalfa	Medicago sativa
Agróstide	Agrostis stolonifera palustris
Astrágalo, tragacanto	Astragalus cicer
Avena forrajera	Avena sativa
Bersim	Trifolium alexandrinum
Bromo liso	Bromus inermis
Buffel, pasto salinas	Cenchrus ciliaris
Caupés forrajeros	Vigna unguiculata
Centeno forrajero	Dactylis glomerata
Cola de zorra	Alopecurus pratensis
Dactilo	Dactylis glomerata
Eragrostis	Eragrostis sp.
Esfaerofisa	Sphaerophysa salsula
Fleo, timoteo	Phleum pratense
Grama de avena alta	Arrhenatherum, Danthonia
Grama azul	Bouteloua gracilis
Grama de Bahía	Paspalum dilatatum
Loto de los pantanos	Lotus uliginosus
Maíz forrajero	Zea mays
Sanguisorba, pimpinela	Poterium sanguisorba

Tabla 2.- (Continuación)

MODERADAMENTE SENSIBLES		SENSIBLES³	
<u>Cultivos Forrajeros y Gramas</u>		<u>Cultivos de Fibra, Semilla o Azucar</u>	
Sesbania	Sesbania exaltata	Ajonjolí, sésamo	Sesamum indicum
Siratro	Macroptilium atropurpureum	Frijoles	Phaseolus vulgaris
		Guayule	Parthenium argentatum
Tallo azul, angleton	Dichanthium aristatum		
Trébol blanco	Trifolium repens	<u>Hortalizas</u>	
Trébol fresa	Trifolium fragiferum	Cebolla	Allium cepa
Trebol híbrido	Trifolium hybridum	Frijol	Phaseolus vulgaris
Trébol ladino	Trifolium repens	Ocra, quingombó	Abelmoschus esculentus
Trébol rojo	Trifolium pratense	Pastinaca, chirivía	Pastinaca sativa
Veza de hoja angosta	Vicia angustifolia	Zanahoria	Daucus carota
<u>Hortalizas</u>		<u>Cultivos Frutales</u>	
Apio	Apium graveolens	Aguacate, palto	Persea americana
Batatas, camote	Ipomoea batatas	Albaricoquero	Prunus armeniaca
Berengena	Solanum melongena esculentum	Almendro	Prunus dulcis
Berza	Brassica oleracea acephala	Caqui de Virginia	Diospyros virginiana
Brócoli	Brassica oleracea botrytis	Cerezo	Prunus besseyi
Calabaza, zapallo	Cucurbita pepo	Cerezo, guinda	Prunus avium
Calabaza, zapallo	Cucurbita pepo melopepo	Chirimoya	Anona cherimola
Col de Bruselas	Brassica oleracea gemmifera	Ciruelos	Prunus domestica
Col, repollo	B. oleracea capitata	Frambueso	Rubus idaeus
Coliflor	B. oleracea botrytis	Fresa	Fragaria sp.
Colinabo	B. oleracea gongylode	Grosellero	Ribes sp.
Espinaca	Spinacia oleracea	Lima, L. agria	Citrus aurantifolia
Lechuga	Latua sativa	Limonero	Citrus limon
Maíz	Zea mays	Mandarina, tangerina	Citrus reticulata
Melón	Cucumis melo	Mango	Mangifera indica
Nabo	Brassica rapa	Manzano	Malus sylvestris
Papas, patata	Solanum tuberosum	Maracuyá	Passiflora edulis
Pepino	Cucumis sativus	Melocotonero	Prunus persica
Pimiento, ají, chile	Capsicum annum	Naranja	Citrus sinensis
Rábano	Raphanus sativus	Níspero del Japón	Eriobotrya japonica
Sandía	Citrullus lanatus	Peral	Pyrus communis
Tomate	Lycopersicon esculentum	Pomarrosa	Syzygium jambos
		Pomelo	Citrus maxima
		Pomelo, toronja	Citrus paradisi
		Zarza, boysenberry	Rubus ursinus
<u>Cultivos Frutales</u>			
Vid	Vitis sp.		

12 Fuente: Maas (1.984)

13 Esta información es únicamente una guía sobre la tolerancia relativa entre cultivos. La tolerancia absoluta depende del clima, condiciones del suelo y prácticas de cultivo.

14 Esta tolerancia relativa está definida por los límites ilustrados en la Figura 1 que se adjunta a continuación. Los valores de Tolerancia figuran en la Tabla 1

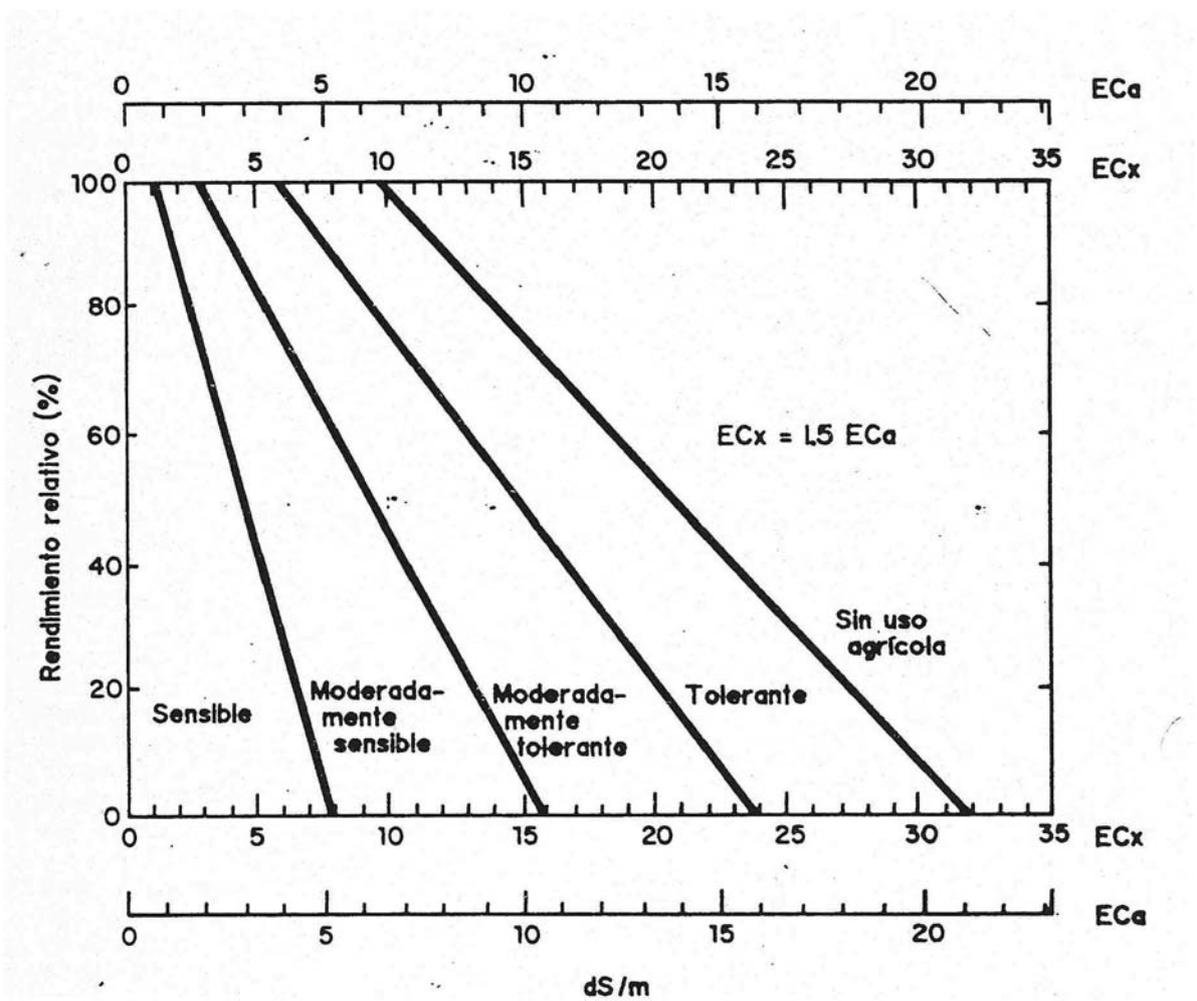


Figura 1.- Delimitación de la tolerancia relativa a la salinidad de los cultivos (Maas 1.984)

APÉNDICE 2 del ANEJO 4.

Documento nº 1

Categoría M-PUN-FQ

Código **0414-FQ** Toponimia **Canal Aragón y Cataluña / C. San José (FQ)**

Datos generales

Junta de explotación **13 - Cuencas del Ésera y Noguera Ribagorzana**

Cauce **01471 - ESERA, RIO**

Punto kilométrico **6**

Tipología **115 - ejes mediterráneo-continenciales poco mineralizados**

Masa de agua **434 - Río Ésera desde la Presa de Barasona y las tomas de la Central de San José y del Canal de Aragón y Cataluña hasta su desembocadura en el río Cinca.**

Provincia **22 - Huesca**

Municipio **22164 - Olvena**

Coordenadas muestreo UTM (m)	Coordenadas muestreo UTM Huso 30 (m)	Fecha de alta
Huso 31		01/01/1987
UTM X 273212	UTM X 769379	
UTM Y 4664694	UTM Y 4666191	

Códigos de los puntos en otras redes y número de ruta

Código analítica RED CEMAS - GENERAL - 0414	Código Estación Aforo C081 L2 Estación de aforo más cercana que represente el caudal circulante por el punto de muestreo
---	--

Planes de control

	Tipo de subprograma	Descripción del subprograma	Fecha de alta	Fecha de baja
CO02	Red COCA. Histórica	Red COCA. Estación preferente	01/01/1987	01/01/2007
AB01	Zonas Protegidas. Abastecim	Control prepotables 75/440. 12-4-1	01/07/1991	01/01/2009
LARV_MCEBRA	Investigación	CONTROL LARVARIO DEL MEJILLÓN CEBRA EN RÍOS	01/01/2006	01/01/2007
PGZP	Zonas protegidas. Abastecim	Abast. Control Suplementario de Plaguicidas. Zonas Protegidas.	01/01/2006	01/01/2008
LARV_MCEBRA	Investigación	CONTROL LARVARIO DEL MEJILLÓN CEBRA EN RÍOS	25/06/2007	
ABDMA01	Zonas Protegidas. Abastecim	Control DMA Prepotables 12-4-1 (>30.000)	01/01/2009	
RRM_L	Investigación	Retorno de riegos. Muestras mensuales. Labaqua	01/07/2009	

Código	0414-FQ	Toponimia	Canal Aragón y Cataluña / C. San José (FQ)
--------	----------------	-----------	--

Acceso / Comentarios / Observaciones

Comentarios generales	07/10/2005
07/10/2005: Se incluye este punto de muestreo en la Red Suplementaria de Control de Plaguicidas.	
Descripción del sistema de abastecimiento cuya calidad representa e	01/02/2008
Derivadas del Canal de Aragón y Cataluña (85.000 hab.)	
Descripción del acceso al punto	08/07/2008
Punto de toma: En el Canal de Aragón y Cataluña. Acceso: Desde Barbastro tomar la carretera dirección Graus cruzando el Cinca. A unos 6 Km, justo antes de pasar el tercer túnel, parar en una pequeña explanada y tomar allí la muestra.	

Modificaciones en la ficha

08/02/2007	José M. Sanz
Incorporación del punto a la base de datos por procesos de importación	
02/09/2008	José M. Sanz
Se le quita la asociación a la MAS 434, ya que no representa su calidad.	

Imágenes

Fotografía del punto de muestreo Fecha: Autor:

Fotografía del punto de muestreo



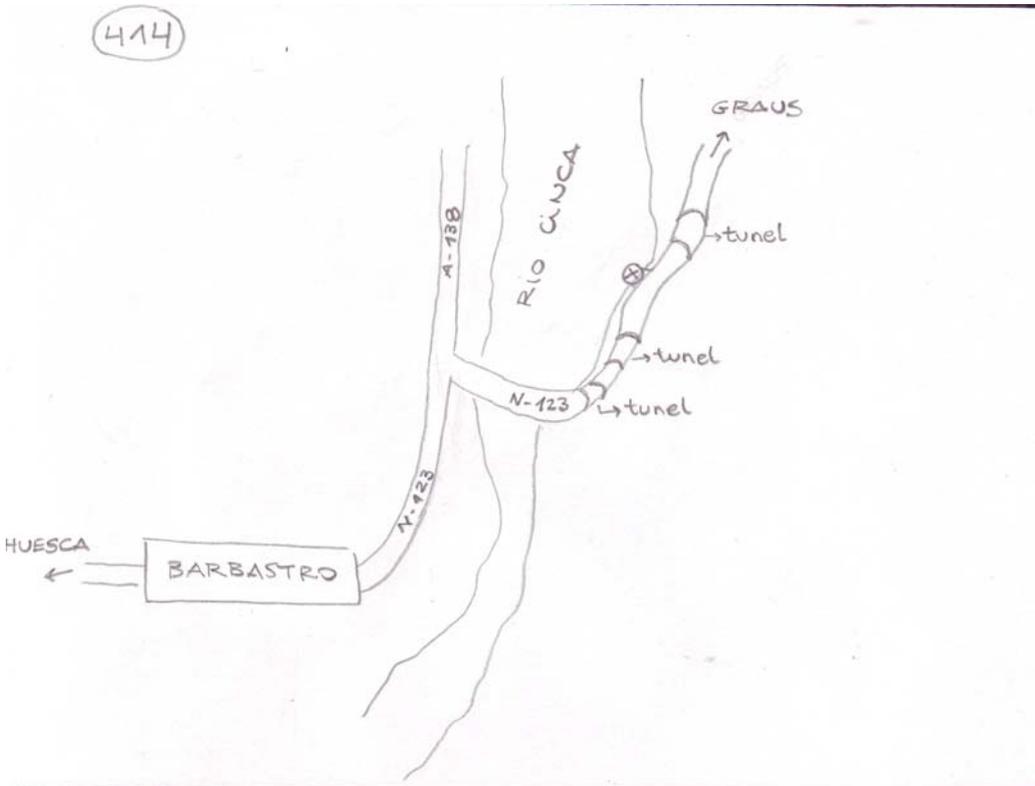
Código	0414-FQ	Toponimia	Canal Aragón y Cataluña / C. San José (FQ)
--------	----------------	-----------	--

Croquis

Fecha:

Autor: Labaqua

Croquis para el acceso al punto de muestreo



ANEJO 5.- Estudio agronomico.

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 5.

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Delimitación de la zona regable	1
3. Superficie y especies a regar	1
4. Necesidades hídricas de los cultivos	2
4.1. Procedimiento de cálculo	2
4.2. Características climáticas	3
4.3. Cálculo de la evapotranspiración de referencia	4
4.4. Cálculo de la evapotranspiración de cultivo	4
4.5. Cálculo de la lluvia efectiva	6
4.6. Cálculo de las necesidades hídricas netas	7
4.7. Cálculo de las necesidades totales de agua de riego	8
4.8. Necesidades totales de riego de la alternativa adoptada	9
4.9. Cuadro resumen	10
4.10. Gráficos	11
4.10.1 Dotaciones m ³ /año	11
4.10.2. Necesidades hídricas m ³ /año	11
5. Parámetros de riego	12
5.1. Dosis máximas de riego	12
5.2. Dosis útil	12
5.3. Número de riegos al mes	13
5.3.1 Número de riegos al mes para el cultivo de alfalfa	13
5.3.2 Número de riegos al mes para el cultivo de trigo	14
5.3.3 Número de riegos al mes para el cultivo de cebada	15
5.3.4 Número de riegos al mes para el cultivo de girasol	16
5.4. La duración del riego	17
5.4.1 Duración del riego para el cultivo de alfalfa	17
5.4.2 Duración del riego para el cultivo de trigo	17
5.4.3 Duración del riego para el cultivo de cebada	18
5.4.4 Duración del riego para el cultivo del girasol	18
6. Programación de riegos	18
6.1. Calendario de riegos del cultivo de alfalfa	18

6.2. Calendario de riegos del cultivo de trigo	19
6.3. Calendario de riegos del cultivo de cebada	19
6.4. Calendario de riegos del cultivo de girasol	19

ANEJO 5.- ESTUDIO AGRONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ANEJO

En el presente anejo se pretende realizar el estudio agronómico completo de la alternativa de cultivos considerada en la modernización propuesta.

Para ello, en primer lugar se calcularán las necesidades hídricas totales de dicha alternativa, indicándose las necesidades mensuales en m³/ha, volumen anual consumido y caudal ficticio continuo expresado en l/s/ha.

Debemos hacer constar que la alternativa estudiada se ha obtenido tras las correspondientes consultas, en este sentido, realizadas a los responsables del Centro Agronómico “La Melusa”, explotación perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

2. DELIMITACIÓN DE LA ZONA REGABLE

El área objeto de estudio se encuentra en el Centro Agronómico “La Melusa”, perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Ebro, en el término municipal de Tamarite de Litera (Huesca).

En concreto, las parcelas objeto de transformación en cobertura fija enterrada abarcan 32,7477 has, esta superficie pertenece al lote 15 de la explotación. Catastralmente abarcan las siguientes parcelas:

Tabla 1.- Parcelas y Superficie a modernizar.

POLIGONO	PARCELA	SUPERFICIE
33	116 (cuadrantes)	6 ha 73 áreas 21 centiáreas
34	103	7 ha 31 áreas 82 centiáreas
34	104	12 ha 47 áreas 08 centiáreas
34	58 (parte)	6 ha 22 áreas 66 centiáreas
TOTAL		32 ha 74 áreas 77 centiáreas

3. SUPERFICIE Y ESPECIES A REGAR

La superficie total a modernizar, mediante las actuaciones planteadas en el presente proyecto, es de 32 ha 74 áreas 77centiáreas, (327.477 m²) estando dedicada a los cultivos de alfalfa, trigo, cebada y girasol.

De cara al cálculo de las necesidades hídricas previstas se plantea una alternativa integrada en los mismos cultivos; sin embargo, debe tenerse presente que esta alternativa se plantea como una aproximación a la realidad, que nos permita obtener una estimación de las necesidades presentes y futuras teniendo claro que podrán existir variaciones, en mayor o menor medida, en función de posibles cambios de

mercado, exigencias circunstanciales del Centro Agronómico y disponibilidad hídrica de la concesión existente.

Como dato orientativo de las preferencias actuales de los responsables de la explotación, diremos que la alternativa de cultivos estudiada en este caso, obtenida directamente de la información proporcionada por los mismos, cuenta con:

Tabla 2.- Cultivos previstos y superficie

CULTIVO	% DE SUPERFICIE	SUPERFICIE
FORRAJERAS (Alfalfa)	50	16 ha 37 áreas 39 centiáreas
TRIGO	20	6 Ha 54 áreas 96 centiáreas
CEBADA	15	4 ha 91 áreas 21 centiáreas
GIRASOL	15	4 ha 91 áreas 21 centiáreas
		32 ha 74 áreas 77 centiáreas

4. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS

4.1. Procedimiento de cálculo

En todo momento se ha seguido el procedimiento de cálculo recomendado por la Food and Agriculture Organization (FAO) en su publicación "Las necesidades de agua de los cultivos". Los valores de coeficiente de cultivo (K_c), evapotranspiración de cultivo (E_{tc}), precipitación efectiva (PE) y necesidades hídricas netas (NH_n), han sido obtenidos de la publicación "Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en la comarcas de Aragón", Autores: Antonio Martínez Cob, José M. Faci González, Angel Bercero Bercero, editado por el Instituto "Fernando El Católico", Excma Diputación de Zaragoza.

Según este procedimiento, el proceso a seguir para el cálculo de las necesidades de agua de riego de los cultivos será el siguiente:

- 1.- *Cálculo de la evapotranspiración de referencia (E_{To})*; considerada como el consumo de agua de una superficie extensa de hierba, uniforme, de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo, sombreando la totalidad del suelo y bien provista de agua.
- 2.- *Cálculo de la evapotranspiración de los cultivos (E_{Tc})*; considerada como las necesidades hídricas brutas de los cultivos para su desarrollo óptimo, representando la cantidad de agua que debe existir en la zona radical del cultivo para satisfacer su demanda evaporativa.
- 3.- *Cálculo de las necesidades hídricas netas de los cultivos (NH_n)*; consideradas como la cantidad de agua a suministrar a la zona radical del cultivo mediante el riego. Para ello, se deduce a la E_{Tc} la cantidad de agua aportada por la precipitación efectiva (PE).
- 4.- *Cálculo de las necesidades totales de agua de riego de los cultivos (NR_t)*; consideradas como la cantidad de agua que el sistema de riego ha de proporcionar en parcela para que, una vez deducidas las pérdidas debidas a la propia eficiencia del

riego, la cantidad de agua que se almacene en dicha zona radical sea igual a las NHn del cultivo.

4.2. Características climáticas

Según se recoge en la anterior publicación “Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón”, Aragón se divide en 21 comarcas agrarias, agrupándose en cada una de ellas los municipios que tienen uniformidad en sus características naturales, económicas y sociales.

De esta forma, siguiendo la directrices establecidas en la mencionada publicación, la zona objeto de la presente modernización pertenece al término municipal de Tamarite de Litera, encontrándose incluida en la comarca agraria de La Litera (comarca nº 7).

Por tanto, para la realización del presente estudio de necesidades hídricas de la alternativa de cultivo planteada, se considerarán de la publicación mencionada los datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de Tamarite de Litera (Huesca), por considerarse ésta como la que mejor se ajusta a la realidad de la zona.

Esta estación se encuentra situada a 0° 22' 30" de longitud Este y 41° 46' 48" de latitud Norte, a 218 metros de altitud sobre el nivel del mar.

A continuación se adjunta su ficha climática con los datos que posteriormente serán utilizados para el cálculo de las necesidades. Datos obtenidos de la publicación “Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón”.

Tabla 3.- Ficha climática de la estación “La Melusa” (Huesca).

MEDIA MES	PREC mm	Tª Med °C	HR Min %	U día m/sg	ETo mm/día	ETo mm/mes
ENERO	28,2	4,4	66	3,7	0,50	15,50
FEBRERO	22,6	6,5	59	4,4	1,34	37,52
MARZO	27,8	9,2	49	4,4	2,35	72,85
ABRIL	43,2	12,4	48	4,7	3,35	100,50
MAYO	51,6	16,3	48	3,2	4,37	135,47
JUNIO	41,4	21,2	44	4,1	6,13	183,90
JULIO	19,6	24,5	38	3,6	6,99	216,69
AGOSTO	26,1	23,8	41	3,8	6,27	194,37
SEPT.	35,3	20,5	46	3,1	4,28	128,40
OCTUBRE	50,1	15,1	53	3,0	2,51	77,81
NOV.	34,3	8,5	61	4,0	1,16	34,80
DICIEM.	25,6	4,5	69	3,2	0,41	12,71
ANUAL	405,8					1210,52

La temperatura media anual es de 13,90 °C, siendo enero el mes más frío con 4,4 °C de media y julio el más caluroso con 24,5 °C.

La precipitación anual asciende a 405,8 mm, siendo mayo el mes más lluvioso con 51,6 mm. de media y julio el más seco con 19,6 mm.

La ETo anual es de 1.210,52 mm, siendo enero y diciembre los meses en que es menor con 15,5 mm. y 12,71 mm. respectivamente y julio es el que mayor con 216,69 mm.

4.3. Cálculo de la evapotranspiración de referencia

La evapotranspiración de referencia (ETo) viene dada ya en la ficha climática de la estación meteorológica seleccionada en la publicación mencionada en el apartado anterior.

Tabla 4.- Evapotranspiración de Referencia (ETo).

MESES	ETo (mm/día)	ETo (mm/mes)
Enero	0,5	15,5
Febrero	1,34	37,52
Marzo	2,35	72,85
Abril	3,35	100,5
Mayo	4,37	135,47
Junio	6,13	183,9
Julio	6,99	216,69
Agosto	6,27	194,37
Septiembre	4,28	128,4
Octubre	2,51	77,81
Noviembre	1,16	34,8
Diciembre	0,41	12,71
		1210,52

La estimación de dicha evapotranspiración de referencia se ha realizado según el método de FAO-USDA Blaney-Criddle (Doorenbos y Pruitt, 1.977; Allen y Pruitt, 1.986).

4.4. Cálculo de la evapotranspiración de cultivo

Para tener en cuenta el comportamiento del cultivo sobre sus necesidades de agua, se presentan unos coeficientes de cultivo (Kc). Este coeficiente representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que obtenga rendimientos óptimos.

En la elección de los valores Kc se han considerado los valores recomendados en la publicación realizada por la Excma. Diputación de Zaragoza, de esta forma se han tomado los valores para la comarca de La Litera.

Tabla 5.- Coeficientes de cultivo Kc.

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	0,89	0,77	0,83	0,00
Febrero	0,89	0,96	1,01	0,00
Marzo	0,89	1,09	1,09	0,00
Abril	0,89	1,09	1,09	0,00
Mayo	0,89	1,03	0,86	0,52
Junio	0,89	0,47	0,30	0,71
Julio	0,89	0,00	0,00	1,09
Agosto	0,89	0,00	0,00	1,11
Septiembre	0,89	0,00	0,00	0,73
Octubre	0,89	0,00	0,00	0,00
Noviembre	0,89	0,00	0,73	0,00
Diciembre	0,89	0,74	0,73	0,00

Para obtener la evapotranspiración real del cultivo, siguiendo las directrices establecidas por Doorenbos y Pruitt, 1.977, basta con multiplicar la ETo por el coeficiente Kc, siguiendo la siguiente expresión:

$$ET_c = K_c \times ETo$$

Siendo:

- Kc: coeficiente del cultivo mensual.
- ETo: evapotranspiración de referencia (mm/día), (mm/mes).
- ETc: evapotranspiración del cultivo (mm/día), (mm/mes).

Tabla 6.- Evapotranspiración (ET_c) de los cultivos (mm/mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	13,80	11,94	12,87	0,00
Febrero	33,39	36,02	37,90	0,00
Marzo	64,84	79,41	79,41	0,00
Abril	89,45	109,55	109,55	0,00
Mayo	120,57	139,53	116,50	70,44
Junio	163,67	86,43	55,17	130,57
Julio	192,85	0,00	0,00	236,19
Agosto	172,99	0,00	0,00	215,75
Septiembre	114,28	0,00	0,00	93,73
Octubre	69,25	0,00	0,00	0,00
Noviembre	30,97	0,00	25,40	0,00
Diciembre	11,31	9,41	9,28	0,00

4.5. Cálculo de la lluvia efectiva

Hasta ahora se ha hablado únicamente de las necesidades de agua, sin embargo, puede haber aportes de agua diferentes de los aportes hídricos del propio riego. Se consideran nulos los posibles aportes por parte del rocío y de las capas freáticas altas. Sólo se contabilizarán como aportes positivos, las lluvias y dentro de ellas, se considerará únicamente la porción de lluvia considerada como precipitación efectiva.

Así, desde un punto de vista agronómico, se considera como precipitación efectiva a la porción de lluvia que satisface parte de las necesidades de consumo de agua del cultivo.

Esta precipitación efectiva depende de factores como:

- Intensidad de la precipitación.
- Contenido de humedad del suelo antes de la lluvia,
- Tasa de infiltración del suelo.
- Capacidad de retención de agua en la zona radicular del cultivo.
- Evapotranspiración del cultivo.

Para la estimación de esta precipitación efectiva se ha aplicado el método del Soil Conservation Service del Dep. de Agricultura de Estados Unidos (Dastane, 1.974), siendo este a su vez el método seguido en la publicación realizada por la Excm. Diputación de Zaragoza "Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón". Se trata de un método empírico desarrollado a partir de numerosos trabajos experimentales, en el que se calcula la PE mensual a partir de la precipitación total mensual, de la ETc del cultivo y del déficit de humedad de agua en el suelo. Este método considera que el límite máximo de la PE mensual es la ETc mensual del cultivo en el mes considerado. Se calcula la PE para cada cultivo, por lo que ésta puede variar de un cultivo a otro. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$PE = f(D) [1,25P^{0,824} - 2,93] 10^{0,000955ETc}$$

Donde: PE= precipitación efectiva mensual (mm/mes)

P= precipitación total mensual (mm/mes)

ETc= evapotranspiración de cultivo mensual (mm/mes)

$f(D)$ = función correctora para un déficit de humedad en el suelo distinto de 75 mm. Para $D=75\text{mm}$, $f(D)=1$

Esta función correctora $f(D)$ se ha calculado según la siguiente fórmula (Cuenca 1.989):

$$f(D) = 0,53 + 0,0116D - 8,94E-5D^2 + 2,32E-7D^3$$

Donde D= déficit de humedad del suelo, mm. (Se ha supuesto que $D=75\text{ mm}$)

Tabla 7.- Precipitación Efectiva (PE) para cada uno de los cultivos (mm/mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	17,17	17,10	17,13	0,00
Febrero	14,41	14,49	14,55	0,00
Marzo	18,94	19,56	19,56	0,00
Abril	30,32	31,69	31,69	0,00
Mayo	38,18	39,81	37,84	34,20
Junio	34,32	28,96	27,03	31,91
Julio	17,70	0,00	0,00	19,47
Agosto	22,59	0,00	0,00	24,82
Septiembre	26,53	0,00	0,00	25,36
Octubre	33,21	0,00	0,00	0,00
Noviembre	21,50	0,00	21,24	0,00
Diciembre	15,54	15,47	15,47	0,00

4.6. Cálculo de las necesidades hídricas netas

Las necesidades hídricas netas (NHn) se calculan, determinado el valor de la precipitación efectiva, como la diferencia entre evapotranspiración del cultivo y precipitación efectiva.

$$NHn = ETc - PE$$

En el proceso de cálculo se han considerado las condiciones locales de cada cultivo, reflejándose este hecho en la obtención de estas necesidades netas.

Tabla 8.- Necesidades Hídricas Netas (NH_n) para cada uno de los cultivos (mm/mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	18,98	21,53	23,35	0,00
Marzo	45,90	59,85	59,85	0,00
Abril	59,13	77,86	77,86	0,00
Mayo	82,39	99,72	78,66	36,24
Junio	129,35	57,47	28,14	98,66
Julio	175,15	0,00	0,00	216,72
Agosto	150,40	0,00	0,00	190,93
Septiembre	87,75	0,00	0,00	68,37
Octubre	36,04	0,00	0,00	0,00

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Noviembre	9,47	0,00	4,16	0,00
Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00
	794,56	316,43	272,02	610,92

4.7. Cálculo de las necesidades totales de agua de riego

Para la estimación de las necesidades totales de agua de riego es necesario conocer la eficiencia actual y futura en la aplicación del riego (relación entre agua aplicada y la realmente útil para las plantas).

En la eficiencia de aplicación del riego influyen varios factores como:

- Calidad de los materiales.
- Diseño de la instalación.
- Manejo del riego (frecuencia y tiempo de los riegos)
- Mantenimiento de las instalaciones

El servicio de Asesoramiento al Regante de la zona considera, de modo general, que la eficiencia de aplicación del agua en el riego por aspersión es del 80%, coincidiendo este valor con el valor orientativo, que según Tarjuelo, se debe tomar para sistemas estacionarios en la mayor parte de climas y vientos débiles.

Las necesidades reales o brutas de riego se obtendrán restando a la evapotranspiración del cultivo las lluvias efectivas y dividiéndolo por el coeficiente de eficiencia de aplicación del riego.

Las necesidades reales vienen dadas por la expresión: $NR_t = NH_N / EA$

Tabla 9.- Necesidades Hídricas Totales (Nht) para cada uno de los cultivos (m³/ha y mes).

MES	Alfalfa	Trigo	Cebada	Girasol
Enero	0,00	0,00	0,00	0,00
Febrero	237,29	269,08	291,78	0,00
Marzo	573,68	748,09	748,09	0,00
Abril	739,12	973,25	973,25	0,00
Mayo	1029,82	1246,56	983,26	453,08
Junio	1616,95	718,47	351,73	1233,29
Julio	2189,43	0,00	0,00	2709,04
Agosto	1879,95	0,00	0,00	2386,62
Septiembre	1096,82	0,00	0,00	854,66
Octubre	450,54	0,00	0,00	0,00
Noviembre	118,41	0,00	52,08	0,00
Diciembre	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	9932,00	3955,45	3400,19	7636,69

4.8. Necesidades totales de riego de la alternativa adoptada

Para el cálculo de las necesidades reales de agua de riego de la alternativa de cultivo estudiada, se tendrá en cuenta la superficie total destinada a cada uno de los tipos de cultivo que la componen y la demanda estimada para cada uno de ellos.

Tal y como se ha mencionado en otros apartados del presente estudio, como dato orientativo de las preferencias actuales de los responsables de la explotación, diremos que la alternativa de cultivos estudiada en este caso, obtenida directamente de la información proporcionada por los mismos, cuenta con:

- **C. Extensivos** **100%**
 - Alfalfa (forraje).....50%
 - Trigo.....20%
 - Cebada.....15%
 - Girasol.....15%

Tabla 10.- Superficie de riego y necesidades totales de la alternativa estudiada

CULTIVO	m³/ha y año	SUPERFICIE	m³/año
ALFALFA	9.932,00	16 ha 37 áreas 39 centiáreas	162.625,60
TRIGO	3.955,45	6 ha 54 áreas 96 centiáreas	25.906,60
CEBADA	3.400,19	4 ha 91 áreas 21 centiáreas.	16.702,07
GIRASOL	7.636,69	4 ha 91 áreas 21 centiáreas	37.512,18
		32 ha 74 áreas 77 centiáreas	242.746,45

Las necesidades que se generan para el total de las 32ha 74áreas 77centiáreas son de 242.746,45 m³/año, lo que supone unas necesidades medias por hectárea de 7.412,62 m³/año y ha.

Según estos resultados, las necesidades hídricas anuales del cultivo de alfalfa suponen un 67% de la totales. Siendo el porcentaje de demanda para el trigo, cebada y girasol del 11%,7% y 15% respectivamente.

Es interesante conocer las demandas que se generan mensualmente, ya que estas varían mes a mes en función del estado del cultivo.

Estas necesidades totales de agua de riego obtenidas durante el desarrollo de este procedimiento de cálculo, recogidas en la Tabla10, serían las necesarias para obtener el máximo rendimiento de la plantación.

Tal y como se puede observar en la Tabla 11, el periodo de máximas necesidades se produce en el mes de Julio, con una demanda de 0,560 l/s y ha. Al ser la superficie total a cultivar de 32ha 74áreas y 77centiárea, el caudal ficticio continuo será de 18,34 l/s.

De igual modo, el volumen anual demandado por la totalidad de la superficie regable será de 242.746,45 m³/año, con un consumo medio de 7.412,62 m³/ha y año.

4.9. Cuadro resumen

Tabla 11.- Necesidades totales de la alternativa estudiada.

	ALFALFA (m ³ /ha)	TRIGO (m ³ /ha)	CEBADA (m ³ /ha)	GIRASOL (m ³ /ha)	TOTAL (m ³ /mes y ha)	TOTAL (m ³ /mes)	TOTAL mm/día	Caudal cont. l/s y ha
ENERO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
FEBRERO	237,29	269,08	291,78	0,00	216,23	7081,07	0,772	0,089
MARZO	573,68	748,09	748,09	0,00	548,67	17967,68	1,829	0,212
ABRIL	739,12	973,25	973,25	0,00	710,20	23257,39	2,367	0,274
MAYO	1029,82	1246,56	983,26	453,08	979,67	32081,97	3,160	0,366
JUNIO	1616,95	718,47	351,73	1233,29	1189,92	38967,18	3,966	0,459
JULIO	2189,43	0,00	0,00	2709,04	1501,07	49156,64	4,842	0,560
AGOSTO	1879,95	0,00	0,00	2386,62	1297,97	42505,39	4,187	0,485
SEPTIEMBRE	1096,82	0,00	0,00	854,66	676,61	22157,36	2,255	0,261
OCTUBRE	450,54	0,00	0,00	0,00	225,27	7377,13	0,727	0,084
NOVIEMBRE	118,41	0,00	52,08	0,00	67,01	2194,57	0,223	0,026
DICIEMBRE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
TOTAL	9.932,01	3.955,45	3.400,19	7.636,69	7.412,62	242.746,38		

Alumno/a: MARTA ELIA JIMÉNEZ HIJAR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

4.10. Gráficos

A continuación se expresan gráficamente los resultados obtenidos:

4.10.1 Dotaciones m³/ha.

En lo que a dotación por hectárea se refiere, vemos que la dotación del cultivo de girasol en los meses de julio y agosto supera al de la alfalfa.

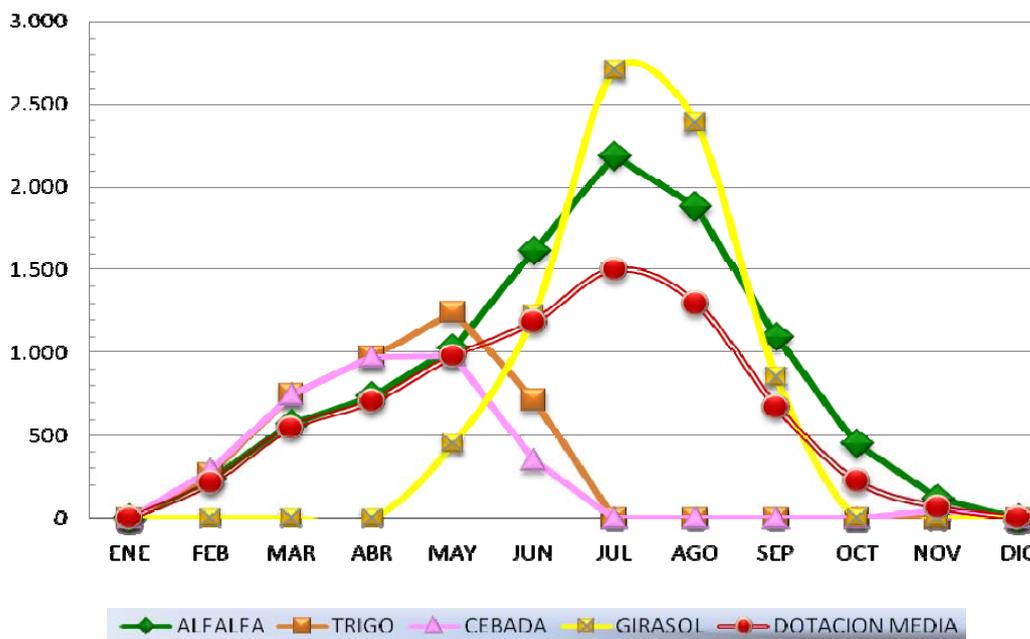


Gráfico 1.- Dotaciones m³/ha

4.10.2 Necesidades hídricas m³/año.

Las necesidades hídricas anuales del cultivo de alfalfa suponen un 67% de la totales. Siendo el porcentaje de demanda para el trigo, cebada y girasol del 11%,7% y 15% respectivamente.

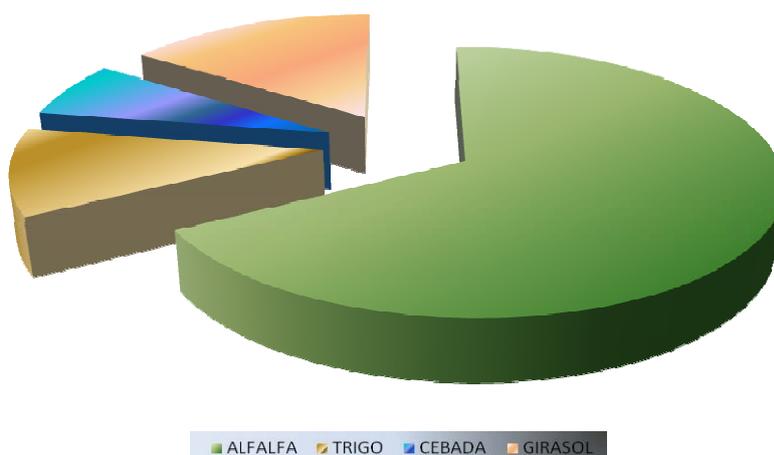


Gráfico 2.- Necesidades hídricas m³/año.

5. PARÁMETROS DE RIEGO

5.1 Dosis máximas de riego

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

$$Dm(m^3/ha) = 100 \times p(m) \times D_a (t/m^3) \times (CC - PM)$$

Donde:

- Dm = Dosis máxima.
- p = profundidad radicular del cultivo en m.
- D_a = densidad aparente del suelo expresada en (t/m³), (Calculada en el Anejo 3: Estudio edafológico).
- CC = es la humedad del suelo a capacidad de campo expresada en % de peso del suelo, (Calculada en el Anejo 3: Estudio edafológico)
- PM = es la humedad del suelo en el punto de marchitez expresada en % de peso del suelo, (Calculada en el Anejo 3: Estudio edafológico).

Tabla 12.- Dosis máxima de riego para cada cultivo.

CULTIVO	p (m)	CC(%)	PM (%)	D _a (t/m ³)	Dm(m ³ /ha)	Dm (mm/riego)
ALFALFA	1,2	22,84	12,41	1,29	1.614,56	161,456
TRIGO	0,8	22,84	12,41	1,29	1076,37	107,637
CEBADA	0,9	22,84	12,41	1,29	1210,92	121,092
GIRASOL	0,9	22,84	12,41	1,29	1210,92	121,092

5.2 Dosis útil

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido de humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua. 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 regar con una frecuencia elevada. Así se evita este descenso de rendimiento en los cultivos. Para evitar agotar toda la capacidad de agua del suelo hay que aplicar un factor reductor, así nos aseguramos no llegar al punto de marchitez.

La dosis útil se calcula con la siguiente expresión:

$$Du = a \times Dm$$

Siendo:

- **Du** = 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 López-Sánchez, Fundamento del cálculo hidráulico en los sistemas de riego y drenaje).

- **Dm** = Dosis máxima en m³/ha y riego.

Tabla 13.- Dosis útil de riego para cada cultivo.

CULTIVO	Dm(m ³ /ha)	a	Du (m ³ /ha)	Du (mm/riego)
ALFALFA	1.614,56	0,3	484,37	48,43
TRIGO	1076,37	0,3	322,91	32,29
CEBADA	1210,92	0,3	363,28	36,32
GIRASOL	1210,92	0,3	363,28	36,32

5.3 Número de riegos al mes

5.3.1 Número de riegos al mes para el cultivo de alfalfa.

Tabla 14.- Nº de riegos al mes para el cultivo de alfalfa.

MES	Necesidades totales mes (mm/mes)	Du (mm/riego)	Nº riegos mes	Intervalo entre riegos (días/riegos)
MARZO	57,37	48,43	2	15
ABRIL	73,91	48,43	2	15
MAYO	102,98	48,43	3	10
JUNIO	161,69	48,43	4	7,5
JULIO	218,94	48,43	5	6
AGOSTO	187,99	48,43	4	7,5
SEPTIEMBRE	109,68	48,43	3	10

Debido a que el número de riegos al mes para aplicar las necesidades mensuales del cultivo se ha redondeado hacia arriba a un número entero, se ha recalculado la dosis útil de riego, obteniendo la dosis útil de riego ajustada:

Tabla 15.- Dosis útil de riego ajustada para el cultivo de alfalfa.

MES	Necesidades totales diarias (mm/día)	Intervalo entre riegos (días/riegos)	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)
MARZO	1,85	15	27,75
ABRIL	2,46	15	36,90
MAYO	3,32	10	33,20
JUNIO	5,39	7,5	40,42
JULIO	7,06	6	42,36
AGOSTO	6,06	7,5	45,45
SEPTIEMBRE	3,66	10	36,60

El agua aplicada en el riego no se aprovecha en su totalidad, ya que tenemos diferentes tipos de pérdidas, que pueden ser por evaporación, percolación o escorrentía. En nuestro caso solo van a aparecer las pérdidas por evaporación ya que en riegos por aspersión se pueden considerar nulas las pérdidas por escorrentía y

percolación, por consiguiente hay que suministrar una cantidad de agua superior a la dosis útil para compensar dichas pérdidas por evaporación.

La relación entre la dosis útil y real es la eficiencia de aplicación de riego, que ya hemos visto antes y que según el servicio de Asesoramiento al Regante de la zona a considera, de modo general, en el riego por aspersión es del 80%, por lo tanto la dosis real queda expresada por:

$$Dr = Du/Ea$$

Siendo;

- Dr = Dosis real de riego en m³/ha y riego.
- Du = Dosis útil de riego en m³/ha y riego.
- Ea = Eficiencia de aplicación para riego por aspersión (80% en nuestro caso).

Tabla 16.- Dosis real de riego ajustada para el cultivo de alfalfa.

MES	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)	Ea	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)
MARZO	27,75	0,8	34,69
ABRIL	36,90	0,8	46,12
MAYO	33,20	0,8	41,50
JUNIO	40,42	0,8	50,52
JULIO	42,36	0,8	52,95
AGOSTO	45,45	0,8	56,81
SEPTIEMBRE	36,60	0,8	45,75

5.3.2 Número de riegos al mes para el cultivo de trigo.

Tabla 17.- N° de riegos al mes para el cultivo de trigo.

MES	Necesidades totales mes (mm/mes)	Du (mm/riego)	Nº riegos mes	Intervalo entre riegos (días/riegos)
MARZO	74,81	32,29	3	10
ABRIL	97,32	32,29	3	10
MAYO	124,66	32,29	4	7,5
JUNIO	71,84	32,29	3	10

Se ha recalculado la dosis útil de riego, ajustándola al número de riegos mensual redondeado hacia arriba a número entero, obteniendo la dosis útil de riego ajustada:

Tabla 18.- Dosis útil de riego ajustada para el cultivo de trigo.

MES	Necesidades totales diarias (mm/día)	Intervalo entre riegos (días/riegos)	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)
MARZO	2,41	10	24,10
ABRIL	3,24	10	32,40
MAYO	4,02	7,5	30,15
JUNIO	2,39	10	23,90

A esta dosis útil de riego ajustada, se le ha aplicado un porcentaje que tiene en cuenta la eficiencia del sistema de riego por aspersión, 80%, resultando:

Tabla 19.- Dosis real de riego ajustada para el cultivo de trigo.

MES	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)	Ea	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)
MARZO	24,10	0,8	30,12
ABRIL	32,40	0,8	40,50
MAYO	30,15	0,8	37,69
JUNIO	23,90	0,8	29,87

5.3.3 Número de riegos al mes para el cultivo de cebada.

Tabla 20.- Nº de riegos al mes para el cultivo de cebada.

MES	Necesidades totales mes (mm/mes)	Du (mm/riego)	Nº riegos mes	Intervalo entre riegos (días/riegos)
MARZO	74,81	36,32	2	15
ABRIL	97,32	36,32	3	10
MAYO	98,33	36,32	3	10
JUNIO	35,17	36,32	1	30

Se ha recalculado la dosis útil de riego, ajustándola al número de riegos mensual redondeado hacia arriba a número entero, obteniendo la dosis útil de riego ajustada:

Tabla 21.- Dosis útil de riego ajustada para el cultivo de cebada.

MES	Necesidades totales diarias (mm/día)	Intervalo entre riegos (días/riegos)	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)
MARZO	2,41	15	36,15
ABRIL	3,24	10	32,40
MAYO	3,17	10	31,70
JUNIO	1,17	30	35,10

A esta dosis útil de riego ajustada, se le ha aplicado un porcentaje que tiene en cuenta la eficiencia del sistema de riego por aspersión, 80%, resultando:

Tabla 22.- Dosis real de riego ajustada para el cultivo de cebada.

MES	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)	Ea	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)
MARZO	36,15	0,8	45,19
ABRIL	32,40	0,8	40,50
MAYO	31,70	0,8	39,62
JUNIO	35,10	0,8	43,87

5.3.4 Número de riegos al mes para el cultivo de girasol.

Tabla 23.- Nº de riegos al mes para el cultivo de girasol.

MES	Necesidades totales mes (mm/mes)	Du (mm/riego)	Nº riegos mes	Intervalo entre riegos (días/riegos)
MAYO	45,31	36,32	2	15
JUNIO	123,33	36,32	4	7,5
JULIO	270,90	36,32	8	4
AGOSTO	238,66	36,32	7	4,5
SEPTIEMBRE	85,46	36,32	3	10

Se ha recalculado la dosis útil de riego, ajustándola al número de riegos mensual redondeado hacia arriba a número entero, obteniendo la dosis útil de riego ajustada:

Tabla 24.- Dosis útil de riego ajustada para el cultivo de girasol.

MES	Necesidades totales diarias (mm/día)	Intervalo entre riegos (días/riegos)	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)
MAYO	1,46	15	21,90
JUNIO	4,11	7,5	30,82
JULIO	8,74	4	34,96
AGOSTO	7,70	4,5	34,65
SEPTIEMBRE	2,85	10	28,50

A esta dosis útil de riego ajustada, se le ha aplicado un porcentaje que tiene en cuenta la eficiencia del sistema de riego por aspersión, 80%, resultando:

Tabla 25.- Dosis real de riego ajustada para el cultivo de girasol.

MES	Dosis útil de riego ajustada (mm/riego)	Ea	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)
MAYO	21,90	0,8	27,37
JUNIO	30,82	0,8	38,52
JULIO	34,96	0,8	43,70
AGOSTO	34,65	0,8	43,31
SEPTIEMBRE	28,50	0,8	35,62

5.4 La duración del riego

La duración del riego se calcula mediante la fórmula:

$$t = \frac{Dt(mm)}{P(mm/h)}$$

Donde; Dt = dosis total de riego, expresada en mm.

P= pluviometría media del aspersor, en mm/h.

PLUVIOMETRÍA = q (l/h) / marco de riego (m²) = 1600 (l/h) / (18 x18) = 4,94 (l/ m²)/ hora =4,94 mm/hora Estos datos están justificados en el anejo 6.

5.4.1 Duración del riego para el cultivo de alfalfa.

Tabla 26.- Duración del riego para el cultivo de alfalfa.

MES	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)	Pluviometría del aspersor (mm/h)	Duración del riego (horas/riego)	
MARZO	34,69	4,94	7,02	7 h 01 min.
ABRIL	46,12		9,33	9h 20 min.
MAYO	41,50		8,40	8h 24 min.
JUNIO	50,52		10,22	10h 13 min.
JULIO	52,95		10,72	10h 43 min.
AGOSTO	56,81		11,50	11h 30 min.
SEPTIEMBRE	45,75		9,26	9h 16 min.

5.4.2 Duración del riego para el cultivo de trigo.

Tabla 27.- Duración del riego para el cultivo del trigo.

MES	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)	Pluviometría del aspersor (mm/h)	Duración del riego (horas/riego)	
MARZO	30,12	4,94	6,10	6h 06 min.
ABRIL	40,50		8,20	8h 12 min.
MAYO	37,69		7,63	7h 38 min.
JUNIO	29,87		6,05	6h 03 min.

5.4.3 Duración del riego para el cultivo de cebada.

Tabla 28.- Duración del riego para el cultivo de cebada.

MES	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)	Pluviometría del aspersor (mm/h)	Duración del riego (horas/riego)	
MARZO	45,19	4,94	9,15	9h 09 min.
ABRIL	40,50		8,20	8h 12 min.
MAYO	39,62		8,02	8h 01 min.
JUNIO	43,87		8,88	8h 53 min.

5.4.4 Duración del riego para el cultivo del girasol.

Tabla 29.- Duración del riego para el cultivo del girasol.

MES	Dosis real de riego ajustada (mm/riego)	Pluviometría del aspersor (mm/h)	Duración del riego (horas/riego)	
MAYO	27,37	4,94	5,54	5h 32 min.
JUNIO	38,52		7,80	7h 48 min.
JULIO	43,70		8,85	8h 51 min.
AGOSTO	43,31		8,76	8h 46 min.
SEPTIEMBRE	35,62		7,21	7h 13 min.

6. PROGRAMACIÓN DE RIEGOS

A partir de los cálculos desarrollados en los apartados anteriores, se establece la siguiente programación de riegos para cada uno de los cultivos a implantar en la finca. Las dosis y fechas de riego calculadas sirven para una primera orientación, pudiendo variar en determinados periodos de la temporada de riego al hacer los ajustes correspondientes a la climatología específica de ese año.

6.1 Calendario de riegos del cultivo de alfalfa

Tabla 30.- Calendario de riegos del cultivo de alfalfa.

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT
Necesidades totales (mm/mes)	57,37	73,91	102,98	161,69	218,94	187,99	109,68
Dosis total (mm/riego)	34,69	46,12	41,50	50,52	52,95	56,81	45,75
Intervalo entre riegos (días/riegos)	15	15	10	7,5	6	7,5	10
Nº riegos (riegos/mes)	2	2	3	4	5	4	3
Duración riego (horas/riego y posición)	7 h 01 min.	9h 20 min.	8 h 24 min.	10 h 13 min.	10 h 43 min.	11h 30 min.	9 h 16 min.
Dosis mensual (mm/mes)	69,38	92,24	124,5	202,08	264,75	227,24	137,25
Total (mm/año)	1.117,44						

Alumno/a: MARTA ELIA JIMÉNEZ HIJAR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

6.2 Calendario de riegos del cultivo de trigo

Tabla 30.- Calendario de riegos del cultivo de trigo.

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Necesidades totales (mm/mes)	74,81	97,32	124,66	71,84
Dosis total (mm/riego)	30,12	40,50	37,69	29,87
Intervalo entre riegos (días/riegos)	10	10	7,5	10
Nº riegos (riegos/mes)	3	3	4	3
Duración riego (horas/riego y posición)	6h 06 min.	8h 12 min.	7h 38 min.	6h 03 min.
Dosis mensual (mm/mes)	90,36	121,5	150,76	89,61
Total (mm/año)	452,23			

6.3. Calendario de riegos del cultivo de cebada.

Tabla 31.- Calendario de riegos del cultivo de cebada.

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Necesidades totales (mm/mes)	74,81	97,32	98,33	35,17
Dosis total (mm/riego)	45,19	40,50	39,62	43,87
Intervalo entre riegos (días/riegos)	15	10	10	30
Nº riegos (riegos/mes)	2	3	3	1
Duración riego (horas/riego y posición)	9h 09 min.	8h 12 min.	8h 01 min	8h 53 min.
Dosis mensual (mm/mes)	90,38	121,50	118,8	43,87
Total (mm/año)	374,55			

6.4 Calendario de riegos del cultivo de girasol.

Tabla 32.- Calendario de riegos del cultivo de girasol.

	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT
Necesidades totales (mm/mes)	45,31	123,33	270,90	238,66	85,46
Dosis total (mm/riego)	27,37	38,52	43,70	43,31	35,62
Intervalo entre riegos (días/riegos)	15	7,5	4	4,5	10
Nº riegos (riegos/mes)	2	4	8	7	3
Duración riego (horas/riego y posición)	5h 32 min.	7h 48 min.	8h 51 min.	8h 46 min.	7h 13 min.
Dosis mensual (mm/mes)	54,74	154,08	349,60	303,17	106,86
Total (mm/año)	968,45				

ANEJO 6.- Características del sistema de riego. Alternativa de diseño adoptada

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 6

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Consideraciones previas al estudio	1
3. Delimitación de la zona regable	2
4. Características generales del riego por aspersión	2
4.1. Características de la cobertura total enterrada	3
5. Elección del marco de colocación de los aspersores	3
6. Elección del aspersor	4
6.1. Características de los aspersores	5
7. Alternativas analizadas	7
7.1. Cobertura con polietileno (Pe) para diámetros < 63 mm	10
7.2. Cobertura con PVC para todos los diámetros	12
7.3. Ambos sistemas	12
7.4. Alternativa adoptada	12

ANEJO 6.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO. ALTERNATIVA DE DISEÑO ADOPTADA

1. Introducción y objeto del presente anejo

El regadío sólo puede concebirse como una actividad sostenible y respetuosa con el medio ambiente. La decisión de ejecución de cualquier mejora y modernización de una instalación de riego, está motivada por una mejora de la economía del agua, una mejora de la homogeneidad y constancia en los aportes hídricos en los cultivos y una mejora en la calidad de vida del agricultor y justificada siempre que se obtenga una rentabilidad acorde con la inversión que hay que efectuar.

El objeto de este anejo, no es otro que el proporcionar la información necesaria relativa a las posibles alternativas para la mejora y modernización de las instalaciones de riego del Centro Agronómico "La Melusa", así como las características de los elementos que constituyen el tipo de sistema para que mejoren entre otros el diseño, el manejo y el funcionamiento del sistema de riego utilizado y lograr de ese modo un balance económico óptimo y una idónea utilización del agua en la explotación.

2. Consideraciones previas al estudio.

Conocidos los parámetros básicos que definen la presente actuación, como son las parcelas y área a transformar, así como la distribución y morfología de la zona regable, se ha llevado a cabo la valoración de diferentes alternativas de modernización, con el fin de tener la información necesaria que nos permita adoptar la alternativa más viable.

Para determinar la más viable, se han barajado como aspectos fundamentales los parámetros técnicos y los económicos, tanto desde el punto de vista de la inversión como de la explotación.

De esta forma, en este anejo trataremos de realizar una descripción de las diferentes alternativas estudiadas, justificando así la decisión adoptada con respecto a la alternativa determinada como definitiva.

Para ello, una vez conocida la distribución superficial respecto a la toma principal y la geometría de las parcelas a modernizar, se ha realizado un trabajo tanto de campo como sobre la cartografía y ortofotos, para determinar fundamentalmente los puntos idóneos para la ubicación de aquellas infraestructuras que supongan una ocupación permanente de terrenos, así como aquellas que necesiten de una afección temporal en la fase de ejecución de obras.

En este anejo se ha prestado una especial atención a los siguientes aspectos:

- Ubicación de la tubería principal de abastecimiento o toma de agua.
- Estudio de materiales alternativos para las tuberías de las redes de distribución.
- Geometría y entorno físico de las parcelas.

3. Delimitación de la zona regable

La superficie considerada dentro del perímetro a modernizar queda diferenciada en dos zonas:

-ZONA A: Área de riego de geometría regular, cuadrangular y compacta, queda establecida en 26 ha 01 área 56 centiáreas. Esta superficie es la suma de las parcelas 103, 104 y 58 del polígono 34, alineadas de Norte a Sur respectivamente y delimitadas a su derecha por el camino Algayón y a su izquierda por el desagüe a cielo abierto denominado "La Clamor".

Las parcelas 103 y 104 y 104 y 58 quedan diferenciadas entre ellas por dos caminos de propiedad particular del propio Centro, por los que discurren dos tuberías principales de fibrocemento desde las que se propone realizar las conexiones 1 y 2 de la red de riego.

-ZONA B: Esta zona es la suma de las cuatro esquinas no regadas por el pivote instalado en el centro de la parcela 116 del polígono 33. La suma de las cuatro esquinas alcanza las 6 ha 73 áreas 21 centiáreas.

Los caminos mencionados anteriormente por los que discurre el trazado de las tuberías existentes de fibrocemento, se prolongan hasta dicha parcela 116 para el abastecimiento del pivote instalado en ella. Desde ambos caminos se propone realizar las conexiones 3 y 4.

Así, la superficie finalmente considerada en la transformación será de 32 ha 74 áreas 77 centiáreas. La topografía de la zona no supera el 2% de pendiente media, con lo cual es un terreno casi llano. 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. Características generales del riego por aspersión

Se ha elegido la aspersión con cobertura total enterrada como sistema de riego, porque sus características técnicas hacen posible esta modernización.

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

Sus principales características son:

- Distribución del agua en forma de lluvia, de manera uniforme sobre el suelo.
- Permite el riego de terrenos con pendiente sin la necesidad de realizar nivelaciones en el terreno.
- Conducción del agua por el interior de tuberías a presión, sin ningún tipo de pérdidas en su distribución.
- Distribución del agua sobre el terreno a medida que se va infiltrando, pudiendo aplicar sólo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.

- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios y aporte de fertilizantes.
- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.
- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más alta que en riegos tradicionales.

Pero el riego por aspersión también presenta ciertos **inconvenientes**:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo ésta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades del viento considerables.
- El coste elevado de implantación.

4.1. Características de la cobertura total enterrada.

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 hidrante.
- **Una válvula hidráulica** en la entrada de cada sector 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. Éstas se encuentran totalmente enterradas, a mayor profundidad que la de la labor de los aperos, saliendo sólo 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.

5. 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 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 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 herramientas, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de 3 metros.

Otro aspecto que tenemos que controlar es que en los extremos de las parcelas coinciden normalmente distancias irregulares de los aspersores a las márgenes de las mismas, por lo que se tomarán las siguientes medidas:

- En los casos en los cuales el último aspersor quede a más de 12 metros de la margen, se colocará otro aspersor en la margen de la parcela.
- Aquellos que queden entre 9 y 12 metros de la margen, 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.
- Todos aquellos aspersores que queden a 9 metros o menos de la orilla, se desplazarán a 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.

6. Elección del aspersor.

Los factores que se han tenido en cuenta para la elección del aspersor han sido los siguientes:

- Un tipo de aspersor cuyo caudal sea suficiente al cultivo según número de riegos y duración de los mismos.
- 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 uniformidad del riego.
- Un aspersor no distribuye el agua de manera totalmente uniforme, recibiendo más agua la zona más próxima al aspersor y menos agua a medida que nos alejamos de aquel. De ahí que, cuando se riega en bloque es necesario solapar una parte de las áreas regadas para lograr una mayor uniformidad de reparto. El recubrimiento entre aspersores deberá estar en el 55% y entre ramales en el 65%.
- El coeficiente de uniformidad debe estar por encima del 80% con vientos hasta 2,5 m/s, según la regla de Christiansen.
- El grado de pulverización debe tener un valor comprendido entre 0,1 y 0,3. Para medir el grado de pulverización se usa el índice de Tenda ($K = D/h$, "D" es el diámetro de la boquilla y "h" la presión de trabajo en metros de columna de agua).

- La eficiencia del aspersor, es la relación entre el alcance en metros y la presión en la boquilla también en metros. Debe estar por debajo del valor de 0,7 para las gotas finas (según fórmula de Poggi).

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

6.1. Características de los aspersores.

- **CAUDAL DEL ASPERSOR:** El caudal del aspersor está íntimamente relacionado con el diámetro de la boquilla (o de las boquillas) y con la presión de funcionamiento. Los caudales usuales de los aspersores varían desde 1000 a 3000 litros por hora.

- **ALCANCE DEL ASPERSOR:** El alcance del aspersor que determina el radio de área mojada, depende del grado de inclinación de la boquilla y de la presión de funcionamiento. Se obtiene un valor máximo del radio del área mojada cuando el ángulo de inclinación de la boquilla es de 45°. Sin embargo, este ángulo no suele utilizarse debido a que el chorro sería muy afectado por el viento, con perjuicio de la uniformidad de riego.

- **PULVERIZACIÓN:** El tamaño de las gotas de agua que arroja el aspersor es un factor importante en el riego, ya que si no es el adecuado puede afectar a las plantas, suelo y a la uniformidad de riego.

En cultivos delicados el impacto de gotas gruesas puede producir daños que afectan a la producción.

Las gotas gruesas provocan la compactación de determinados suelos y la consiguiente disminución de la velocidad de infiltración.

La eficiencia de los riegos disminuye cuando las gotas son demasiado finas, ya que aumentan las pérdidas por evaporación.

La uniformidad de los riegos se ve más fácilmente afectada por el viento a medida que el tamaño de las gotas de hace menor.

- **PLUVIOMETRÍA O PRECIPITACIÓN DEL ASPERSOR:** La pluviometría o precipitación del aspersor expresa la intensidad de riego por aspersión, y se mide por altura de la capa de agua recibida por la tierra durante un tiempo determinado. Generalmente se expresa en mm/h. La pluviometría más frecuente en riego por aspersión oscila entre 3 y 20 mm/h. Hay que tener en cuenta que la pluviometría del aspersor debe ser menor que la permeabilidad máxima del terreno, ya que en caso contrario podrían producirse encharcamientos y erosiones. La pluviometría de una aspersor se calcula mediante la fórmula: $P=Q/S$ donde **P**= pluviometría en mm/h; **Q**= caudal del aspersor en l/h y **S**= superficie útil de riego en metros cuadrados.

- CORRECTO ESPACIAMIENTO DE LOS ASPERSORES EN CONDICIONES ESPECÍFICAS DE VIENTO:

Tabla 1.- Espaciamiento de los aspersores en función de la velocidad del viento.

<u>ESPACIAMIENTO EN TRIÁNGULO</u>	<u>Velocidad del viento</u>	<u>Distancia entre laterales</u>
	Sin viento	70% de diámetro
	2 m/seg.	70% de diámetro
	3,5 m/seg.	60% de diámetro
	Más de 3,5 m/seg.	35% de diámetro

Lo normal en un riego es que hagamos primero la elección del marco y luego elijamos el aspersor, teniendo en cuenta además de la permeabilidad, la velocidad del viento, que en la zona es inferior a 10 km/h, se ha elegido un marco de 18 x18m. Al área del marco de riego o superficie que riega el aspersor se le denomina elemento de riego y en este caso, resulta 324 m².

Para elegir el aspersor, se ha ido a un catálogo comercial de la casa con la que se va a trabajar. Antes de mirar en el catálogo, conviene que sepamos cuál es el caudal máximo que puede arrojar el aspersor a elegir, que está condicionado por el marco (superficie asignada a regar cada aspersor) y la permeabilidad que viene dada por la textura principalmente.

Tabla 2.- Permeabilidad de los suelos según su textura

Textura	Permeabilidad (mm/h)	Textura	Permeabilidad (mm/h)
Arcilloso	3,8	Limo-arenoso	10,0
Arcilloso-limoso	5,0	Arenoso-limoso	15,0
Franco-arcilloso	6,4	Franco-arenoso	16,0
Franco-limoso	7,6	Arenoso-franco	17,0
Limoso	8,0	Arenoso	19,0
Franco	8,9	Arenoso-grueso	50,0

- MARCO DE ASPERSIÓN = 18 X 18.
- ELEMENTO DE RIEGO = 324 m²
- TERRENO SEGÚN TEXTURA = franco-arcilloso.

Viendo el cuadro de PERMEABILIDAD, ésta es = 6,4 mm/hora.

$$\begin{aligned} Q_{\max. \text{ aspersor}} &= \text{marco} \times \text{permeabilidad del terreno} \\ &= 18 \text{ m} \times 18 \text{ m} \times 6,4 \text{ mm/hora} = 2.073,6 \text{ l/hora.} \end{aligned}$$

Ahora ya podemos mirar el catálogo comercial y elegir aspersor, éste tiene que ser adecuado para un terreno franco-arcilloso (máximo 6,4 mm/hora de pluviometría) y 2.073,6 l/h de caudal máximo y un alcance suficiente para un marco de 18x18.

Si hiciésemos comprobaciones, veríamos muchas posibilidades de montar un aspersor adecuado.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE SERVICIO DEL ASPERSOR ELEGIDO:

- Disposición: **18x18m.**
- Boquilla: **4,4mm x 2,4 mm.**
- Presión de trabajo: **3 atm.**
- Consumo de agua: **1.600 l/hora.**
- Alcance: **15,5m.**

Comprobación:

A partir de las características técnicas de servicio del aspersor elegido, se ha comprobado que cumple los requisitos establecidos:

1. Pluviometría = $q \text{ (l/h)} / \text{marco de riego (m}^2\text{)} = 1600 / (18 \times 18) = 4,94 \text{ mm/hora}$, es menor que 6,4 mm/h. Correcto por tanto.
2. El caudal es inferior al caudal máximo que puede recibir este terreno de cada aspersor: $1600 < 2.073,6 \text{ l/h}$. Correcto.
3. Para un marco en forma triangular y velocidad del viento 2m/seg., la distancia recomendada entre laterales es la de 70% del diámetro efectivo del aspersor, (el diámetro efectivo es el 95% del diámetro mojado para aspersores de 2 boquillas): $18 \text{ m} < 20,6 \text{ m}$. Correcto.

Por lo tanto se puede afirmar, que el aspersor elegido cumple los requisitos determinados por el tipo de suelo y el marco de riego establecido para la instalación.

7. Alternativas analizadas

A continuación, con datos reales obtenidos de las medias de estudios públicos, se presenta un cuadro comparativo de eficiencia de tres tipos de sistemas de riegos:

Tabla 3 Comparativa de eficiencia

EFICIENCIA	COBERTURA ENTERRADA	PIVOT	COBERTURA MÓVIL
Coeficiente de Uniformidad (CU)	83-92% (Aceptable)	85-93% (Aceptable)	83-92% (Aceptable)
ETc	BAJA (Aceptable)	ALTA (No Aceptable)	BAJA (Aceptable)
Escorrentía	BAJA (Aceptable)	MEDIA (No Aceptable)	BAJA (Aceptable)
Servicio Técnico	Autónomo (Aceptable)	Dependiente (No Aceptable)	Autónomo (Aceptable)
Aprovechamiento del terreno	100% (Aceptable)	Esquinas (35%) (No Aceptable)	100% (Aceptable)
Riegos por avería	Pérdida parcial (Aceptable)	Pérdida total (No Aceptable)	Pérdida parcial (Aceptable)
Pérdida de carga	Menor 20% (Aceptable)	Menor 20% (Aceptable)	Menor 20% (Aceptable)
Riego solapable/fertilización	SI (Aceptable)	NO (No Aceptable)	SI (Aceptable)
Costes de inversión	Altos (No Aceptable)	Altos (No Aceptable)	Bajos (Aceptable)
Costes de mantenimiento	Muy bajos (Aceptable)	Muy altos (No Aceptable)	Altos (No Aceptable)

Según este cuadro los sistemas de riego más aceptables son los de cobertura enterrada y cobertura móvil.

Ventajas de la cobertura total enterrada frente a otros sistemas de riego:

- Permite la inyección de abonos, fertilizantes y herbicidas durante los tiempos de riego.
- Automatización en riego, filtración y fertirrigación.
- Adaptación a cualquier tipo de terreno con aprovechamiento del 100% de la superficie.
- Coste de inversión menor que un pivó, especialmente en fincas menores de 13 hectáreas.

- Coste energético y de mantenimiento mucho menor que el pivó o la cobertura de superficie.
- Más seguro frente a robos.
- Sectorización dependiendo del tipo de suelo.
- Uniformidad de riego alta.
- Marcos de riego adaptables a la maquinaria de labranza y cosecha.
- Sistema limpio y respetuoso con la naturaleza.
- El sistema de riego más natural (más parecido a la lluvia natural).
- Alta durabilidad (más de 20 años).
- Autodependencia en la reparación y mantenimiento del sistema.
- Con mucha diferencia es el sistema que menos averías produce. Si durante la primera campaña (Garantía) no se avería, es muy difícil que ocurra más tarde.
- Menor riesgo de escorrentías.
- Mínimo mantenimiento.
- Fácil de manejar y modificar parámetros.
- La instalación a 80 cm. de profundidad permite arar sin riesgos de averías.

Inconvenientes de la cobertura total enterrada frente a otros sistemas de riego:

- Arrendamientos hacen que sea necesario negociar la inversión.
- Sistema fijo no trasladable, a excepción de las válvulas, aspersores y automatismos.

Tras este análisis de ventajas e inconvenientes, se ha derivado en un estudio más detallado de aquella alternativa considerada a priori como más idónea.

Como criterio común en todas ellas está la elección de un sistema de riego fijo enterrado con aspersores también fijos. Estos aspersores se agruparán en bloques de riego de aproximadamente una hectárea, con objeto de lograr una mayor uniformidad del reparto del agua, debido a una disminución de las pérdidas por evaporación y viento en los bordes de la zona regada. Cada bloque de riego irá comandando por una sola válvula hidráulica, hecho que permite la automatización del riego más fácilmente.

En el siguiente esquema se indican las principales alternativas estudiadas:

Tabla 4 Alternativas estudiadas

ALTERNATIVA	ORIENTACIÓN DE LOS RAMALES	TUBERÍAS	
		ZONA A	ZONA B
1	ALINEADOS CON DESAGÜE "LA CLAMOR"	PE	PVC
2	ALINEADOS CON CAMINO DE ALGAYÓN	PVC	PVC

Como se desprende del esquema anterior, para la Zona B ambas alternativas contemplan la opción de colocar todos los ramales de PVC.

En lo que a la Zona A respecta, inicialmente dado que las labores son realizadas siguiendo el eje del camino de Algayón, se adoptó esta dirección para el diseño de las calles de los sectores de riego. No obstante, en posteriores encuentros con responsables de la finca y bajo asesoramiento técnico, se acordó que el diseño de los ramales portaaspersores se realizara alineando éstos con el desagüe "La Clamor" por las siguientes ventajas:

- División más homogénea, tanto visual como superficial, del área de riego en dos partes iguales (conexiones 1 y 2).
- Alineación de esta división con los caminos y en consecuencia con la tubería principal de fibrocemento.
- Distribución paralela de las calles con el desagüe y ortogonal de los sectores de riego respecto a la tubería principal.

Una vez definida la alineación de las calles de la red de riego, se procedió a elegir la tipología de las tuberías a emplear (PVC-Pe). Elección que ha requerido tener en cuenta múltiples aspectos:

- Presiones en la red.
- Precio del material a pie de obra.
- Facilidad de colocación en obra.
- Diámetros a considerar.

A continuación se exponen las ventajas e inconvenientes de las alternativas de material de las tuberías a emplear.

7.1. Cobertura con polietileno (Pe) para diámetros < 63mm:

Esta alternativa está basada en:

- Tubería principal de fibrocemento.
- Tubería secundaria de PVC.
- Ramales de riego de polietileno (Pe) y pequeño diámetro (<63 mm), conectados mediante collarín de toma a la secundaria.

-Aspersores montados en Te de latón sobre Pe.

Las principales **ventajas** con las que contaría esta alternativa son las que se enumeran a continuación:

-La red terciaria podrá enterrarse con tractor oruga (zanjadora) y aperos especiales sin necesidad de abrir zanja, excavando solamente en el punto de conexión del aspersor.

-Menor agresión al terreno por no ser necesario realizar la mencionada apertura de zanjas para la colocación de tubería de Pe.

-Mayor rapidez en el montaje.

-Menor interferencia de la climatología en la ejecución de la obra.

-Las posibles fugas pueden producirse a más largo plazo y suelen ser menos evidentes.

-No es el caso, pero estas tuberías a diferencia de las de PVC pueden permanecer a la intemperie sin descomponerse, dada su resistencia a los rayos ultravioleta.

-Alta resistencia a la abrasión.

-Gran flexibilidad.

-Muy ligera.

-Resistente a la corrosión.

-Permite su uso a muy bajas temperaturas.

-Resistente a productos químicos.

-Estable a las variaciones térmicas.

-Baja conductividad térmica.

-Ausencia de toxicidad.

-Poca rugosidad.

-Resistente al impacto.

-Mínimo incremento de presión a golpe de ariete.

Por otro lado, los principales **inconvenientes** con las que contaría esta alternativa son los que se enumeran a continuación:

-Peor precio que el PVC en parcelas pequeñas e irregulares (Zona B: esquinas del pivot). Precio similar al PVC en grandes parcelas y regulares (zona A: parcela principal de 26 ha).

-No resisten las sobrecargas excesivas.

-Susceptibles a las dilataciones térmicas.

-Problemas con uniones de plástico que se fabrican con resina acetilica.

-No permiten encolado ni unión roscada.

-Montaje más delicado que el PVC.

7.2. Cobertura con PVC para todos los diámetros

Esta alternativa está basada en:

- Tubería principal de fibrocemento existente.
- Ramales de riego de PVC con válvulas en su comienzo y aspersores montados sobre collarín de toma.

Las principales **ventajas** con las que contaría esta alternativa son las que se enumeran a continuación:

- Mejor precio en parcelas pequeñas e irregulares (Zona B: esquinas del pívot). Precio similar en parcelas grandes y regulares (Zona A: parcela principal de 26 ha).
- Rápida localización de averías, ya que la rotura de un tubo de PVC desaloja un caudal importante.

Por otro lado, los principales **inconvenientes** con los que contaría esta alternativa son los que se enumeran a continuación:

- Mayor agresión al terreno al ser necesario realizar apertura de zanjas para la colocación de toda la tubería.
- La climatología juega un papel fundamental en la ejecución de la obra, al ser necesario realizar un elevado nº de zanjas para la colocación de toda la red de riego.
- No pueden permanecer a la intemperie pues se descomponen con los rayos ultravioleta.

7.3 Ambos sistemas:

- Gran durabilidad en los dos sistemas, (depende de la calidad de los materiales, no de si optamos por uno u otro sistema).
- Riego igual de eficiente (sólo depende de si están bien calculados los diseños en ambos sistemas).

Los diámetros de las tuberías obtenidas, se encuentran reflejados en el plano de *Planta general de obras*.

7.4. Alternativa adoptada

Como conclusión y punto final al análisis de alternativas realizado en el presente anejo, realizaremos en este apartado una descripción muy esquemática de la alternativa finalmente adoptada, descripción que se ampliará con los datos reflejados en la memoria y resto de anejos que componen el proyecto del que el presente anejo forma parte, así como en los planos y presupuestos que lo componen.

Partiendo de la premisa que por regla general las coberturas de PVC son más adecuadas económicamente hablando en parcelas pequeñas e irregulares y que las coberturas de Pe aún siendo ligeramente más caras, su sistema de colocación y montaje las hace más adecuadas en parcelas más grandes y regulares,

compensándose esta diferencia de precio, en tiempo y medios. Se adoptará la Alternativa 1, siendo tubería de Pe para la Zona A (Área regable de 26 ha) y de PVC para la Zona B (Cuatro esquinas del pívot).

De este modo la superficie de riego quedará dividida en cuatro áreas (dos en la Zona A y dos en la Zona B). La Zona A se abastecerá a través de conexiones sobre las tuberías de fibrocemento existentes. La conexión 1 se realizará sobre una tubería existente cuyo trazado coincide con el camino que separa las parcelas 103 y 104 y la conexión 2 sobre otra tubería de iguales características a la anterior, también existente y localizada en el camino que separara las parcelas 104 y 58. En esta zona, la red terciaria de riego quedará formada por tuberías de Pe de diámetro 50 mm., mientras que el resto de la red será de PVC.

Por su parte, la Zona B será abastecida por otras dos conexiones (3 y 4) sobre la prolongación que llega hasta esta zona de las tuberías de fibrocemento anteriormente mencionadas. En esta zona toda la red de riego se diseña con PVC.

ANEJO 7.- Parámetros básicos de riego y dotaciones.

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 7

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Dotaciones	1
3. Caudal ficticio continuo	2
4. Caudal unitario por hidrante	3

ANEJO 7.- PARÁMETROS BÁSICOS DE RIEGO Y DOTACIONES

1. Introducción y objeto del presente anejo

En este anejo, una vez determinados los parámetros agronómicos previos calculados en el Anejo nº 5 “Estudio agronómico” y delimitada la superficie y cultivos objeto de la modernización, se establecen los parámetros de riego que serán posteriormente utilizados para el dimensionamiento de la red de riego.

El riego por aspersión permite aplicar el agua de riego sobre todo el suelo y el cultivo en forma de lluvia, haciendo uso de los aspersores. El agua llega hasta ellos a través de una red cerrada de tuberías por las que circula a presión. La instalación de riego que se proyecta sirve para que el usuario pueda organizar el riego en parcela libremente, garantizando una alta calidad de funcionamiento a nivel de toma y limitándose las afecciones climáticas (principalmente el viento).

El estudio-proyecto se ha diseñado de acuerdo con los datos técnicos aportados y los datos de campo descargados, referentes a la topografía de la finca, realizando cálculos para conseguir la mejor eficiencia en el sistema de riego y obtener las mínimas pérdidas de carga en las tuberías y accesorios, evitando así un desgaste prematuro de la instalación.

2. Dotaciones

Tabla 1.- Superficies y dotaciones asignadas a cada sector.

ZONA	HIDRANTE	SUPERFICIE (ha)	DOTACIÓN (l/s)
A	1	0,8599	13,78
	2	0,9192	14,67
	3	0,9983	16,00
	4	0,9687	15,56
	5	0,9192	14,67
	6	0,9192	14,67
	7	0,9192	14,67
	8	0,9687	15,56
	9	0,9390	15,11
	10	0,9390	15,11
	11	0,9983	16,00
	12	0,8006	12,89
	13	0,8303	13,33
	14	0,9687	15,56

ZONA	HIDRANTE	SUPERFICIE (ha)	DOTACIÓN (l/s)
	15	0,8599	13,78
	16	0,8896	14,22
	17	0,8599	13,78
	18	0,8896	14,22
	19	0,9687	15,56
	20	0,9687	15,56
	21	0,9983	16,00
	22	0,8896	14,22
	23	0,8006	12,89
	24	0,8006	12,89
	25	0,7809	12,44
	26	0,7809	12,44
	27	0,7809	12,44
	28	0,9390	15,11
	29	0,8599	13,78
B	1	1,0847	19,11
	2	0,9592	16,89
	3	0,8785	15,56
	4	0,9771	17,33
	5	0,9771	17,33
	6	0,8785	15,56
	7	0,9771	17,33
		32,7477	536,45

En total, el número de sectores de la superficie regable asciende a 36.

3. Caudal ficticio continuo

Las necesidades de agua de riego han sido estimadas en el Anejo nº 5 “Estudio Agronómico”. De acuerdo con los resultados obtenidos en el mismo, para la alternativa de cultivos prevista en la transformación y la climatología de la zona, las necesidades máximas de riego en el mes de máxima demanda se estiman en 48,42 m³/ha y día.

Este valor de máxima demanda hídrica en el mes de máximas necesidades, corresponde al mes de julio y equivale a 0,56 l/s y ha, por lo que se establecerá un valor máximo de caudal ficticio continuo (q_{fc}) de 0,56.

4. Caudal unitario por hidrante

A continuación se incluye una tabla completa de la agrupación de hidrantes realizada, la superficie dominada, así como el caudal total asignado a cada sector.

Tabla 2.- Relación de agrupaciones de parcela por sector y caudales asignados ZONA A.

SECTOR	CONEXIÓN	PARCELA	Nº ASPERSORES	CAUDAL (m³/h)	SUPERFICIE (ha)	
1	CONEXIÓN 1	103	31	49,60	0,8599	
2			33	52,80	0,9192	
3			36	57,60	0,9983	
4			35	56,00	0,9687	
5			33	52,80	0,9192	
6			33	52,80	0,9192	
7			33	52,80	0,9192	
8			35	56,00	0,9687	
9		104	34	54,40	0,9390	
10			34	54,40	0,9390	
11			36	57,60	0,9983	
12			29	46,40	0,8006	
13			30	48,00	0,8303	
14			35	56,00	0,9687	
15			31	49,60	0,8599	
16	CONEXIÓN 2		58	32	51,20	0,8896
17				31	49,60	0,8599
18				32	51,20	0,8896
19				35	56,00	0,9687
20		35		56,00	0,9687	
21		36		57,60	0,9983	
22		32		51,20	0,8896	
23		58	29	46,40	0,8006	
24			29	46,40	0,8006	
25			28	44,80	0,7809	
26			28	44,80	0,7809	
27			28	44,80	0,7809	
28			34	54,40	0,9390	
29			31	49,60	0,8599	

Tabla 3.- Relación de agrupaciones de parcela por sector y caudales asignados ZONA B.

SECTOR	CONEXIÓN	PARCELA	Nº ASPERSORES	CAUDAL (m³/h)	SUPERFICIE (ha)
1	CONEXIÓN 3	106	43	68,80	1,0847
2			38	60,80	0,9592
3			35	56,00	0,8785
4	CONEXIÓN 4		39	62,40	0,9771
5			39	62,40	0,9771
6			35	56,00	0,8785
7			39	62,40	0,9771

Resumiendo:

- Marco de riego para cobertura total: 18m x 18m.
- Caudal del aspersor: 1.600 l/h = 0,45 l/s.
- Nº medio de aspersores por ha = 37.
- Volumen medio aportado 58,9 m³/ha y hora.

De este modo, los caudales asignados han sido:

- Para las conexiones 1 y 2 un caudal unitario por unidad de superficie de 16 l/s y ha.
- Para las conexiones 3 y 4 un caudal unitario por unidad de superficie de 17,6 l/s y ha.

Una vez definido el diseño de la instalación en cada una de las unidades de riego, se ha llevado a cabo el dimensionamiento de los diferentes tipos de tubería necesarios.

ANEJO 8.- Red de riego a presión

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 8

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Dimensionamiento de la red de riego	1
2.1. Procedimiento de cálculo	1
2.2 Distribución de la red	2
3. Elementos singulares de la red	4
3.1. Válvulas	4
3.2. Filtros	4
3.2.1. Proceso de filtración	5
3.3 Arquetas de riego	5
4. Descripción de las obras e instalaciones	5
5. Automatización de la instalación	6

ANEJO 8.- RED DE RIEGO A PRESIÓN

1. Introducción y objeto del presente anejo

En este anejo, una vez determinados los parámetros agronómicos en el Anejo 5 “Estudio agronómico” y definidos los parámetros básicos de riego en el Anejo 7 “Parámetros básicos de riego y dotaciones” se procederá al cálculo y dimensionamiento de la red de riego.

Las actuaciones planteadas consistirán, esencialmente, en la instalación de redes generales de tuberías a partir de conexiones desde las tuberías de fibrocemento existentes en el área a modernizar, a partir de la cual se tenderá la red secundaria y las calles con la red de riego formada con tuberías enterradas sobre las que se mueve un conjunto de aspersores de latón de media presión dispuestos en tresbolillo 18x18, que se conectan a la red mediante válvulas adecuadas.

En base al objetivo final que se pretende conseguir, cada una de las cuatro conexiones se compondrá de los siguientes elementos:

- Válvula de mariposa con cierre elástico.
- Ventosa trifuncional
- Filtro cazapiedras
- Manómetro de entrada y salida
- Colector de entrada con la calderería correspondiente
- Válvula hidráulica

Todos estos elementos irán en arqueta prefabricada cerrada con candado y sólo accesible al personal responsable del mantenimiento de la red de riego. Los detalles de la misma se muestran en los planos de detalles correspondiente (Planos 5.2 y 5.3).

2. Dimensionamiento de la red de riego

2.1. Procedimiento de cálculo

Los cálculos de aplicación se han realizado por medio de un programa de optimización de redes hidráulicas y con la ayuda de un ordenador basado en las siguientes premisas teóricas:

1. El cálculo hidráulico de las tuberías de la red de distribución del riego se ha realizado aplicando la fórmula Darcy-Weisbach, para calcular las pérdidas de carga:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

Donde:

H_f= Pérdida de carga en m.c.a.

f= Factor de fricción (adimensional).

L= Longitud del tramo en m.

D= Diámetro interior de la tubería en m.

V= Velocidad de la tubería en m/s.

g= Aceleración de la gravedad 9,8 m/s².

2. El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{f}} + \frac{Ka}{3,71D} \right)$$

Donde:

Re= N° de Reynolds.

Ka= Coeficiente de rugosidad absoluta. Se ha considerado Ka=0,01 mm para las tuberías de PVC.

3. La variación de presión media entre aspersores de un mismo bloque no deberá ser mayor del 20% de la presión de trabajo (en nuestro caso que utilizamos aspersores de 3 atm, no debe ser mayor de 6 m.c.a)

2.2. Distribución de la red

La parcela de 26 ha (Zona A) ha sido dividida en veintinueve sectores de riego, numerados del 1 al 29. Los 15 primeros se abastecen del punto de conexión nº 1 y los restantes del punto de conexión nº 2 (Plano 3.1).

La parcela de 6 ha (Zona B) ha sido dividida en siete sectores de riego, numerados del 1 al 7. Los 3 primeros se abastecen del punto de conexión nº 3 y los restantes del nº 4 (Plano 3.2).

La tubería principal que une los puntos de conexión con los sectores de riego es de diámetro 140 mm en PVC para la zona de 26 ha y de diámetro 160 para la zona de 6 ha.

En la Zona A cada sector posee varias tuberías secundarias de PVC y terciarias de Pe, cuyo diámetro va variando según la superficie que dominan.

Tiene gran importancia en la distribución que se ha realizado, el detallar que entre los aspersores de un mismo sector no existe prácticamente desnivel, no influyendo por tanto en los incrementos de carga debidos a los desniveles.

Los cálculos han sido realizados de forma individual para cada sector, los resultados de dichos cálculos pueden observarse en el Apéndice 1 del presente anejo. No obstante, a continuación se adjunta una tabla resumen de las pérdidas de carga de cada sector.

Tabla 1.- ZONA A.

	L. RIEGO	TUB. SECUNDARIA	TUB. GENERAL	TOTAL m.c.a.
sector 1	2,054	2,494	2,045	6,593
sector 2	5,319	2,373	2,534	10,226
sector 3	5,319	2,641	2,816	10,776
sector 4	5,451	3,240	0,279	8,969
sector 5	3,142	2,398	2,289	7,829
sector 6	3,142	1,882	1,326	6,350
sector 7	3,142	2,021	0,263	5,426
sector 8	3,142	2,132	1,486	6,760
sector 9	3,142	3,446	1,092	7,680
sector 10	3,142	2,729	0,274	6,145
sector 11	5,319	2,068	0,800	8,187
sector 12	5,319	2,833	0,542	8,694
sector 13	2,961	4,052	0,576	7,589
sector 14	3,142	3,728	2,224	9,094
sector 15	3,142	3,047	1,788	7,977
sector 16	3,142	3,237	1,523	7,902
sector 17	3,142	2,795	1,438	7,375
sector 18	3,142	3,207	1,622	7,971
sector 19	2,894	1,050	1,914	5,858
sector 20	4,787	3,745	0,612	9,144
sector 21	3,142	3,581	0,644	7,367
sector 22	2,417	3,269	0,543	6,229
sector 23	2,447	1,572	0,455	4,474
sector 24	3,505	1,796	0,427	5,728
sector 25	3,142	1,689	1,288	6,119
sector 26	3,505	1,720	2,226	7,431
sector 27	2,697	2,537	1,288	6,514
sector 28	2,958	2,090	1,493	6,541
sector 29	3,505	3,622	1,195	8,322

Tabla 2.- ZONA B.

	L. RIEGO	TUB. SECUNDARIA	TUB. GENERAL	TOTAL m.c.a.
sector 1	2,666	0,428	0,716	3,810
sector 2	2,251	0,641	2,581	5,473
sector 3	5,182	1,069	2,225	8,476
sector 4	3,473	0,787	1,211	5,471
sector 5	0,545	3,962	2,450	6,957
sector 6	1,103	1,234	2,969	5,306
sector 7	5,624	1,251	3,610	10,485

3. Elementos singulares de la red

Los elementos singulares que se consideran en este apartado son:

- Válvulas
- Filtros

3.1. Válvulas

Para poder abrir y cerrar el paso del agua a un sector determinado de riego, se ha de instalar una válvula en cada conexión de cada sector con la tubería principal. También es necesaria la instalación de válvulas hidráulicas de 6" en los puntos de conexión 1 y 2 y de 4" en los puntos 3 y 4. Para la apertura del caudal de agua en los diferentes sectores de riego se ha elegido válvulas hidráulicas de 3".

Estas válvulas son hidráulicas, con diafragma integral, se abren y cierran dichas válvulas mediante la presión de agua existente en la red. Su simplicidad constructiva elimina prácticamente el mantenimiento.

Algunas ventajas de estas válvulas son:

- Mínima pérdida de carga.
- Fácil instalación y mantenimiento
- Cierre gradual y hermético sin golpes de ariete.
- Pocos componentes
- Diversas alternativas de control: manual, hidráulico, electrónico, regulación de presión, regulación de caudal, etc.

3.2. Filtros

En los sistemas de riego por aspersión, uno de los principales problemas que suele aparecer es la obturación de los aspersores. Para la prevención de dichas obturaciones será necesario la instalación de los correspondientes elementos de filtrado. Se ha elegido un filtro de 6" en los puntos de conexión 1 y 2 y de 4" en los puntos 3 y 4.

Poseen las siguientes ventajas:

- No necesitan energía para su funcionamiento.
- Mínima pérdida de carga.

3.2.1. Proceso de filtración

El agua fluye a través de una malla de tamiz grueso cuya función es separar los sólidos de mayor tamaño y a continuación, pasar a través de una malla fina que es la que define realmente el grado de filtración.

El nivel de suciedad de un filtro viene controlado por la diferencia de presión entre los manómetros conectados a la entrada y salida del filtro. Es recomendable realizar el lavado del filtro cuando la diferencia alcanza los 5 m.c.a

3.3. Arquetas de riego

Las arquetas de cada sector previstas contarán con los elementos indicados en los planos de detalles 5.2 y 5.3.

En el Anejo 7 “Parámetros básicos de riego y dotaciones” se incluye una tabla en la que se indica la agrupación de sectores realizada, el número de aspersores de cada agrupación con su dotación y superficie aproximada dominada, así como el caudal total asignado.

4. Descripción de las obras e instalaciones

- El sistema de riego diseñado es con tubería de PVC y Pe para diámetros menores de 63 mm, certificada por AENOR. La tubería de PVC irá enterrada en zanja a una profundidad tal que la generatriz superior de la tubería estará a más de 90 cm. de la superficie del suelo, permitiendo al agricultor realizar las tareas normales sin poner en peligro la conducción.
- Todas las tuberías serán de presión nominal igual a 6 kg/cm², excepto las tuberías de diámetro 50 y 63 que serán de presión nominal de 10 kg/cm² para evitar roturas por tracción.
- La red se dispone sobre el terreno de acuerdo al plano nº 4, donde además figuran los diámetros de cada tramo conductor. El diseño por el que ese ha optado es el conocido como espina de pez para la Zona A y distribución telescópica de las tuberías terciarias para la Zona B.
- En todos los cambios de dirección de la tubería de PVC se dispondrán anclajes de hormigón, para absorber el efecto empuje dinámico a que pueda estar sometida dicha tubería.
- Las uniones de los tubos de PVC serán de tipo denominado junta elástica, a excepción de los tubos de diámetro 50 mm. cuyas uniones serán del tipo de junta pegada.
- El marco de riego es de 18 x 18 en el total de los sectores, consiguiendo de esta manera una pluviometría y un solape entre calles eficiente para el desarrollo de los cultivos. Con el diseño y los cálculos hidráulicos que se han llevado a cabo, la pluviometría que dispondrá es de 5 l/h*m².

Alumno/a: MARTA ELIA JIMÉNEZ HIJAR

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

Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

- Con objeto de conseguir una mayor uniformidad de reparto de agua, se ha optado por la agrupación de los aspersores en bloques de riego, creándose aproximadamente un sector cada 0,90 has., resultando un total de 36 de los cuales 29 se localizan en la denominada Zona A y 7 en la Zona B. Cada sector constará de una válvula hidráulica metálica.
- Las cañas serán de hierro galvanizado de 2,5 m de altura y enfundadas en polietileno para su protección. Estarán ancladas a un dado de hormigón prefabricado, al objeto de mejorar las conducciones de sustentación y disminuir las vibraciones del tubo porta-aspersor. 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 sectoriales 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.
- Los aspersores serán de latón, circulares en el centro y sectoriales en las lindes. Llevarán boquilla de 4,4 x 2,4 de 1600 l/h los circulares y boquilla de 4 x 2,4 los sectoriales con un caudal de 1400 l/h. La variación de presión media entre aspersores no deberá ser mayor del 20%.
- La conexión a la red existente (tubería de fibrocemento) se realizará mediante 4 acometidas en los hidrantes del actual sistema de riego.
- Estas incluyen una válvula hidráulica, un filtro con manómetros y llave de limpieza, calderería en la bajante hacia la parcela con 2 entradas de 1" y válvula de mariposa con reductor para poder aislar la instalación.
- En la caseta de bombeo se instalará el correspondiente cuadro de control, que permitirá la programación de apertura y cierre secuencial de las válvulas de los sectores de las conexiones.

5. Automatización de la instalación.

La automatización de la instalación de riego en cobertura total tiene como ventajas fundamentales el ahorro en mano de obra y la posibilidad de realizar el riego en horas nocturnas.

El sistema de automatización integrado en la instalación consta de electroválvulas situadas en cada sector de riego, y un programador encargado del accionamiento de dichas electroválvulas a partir de la programación de riego establecida: tiempo, turno y dosis de riego.

Cuando el programador da las órdenes de riego, la válvula automática se pone en funcionamiento, abriéndose y dejando pasar el caudal para alimentar los ramales de riego que componen un sector. Una vez acabado el tiempo de riego, la válvula se cierra, dejando de funcionar el sector y comenzando inmediatamente otro.

Por cada válvula se necesitan los siguientes elementos:

- **Llave de tres vías**, conecta el diafragma de la válvula hidráulica con la atmósfera (comando manual) o con el solenoide de control de la misma (comando automático).

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

APÉNDICE 1 del ANEJO 8.

Documento nº 1

ZONA A

SECTOR 1

TRAMO	N A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR1	1	1.600	18,0	32	6	2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR1	2	3.200	18,0	32	6	8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
Total PT (mca) para el tramo LR1								2,054			2,054
SEC	2	1.600	20,0	63	10	0,089	0,174	0,018	0,00		0,018
SEC	5	8.000	18,0	63	10	1,498	0,871	0,270	0,00		0,270
SEC	8	12.800	18,0	63	10	3,461	1,393	0,623	0,00		0,623
SEC	11	17.600	18,0	75	6	2,192	1,249	0,395	0,00		0,395
SEC	14	22.400	18,0	75	6	3,378	1,589	0,608	0,00		0,608
SEC	17	27.200	18,0	90	6	2,008	1,344	0,361	0,00		0,361
SEC	31	49.600	18,0	125	6	1,215	1,268	0,219	0,00		0,219
Total PT (mca) para el tramo SEC								2,494			2,494
GEN	31	49.600	70,0	125	6	1,215	1,268	0,850	0,00		0,850
GEN	31	49.600	170,0	140	6	0,703	1,010	1,195	0,00		1,195
Total PT (mca) para el tramo GEN								2,045			2,045

SECTOR 2

TRAMO	N	A CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR2	1	1.600	18,0	32	6	2,596	0,722	0,467	0,00	0,467	
LR2	2	3.200	18,0	32	6	8,818	1,444	1,587	0,00	1,587	
LR2	3	4.800	18,0	32	6	18,140	2,165	3,265	0,00	3,265	
Total PT (mca) para el tramo LR2									5,319		5,319
SEC	4	6.400	18,0	63	6	0,842	0,646	0,151	0,00	0,151	
SEC	8	12.800	18,0	63	10	3,461	1,393	0,623	0,00	0,623	
SEC	12	19.200	18,0	75	6	2,562	1,362	0,461	0,00	0,461	
SEC	15	24.000	18,0	75	6	3,823	1,703	0,688	0,00	0,688	
SEC	18	28.800	18,0	90	6	2,225	1,423	0,400	0,00	0,400	
Total PT (mca) para el tramo SEC									2,323		2,323
SEC	33	52.800	2,0	110	6	2,501	1,740	0,050	0,00	0,050	
Total PT (mca) para el tramo SEC									0,050		0,050
GEN	33	52.800	18,0	125	6	1,360	1,350	0,245	0,00	0,245	
GEN	33	52.800	70,0	125	6	1,360	1,350	0,952	0,00	0,952	
GEN	33	52.800	170,0	140	6	0,786	1,075	1,337	0,00	1,337	
Total PT (mca) para el tramo GEN									2,534		2,534

SECTOR 3

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR3	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR3	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR3	3		4.800	18,0	32	6		18,140	2,165	3,265	0,00		3,265
Total PT (mca) para el tramo LR3										5,319			5,319
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,008	0,697	0,181	0,00		0,181
SEC	7		11.200	18,0	63	10		2,726	1,219	0,491	0,00		0,491
SEC	11		17.600	18,0	75	6		2,192	1,249	0,395	0,00		0,395
SEC	16		25.600	18,0	75	6		4,294	1,817	0,773	0,00		0,773
SEC	18		28.800	36,0	90	6		2,225	1,423	0,801	0,00		0,801
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,641			2,641
GEN	35		56.000	18,0	125	6		1,512	1,432	0,272	0,00		0,272
GEN	35		56.000	70,0	125	6		1,512	1,432	1,058	0,00		1,058
GEN	35		56.000	170,0	140	6		0,874	1,140	1,486	0,00		1,486
Total PT (mca) para el tramo GEN										2,816			2,816

SECTOR 4

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR3	1		1.600	18,0	32	6		2,629	0,722	0,473	0,00		0,473
LR3	2		3.200	18,0	32	6		9,002	1,444	1,620	0,00		1,620
LR3	3		4.800	18,0	32	6		18,656	2,165	3,358	0,00		3,358
Total PT (mca) para el tramo LR3										5,451			5,451
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,019	0,697	0,183	0,00		0,183
SEC	8		12.800	18,0	63	10		3,522	1,393	0,634	0,00		0,634
SEC	12		19.200	18,0	90	6		1,089	0,949	0,196	0,00		0,196
SEC	20		32.000	36,0	90	6		2,737	1,581	0,985	0,00		0,985
SEC	33		52.800	90,0	125	6		1,380	1,350	1,242	0,00		1,242
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,240			3,240
GEN	36		57.600	30,0	140	6		0,932	1,173	0,279	0,00		0,279
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,279			0,279

SECTOR 5

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR5	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00	0,467
LR5	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00	1,587
LR5	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00	1,088
Total PT (mca) para el tramo LR5										3,142		3,142
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,008	0,697	0,181	0,00	0,181
SEC	7		11.200	18,0	63	10		2,726	1,219	0,491	0,00	0,491
SEC	11		17.600	18,0	75	6		2,192	1,249	0,395	0,00	0,395
SEC	14		22.400	18,0	75	6		3,378	1,589	0,608	0,00	0,608
SEC	17		27.200	36,0	90	6		2,008	1,344	0,723	0,00	0,723
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,398		2,398
GEN	33		52.800	70,0	125	6		1,360	1,350	0,952	0,00	0,952
GEN	33		52.800	170,0	140	6		0,786	1,075	1,337	0,00	1,337
Total PT (mca) para el tramo GEN										2,289		2,289

SECTOR 6

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR6	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR6	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR6	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00		1,088
Total PT (mca) para el tramo LR6										3,142			3,142
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,008	0,697	0,181	0,00		0,181
SEC	9		14.400	18,0	63	10		4,272	1,568	0,769	0,00		0,769
SEC	13		20.800	18,0	75	6		2,957	1,476	0,532	0,00		0,532
SEC	18		28.800	18,0	90	6		2,225	1,423	0,400	0,00		0,400
Total PT (mca) para el tramo SEC										1,882			1,882
GEN	33		52.800	5,0	125	6		1,360	1,350	0,068	0,00		0,068
GEN	33		52.800	160,0	140	6		0,786	1,075	1,258	0,00		1,258
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,326			1,326

SECTOR 7

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
=====	====	====	=====	=====	=====	==	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
LR7	1		1.600	18,0	32	6	2,596		0,722	0,467	0,00		0,467
LR7	2		3.200	18,0	32	6	8,818		1,444	1,587	0,00		1,587
LR7	3		4.800	6,0	32	6	18,140		2,165	1,088	0,00		1,088
Total PT (mca) para el tramo LR7										3,142			3,142
SEC	5		8.000	18,0	63	10	1,498		0,871	0,270	0,00		0,270
SEC	10		16.000	18,0	63	10	5,161		1,742	0,929	0,00		0,929
SEC	15		24.000	18,0	75	6	3,823		1,703	0,688	0,00		0,688
SEC	20		32.000	5,0	90	6	2,689		1,581	0,134	0,00		0,134
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,021			2,021
GEN	33		52.800	2,0	125	6	1,360		1,350	0,027	0,00		0,027
GEN	33		52.800	30,0	140	6	0,786		1,075	0,236	0,00		0,236
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,263			0,263

SECTOR 8

TRAMO	N	A	CAUDAL	LÓNGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
=====	===	=====	=====	=====	=====	==	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
LR8	1		1.600	18,0	32	6	2,596		0,722	0,467	0,00		0,467
LR8	2		3.200	18,0	32	6	8,818		1,444	1,587	0,00		1,587
LR8	3		4.800	6,0	32	6	18,140		2,165	1,088	0,00		1,088
Total PT (mca) para el tramo LR8										3,142			3,142
SEC	5		8.000	18,0	63	10	1,498		0,871	0,270	0,00		0,270
SEC	9		14.400	18,0	63	10	4,272		1,568	0,769	0,00		0,769
SEC	13		20.800	18,0	75	6	2,957		1,476	0,532	0,00		0,532
SEC	17		27.200	18,0	90	6	2,008		1,344	0,361	0,00		0,361
SEC	21		33.600	18,0	110	6	1,109		1,107	0,200	0,00		0,200
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,132			2,132
GEN	35		56.000	170,0	140	6	0,874		1,140	1,486	0,00		1,486
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,486			1,486

SECTOR 9

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR9	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00	0,467
LR9	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00	1,587
LR9	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00	1,088
Total PT (mca) para el tramo LR9										3,142		3,142
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,008	0,697	0,181	0,00	0,181
SEC	10		16.000	18,0	63	10		5,161	1,742	0,929	0,00	0,929
SEC	14		22.400	18,0	75	6		3,378	1,589	0,608	0,00	0,608
SEC	19		30.400	18,0	90	6		2,452	1,502	0,441	0,00	0,441
SEC	24		38.400	18,0	90	6		3,734	1,898	0,672	0,00	0,672
SEC	29		46.400	18,0	110	6		1,982	1,529	0,357	0,00	0,357
SEC	34		54.400	18,0	125	6		1,435	1,391	0,258	0,00	0,258
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,446		3,446
GEN	34		54.400	1,0	125	6		1,435	1,391	0,014	0,00	0,014
GEN	34		54.400	130,0	140	6		0,830	1,108	1,078	0,00	1,078
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,092		1,092

SECTOR 10

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR10	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00	0,467
LR10	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00	1,587
LR10	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00	1,088
Total PT (mca) para el tramo LR10										3,142		3,142
SEC	5		8.000	18,0	63	10		1,498	0,871	0,270	0,00	0,270
SEC	9		14.400	18,0	63	10		4,272	1,568	0,769	0,00	0,769
SEC	14		22.400	18,0	75	6		3,378	1,589	0,608	0,00	0,608
SEC	19		30.400	18,0	75	6		5,851	2,157	1,053	0,00	1,053
SEC	34		54.400	2,0	125	6		1,435	1,391	0,029	0,00	0,029
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,729		2,729
GEN	34		54.400	33,0	140	6		0,830	1,108	0,274	0,00	0,274
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,274		0,274

SECTOR 11

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR11	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR11	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR11	3		4.800	18,0	32	6		18,140	2,165	3,265	0,00		3,265
Total PT (mca) para el tramo LR11										5,319			5,319
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,008	0,697	0,181	0,00		0,181
SEC	7		11.200	18,0	63	10		2,726	1,219	0,491	0,00		0,491
SEC	11		17.600	18,0	75	6		2,192	1,249	0,395	0,00		0,395
SEC	14		22.400	18,0	75	6		3,378	1,589	0,608	0,00		0,608
SEC	17		27.200	18,0	90	6		2,008	1,344	0,361	0,00		0,361
SEC	36		57.600	2,0	125	6		1,590	1,473	0,032	0,00		0,032
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,068			2,068
GEN	36		57.600	87,0	140	6		0,919	1,173	0,800	0,00		0,800
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,800			0,800

SECTOR 12

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR12	1		1.600	18,0	32	6	2,596		0,722	0,467	0,00		0,467
LR12	2		3.200	18,0	32	6	8,818		1,444	1,587	0,00		1,587
LR12	3		4.800	18,0	32	6	18,140		2,165	3,265	0,00		3,265
Total PT (mca) para el tramo LR12										5,319			5,319
SEC	3		4.800	18,0	63	10	0,607		0,523	0,109	0,00		0,109
SEC	7		11.200	18,0	63	10	2,726		1,219	0,491	0,00		0,491
SEC	10		16.000	18,0	75	6	1,849		1,135	0,333	0,00		0,333
SEC	14		22.400	18,0	90	6	1,418		1,107	0,255	0,00		0,255
SEC	14		22.400	43,0	90	6	1,418		1,107	0,610	0,00		0,610
SEC	29		46.400	94,0	125	6	1,078		1,187	1,013	0,00		1,013
SEC	29		46.400	2,0	125	6	1,078		1,187	0,022	0,00		0,022
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,833			2,833
GEN	29		46.400	87,0	140	6	0,623		0,945	0,542	0,00		0,542
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,542			0,542

SECTOR 13

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR13	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR13	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR13	3		4.800	5,0	32	6		18,140	2,165	0,907	0,00		0,907
Total PT (mca) para el tramo LR13										2,961			2,961
SEC3	3		4.800	15,0	63	10		0,607	0,523	0,091	0,00		0,091
SEC3	5		8.000	18,0	63	10		1,498	0,871	0,270	0,00		0,270
SEC3	9		14.400	18,0	75	6		1,532	1,022	0,276	0,00		0,276
SEC3	12		17.600	18,0	75	6		2,192	1,249	0,395	0,00		0,395
SEC3	16		25.600	18,0	90	6		1,801	1,265	0,324	0,00		0,324
SEC3	19		30.400	18,0	90	6		2,452	1,502	0,441	0,00		0,441
SEC3	23		36.800	18,0	90	6		3,458	1,819	0,622	0,00		0,622
SEC3	26		41.600	18,0	110	6		1,628	1,371	0,293	0,00		0,293
SEC3	30		48.000	117,0	125	6		1,145	1,228	1,340	0,00		1,340
Total PT (mca) para el tramo SEC3										4,052			4,052
GEN	30		48.000	87,0	140	6		0,662	0,977	0,576	0,00		0,576
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,576			0,576

SECTOR 14

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRR. REAL
LR14	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00	0,467
LR14	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00	1,587
LR14	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00	1,088
Total PT (mca) para el tramo LR14										3,142		3,142
SEC	5		8.000	18,0	63	10		1,498	0,871	0,270	0,00	0,270
SEC	10		16.000	18,0	63	10		5,161	1,742	0,929	0,00	0,929
SEC	20		32.000	18,0	75	6		6,419	2,271	1,155	0,00	1,155
SEC	25		40.000	18,0	90	6		4,019	1,977	0,723	0,00	0,723
SEC	30		48.000	18,0	110	6		2,106	1,582	0,379	0,00	0,379
SEC	35		56.000	18,0	125	6		1,512	1,432	0,272	0,00	0,272
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,728		3,728
GEN	35		56.000	72,0	125	6		1,512	1,432	1,088	0,00	1,088
GEN	35		56.000	130,0	140	6		0,874	1,140	1,136	0,00	1,136
Total PT (mca) para el tramo GEN										2,224		2,224

SECTOR 15

TRAMO	N	A CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR15	1	1.600	18,0	32	6	2,596	0,722	0,467	0,00	0,467	
LR15	2	3.200	18,0	32	6	8,818	1,444	1,587	0,00	1,587	
LR15	3	4.800	6,0	32	6	18,140	2,165	1,088	0,00	1,088	
Total PT (mca) para el tramo LR15									3,142		3,142
SEC	4	6.000	18,0	63	10	0,900	0,653	0,162	0,00	0,162	
SEC	9	14.400	18,0	63	10	4,272	1,568	0,769	0,00	0,769	
SEC	14	22.400	18,0	75	6	3,378	1,589	0,608	0,00	0,608	
SEC	18	28.800	18,0	90	6	2,225	1,423	0,400	0,00	0,400	
SEC	22	35.200	18,0	90	6	3,192	1,739	0,575	0,00	0,575	
SEC	27	43.200	18,0	110	6	1,742	1,424	0,314	0,00	0,314	
SEC	31	49.600	18,0	125	6	1,215	1,268	0,219	0,00	0,219	
Total PT (mca) para el tramo SEC									3,047		3,047
GEN	31	49.600	72,0	125	6	1,215	1,268	0,875	0,00	0,875	
GEN	31	49.600	130,0	140	6	0,703	1,010	0,913	0,00	0,913	
Total PT (mca) para el tramo GEN									1,788		1,788

SECTOR 16

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR16	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR16	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR16	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00		1,088
Total PT (mca) para el tramo LR16										3,142			3,142
SEC	5		8.000	18,0	63	10		1,498	0,871	0,270	0,00		0,270
SEC	9		14.400	18,0	63	10		4,272	1,568	0,769	0,00		0,769
SEC	14		22.400	18,0	75	6		3,378	1,589	0,608	0,00		0,608
SEC	20		32.000	18,0	90	6		2,689	1,581	0,484	0,00		0,484
SEC	25		40.000	18,0	90	6		4,019	1,977	0,723	0,00		0,723
SEC	29		46.400	18,0	110	6		1,982	1,529	0,357	0,00		0,357
SEC	32		51.200	2,0	125	6		1,286	1,309	0,026	0,00		0,026
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,237			3,237
GEN	32		51.200	75,0	125	6		1,286	1,309	0,965	0,00		0,965
GEN	32		51.200	75,0	140	6		0,744	1,042	0,558	0,00		0,558
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,523			1,523

SECTOR 17

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR17	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR17	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR17	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00		1,088
Total PT (mca) para el tramo LR17										3,142			3,142
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,008	0,697	0,181	0,00		0,181
SEC	9		14.400	18,0	63	10		4,272	1,568	0,769	0,00		0,769
SEC	13		20.800	18,0	75	6		2,957	1,476	0,532	0,00		0,532
SEC	18		28.800	18,0	90	6		2,225	1,423	0,400	0,00		0,400
SEC	22		35.200	18,0	90	6		3,192	1,739	0,575	0,00		0,575
SEC	27		43.200	18,0	110	6		1,742	1,424	0,314	0,00		0,314
SEC	31		49.600	2,0	125	6		1,215	1,268	0,024	0,00		0,024
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,795			2,795
GEN	31		49.600	75,0	125	6		1,215	1,268	0,911	0,00		0,911
GEN	31		49.600	75,0	140	6		0,703	1,010	0,527	0,00		0,527
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,438			1,438

SECTOR 18

TRAMO	N	A CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR18	1	1.600	18,0	32	6	2,596	0,722	0,467	0,00	0,467
LR18	2	3.200	18,0	32	6	8,818	1,444	1,587	0,00	1,587
LR18	3	4.800	6,0	32	6	18,140	2,165	1,088	0,00	1,088
Total PT (mca) para el tramo LR18								3,142		3,142
SEC	4	6.400	18,0	63	10	1,008	0,697	0,181	0,00	0,181
SEC	8	12.800	18,0	63	10	3,461	1,393	0,623	0,00	0,623
SEC	12	19.200	18,0	75	6	2,562	1,362	0,461	0,00	0,461
SEC	16	25.600	18,0	75	6	4,294	1,817	0,773	0,00	0,773
SEC	20	32.000	2,0	125	6	0,553	0,818	0,011	0,00	0,011
SEC	32	51.200	90,0	125	6	1,286	1,309	1,158	0,00	1,158
Total PT (mca) para el tramo SEC								3,207		3,207
GEN	32	51.200	218,0	140	6	0,744	1,042	1,622	0,00	1,622
Total PT (mca) para el tramo GEN								1,622		1,622

SECTOR 19

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR19	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00	0,467
LR19	2		3.200	9,0	32	6		8,818	1,444	0,794	0,00	0,794
LR19	3		4.800	9,0	32	6		18,140	2,165	1,633	0,00	1,633
Total PT (mca) para el tramo LR19										2,894		2,894
SEC9	3		4.800	15,0	63	10		0,607	0,523	0,091	0,00	0,091
SEC9	7		11.200	18,0	63	10		2,726	1,219	0,491	0,00	0,491
SEC9	12		19.200	18,0	75	6		2,562	1,362	0,461	0,00	0,461
SEC9	16		25.600	2,0	125	6		0,371	0,655	0,007	0,00	0,007
Total PT (mca) para el tramo SEC9										1,050		1,050
GEN9	35		56.000	219,0	140	6		0,874	1,140	1,914	0,00	1,914
Total PT (mca) para el tramo GEN9										1,914		1,914

SECTOR 20

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR20	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00	0,467
LR20	2		3.200	8,0	32	6		8,818	1,444	0,705	0,00	0,705
LR20	3		4.800	8,0	32	6		18,140	2,165	1,451	0,00	1,451
LR20	4		6.000	8,0	32	6		27,044	2,707	2,164	0,00	2,164
Total PT (mca) para el tramo LR20										4,787		4,787
SEC	5		8.000	18,0	63	10		1,498	0,871	0,270	0,00	0,270
SEC	10		16.000	18,0	63	10		5,161	1,742	0,929	0,00	0,929
SEC	15		24.000	18,0	75	6		3,823	1,703	0,688	0,00	0,688
SEC	20		32.000	18,0	90	6		2,689	1,581	0,484	0,00	0,484
SEC	25		40.000	18,0	90	6		4,019	1,977	0,723	0,00	0,723
SEC	30		48.000	18,0	110	6		2,106	1,582	0,379	0,00	0,379
SEC	35		56.000	18,0	125	6		1,512	1,432	0,272	0,00	0,272
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,745		3,745
GEN	35		56.000	70,0	140	6		0,874	1,140	0,612	0,00	0,612
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,612		0,612

SECTOR 21

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR21	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR21	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR21	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00		1,088
Total PT (mca) para el tramo LR21										3,142			3,142
SEC	5		8.000	18,0	63	10		1,498	0,871	0,270	0,00		0,270
SEC	10		16.000	18,0	63	10		5,161	1,742	0,929	0,00		0,929
SEC	15		24.000	18,0	75	6		3,823	1,703	0,688	0,00		0,688
SEC	20		32.000	18,0	90	6		2,689	1,581	0,484	0,00		0,484
SEC	26		41.600	18,0	90	6		4,314	2,056	0,776	0,00		0,776
SEC	31		49.600	18,0	110	6		2,235	1,634	0,402	0,00		0,402
SEC	36		57.600	2,0	125	6		1,590	1,473	0,032	0,00		0,032
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,581			3,581
GEN	36		57.600	70,0	140	6		0,919	1,173	0,644	0,00		0,644
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,644			0,644

SECTOR 22

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR22	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR22	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR22	3		4.800	2,0	32	6		18,140	2,165	0,363	0,00		0,363
Total PT (mca) para el tramo LR22										2,417			2,417
SEC	3		4.800	18,0	63	10		0,607	0,523	0,109	0,00		0,109
SEC	7		11.200	18,0	63	10		2,726	1,219	0,491	0,00		0,491
SEC	10		16.000	18,0	75	6		1,849	1,135	0,333	0,00		0,333
SEC	14		22.400	18,0	75	6		3,378	1,589	0,608	0,00		0,608
SEC	17		27.200	38,0	90	6		2,008	1,344	0,763	0,00		0,763
SEC	32		51.200	2,0	125	6		1,286	1,309	0,026	0,00		0,026
SEC	31		51.200	73,0	125	6		1,286	1,309	0,939	0,00		0,939
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,269			3,269
GEN	32		51.200	73,0	140	6		0,744	1,042	0,543	0,00		0,543
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,543			0,543

SECTOR 23

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR23	1		1.600	18,0	32	6	2,596		0,722	0,467	0,00		0,467
LR23	2		3.200	6,0	32	6	8,818		1,444	0,529	0,00		0,529
LR23	3		4.800	8,0	32	6	18,140		2,165	1,451	0,00		1,451
Total PT (mca) para el tramo LR23										2,447			2,447
SEC	3		4.800	18,0	63	10	0,607		0,523	0,109	0,00		0,109
SEC	7		11.200	18,0	63	10	2,726		1,219	0,491	0,00		0,491
SEC	11		17.600	18,0	75	6	2,192		1,249	0,395	0,00		0,395
SEC	15		24.000	36,0	90	6	1,604		1,186	0,577	0,00		0,577
Total PT (mca) para el tramo SEC										1,572			1,572
GEN	29		46.400	73,0	140	6	0,623		0,945	0,455	0,00		0,455
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,455			0,455

SECTOR 24

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR24	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR24	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR24	3		4.800	8,0	32	6		18,140	2,165	1,451	0,00		1,451
Total PT (mca) para el tramo LR24										3,505			3,505
SEC	4		6.400	18,0	63	6		0,842	0,646	0,151	0,00		0,151
SEC	7		11.200	18,0	63	10		2,726	1,219	0,491	0,00		0,491
SEC	11		17.600	18,0	75	6		2,192	1,249	0,395	0,00		0,395
SEC	15		24.000	36,0	90	6		1,604	1,186	0,577	0,00		0,577
SEC	28		44.800	18,0	125	6		1,012	1,146	0,182	0,00		0,182
Total PT (mca) para el tramo SEC										1,796			1,796
GEN	28		44.800	73,0	140	6		0,585	0,912	0,427	0,00		0,427
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,427			0,427

SECTOR 25

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR25	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR25	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR25	3		4.800	6,0	32	6		18,140	2,165	1,088	0,00		1,088
Total PT (mca) para el tramo LR25										3,142			3,142
SEC5	3		4.800	18,0	63	10		0,607	0,523	0,109	0,00		0,109
SEC5	7		11.200	18,0	63	10		2,726	1,219	0,491	0,00		0,491
SEC5	11		17.600	18,0	75	6		2,192	1,249	0,395	0,00		0,395
SEC5	15		24.000	18,0	90	6		1,604	1,186	0,289	0,00		0,289
SEC5	15		24.000	24,0	90	6		1,604	1,186	0,385	0,00		0,385
SEC5	28		44.800	2,0	125	6		1,012	1,146	0,020	0,00		0,020
Total PT (mca) para el tramo SEC5										1,689			1,689
GEN	28		44.800	220,0	140	6		0,585	0,912	1,288	0,00		1,288
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,288			1,288

SECTOR 26

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR26	1		1.600	18,0	32	6		2,596	0,722	0,467	0,00		0,467
LR26	2		3.200	18,0	32	6		8,818	1,444	1,587	0,00		1,587
LR26	3		4.800	8,0	32	6		18,140	2,165	1,451	0,00		1,451
Total PT (mca) para el tramo LR26										3,505			3,505
SEC	4		6.400	18,0	63	10		1,008	0,697	0,181	0,00		0,181
SEC	6		9.600	18,0	63	10		2,071	1,045	0,373	0,00		0,373
SEC	10		16.000	18,0	75	6		1,849	1,135	0,333	0,00		0,333
SEC	15		24.000	38,0	90	6		1,604	1,186	0,610	0,00		0,610
SEC	28		44.800	22,0	125	6		1,012	1,146	0,223	0,00		0,223
Total PT (mca) para el tramo SEC										1,720			1,720
GEN	28		44.800	220,0	125	6		1,012	1,146	2,226	0,00		2,226
Total PT (mca) para el tramo GEN										2,226			2,226

SECTOR 27

TRAMO	N	A CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR27	1	1.600	18,0	32	6	2,596		0,722	0,467	0,00		0,467
LR27	2	3.200	15,0	32	6	8,818		1,444	1,323	0,00		1,323
LR27	3	4.800	5,0	32	6	18,140		2,165	0,907	0,00		0,907
Total PT (mca) para el tramo LR27									2,697			2,697
SEC	3	4.800	18,0	63	10	0,607		0,523	0,109	0,00		0,109
SEC	7	11.200	18,0	63	10	2,726		1,219	0,491	0,00		0,491
SEC	11	17.600	18,0	75	6	2,192		1,249	0,395	0,00		0,395
SEC	16	25.600	18,0	75	6	4,294		1,817	0,773	0,00		0,773
SEC	28	44.800	76,0	125	6	1,012		1,146	0,769	0,00		0,769
Total PT (mca) para el tramo SEC									2,537			2,537
GEN	28	44.800	220,0	140	6	0,585		0,912	1,288	0,00		1,288
Total PT (mca) para el tramo GEN									1,288			1,288

SECTOR 28

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR28	1		1.600	18,0	32	6	2,596		0,722	0,467	0,00		0,467
LR28	2		3.200	18,0	32	6	8,818		1,444	1,587	0,00		1,587
LR28	3		4.800	2,0	32	6	18,140		2,165	0,363	0,00		0,363
LR28	4		6.000	2,0	32	6	27,044		2,707	0,541	0,00		0,541
Total PT (mca) para el tramo LR28										2,958			2,958
SEC	4		6.400	18,0	63	10	1,008		0,697	0,181	0,00		0,181
SEC	9		14.400	18,0	63	10	4,272		1,568	0,769	0,00		0,769
SEC	13		20.800	18,0	75	6	2,957		1,476	0,532	0,00		0,532
SEC	17		27.200	18,0	90	6	2,008		1,344	0,361	0,00		0,361
SEC	21		33.600	18,0	110	6	1,109		1,107	0,200	0,00		0,200
SEC	26		41.600	2,0	125	6	0,886		1,064	0,018	0,00		0,018
SEC	34		54.400	2,0	125	6	1,435		1,391	0,029	0,00		0,029
Total PT (mca) para el tramo SEC										2,090			2,090
GEN	34		54.400	180,0	140	6	0,830		1,108	1,493	0,00		1,493
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,493			1,493

SECTOR 29

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR29	1		1.600	18,0	32	6	2,596		0,722	0,467	0,00	0,467	
LR29	2		3.200	18,0	32	6	8,818		1,444	1,587	0,00	1,587	
LR29	3		4.800	8,0	32	6	18,140		2,165	1,451	0,00	1,451	
Total PT (mca) para el tramo LR29										3,505		3,505	
SEC	5		8.000	18,0	63	10	1,498		0,871	0,270	0,00	0,270	
SEC	11		17.600	18,0	63	10	6,123		1,916	1,102	0,00	1,102	
SEC	16		25.600	18,0	75	6	4,294		1,817	0,773	0,00	0,773	
SEC	21		33.600	18,0	90	6	2,935		1,660	0,528	0,00	0,528	
SEC	26		41.600	18,0	110	6	1,628		1,371	0,293	0,00	0,293	
SEC	31		49.600	18,0	125	6	1,215		1,268	0,219	0,00	0,219	
SEC	31		49.600	36,0	125	6	1,215		1,268	0,437	0,00	0,437	
Total PT (mca) para el tramo SEC										3,622		3,622	
GEN	31		49.600	170,0	140	6	0,703		1,010	1,195	0,00	1,195	
Total PT (mca) para el tramo GEN										1,195		1,195	

ZONA B

SECTOR 1

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
=====	====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
LR1	1		1.600	18,0	50	10	0,269	0,277	0,048	0,00	0,048	
LR1	2		3.200	18,0	50	10	0,905	0,554	0,163	0,00	0,163	
LR1	3		4.800	18,0	50	10	1,857	0,831	0,334	0,00	0,334	
LR1	4		6.400	18,0	50	10	3,102	1,108	0,558	0,00	0,558	
LR1	5		8.000	18,0	50	10	4,629	1,385	0,833	0,00	0,833	
LR1	6		9.600	18,0	63	6	1,751	0,969	0,315	0,00	0,315	
LR1	7		11.200	18,0	63	6	2,308	1,130	0,415	0,00	0,415	
Total PT (mca) para el tramo LR1										2,666	2,666	
SEC	1		1.600	0,0	20	16	28,884	1,958	0,000	0,00	0,000	
SEC	14		22.400	18,0	90	6	1,437	1,107	0,259	0,00	0,259	
SEC	19		30.400	18,0	110	6	0,938	1,002	0,169	0,00	0,169	
Total PT (mca) para el tramo SEC										0,428	0,428	
GEN	43		68.800	106,0	160	6	0,675	1,073	0,716	0,00	0,716	
Total PT (mca) para el tramo GEN										0,716	0,716	

SECTOR 2

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
=====	===	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
LR1	1		1.600	18,0	50	10	0,269		0,277	0,048	0,00	0,048
LR1	2		3.200	18,0	50	10	0,905		0,554	0,163	0,00	0,163
LR1	3		4.800	18,0	50	10	1,857		0,831	0,334	0,00	0,334
LR1	4		6.400	18,0	50	10	3,102		1,108	0,558	0,00	0,558
LR1	5		8.000	18,0	50	10	4,629		1,385	0,833	0,00	0,833
LR1	6		9.600	18,0	63	6	1,751		0,969	0,315	0,00	0,315
Total PT (mca) para el tramo LR1										2,251		2,251
SEC	1		1.600	0,0	20	16	28,884		1,958	0,000	0,00	0,000
SEC	7		11.200	18,0	63	6	2,308		1,130	0,415	0,00	0,415
SEC	13		20.800	18,0	90	6	1,258		1,028	0,226	0,00	0,226
Total PT (mca) para el tramo SEC										0,641		0,641
GEN	38		60.800	478,0	160	6	0,540		0,948	2,581	0,00	2,581
Total PT (mca) para el tramo GEN										2,581		2,581

SECTOR 3

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR1	1		1.600	18,0	50	10		0,269	0,277	0,048	0,00	0,048
LR1	2		3.200	18,0	50	10		0,905	0,554	0,163	0,00	0,163
LR1	3		4.800	18,0	50	10		1,857	0,831	0,334	0,00	0,334
LR1	4		6.400	18,0	50	10		3,102	1,108	0,558	0,00	0,558
LR1	5		8.000	18,0	50	10		4,629	1,385	0,833	0,00	0,833
LR1	6		9.600	18,0	63	6		1,751	0,969	0,315	0,00	0,315
LR1	7		11.200	18,0	63	6		2,308	1,130	0,415	0,00	0,415
LR1	8		12.800	18,0	63	6		2,934	1,292	0,528	0,00	0,528
LR1	9		14.400	18,0	75	6		1,552	1,022	0,279	0,00	0,279
LR1	10		16.000	18,0	75	6		1,876	1,135	0,338	0,00	0,338
LR1	11		17.600	18,0	75	6		2,226	1,249	0,401	0,00	0,401
LR1	12		19.200	18,0	75	6		2,605	1,362	0,469	0,00	0,469
LR1	13		20.800	18,0	90	6		1,258	1,028	0,226	0,00	0,226
LR1	14		22.400	18,0	90	6		1,437	1,107	0,259	0,00	0,259
LR1	15		24.000	1,0	90	6		1,627	1,186	0,016	0,00	0,016
Total PT (mca) para el tramo LR1										5,182		5,182
SEC	1		1.600	0,0	20	16		28,884	1,958	0,000	0,00	0,000
SEC	15		24.000	18,0	90	6		1,627	1,186	0,293	0,00	0,293
SEC	26		41.600	18,0	110	6		1,653	1,371	0,298	0,00	0,298
SEC	35		56.000	54,0	140	6		0,885	1,140	0,478	0,00	0,478
Total PT (mca) para el tramo SEC										1,069		1,069
GEN	35		56.000	478,0	160	6		0,465	0,873	2,225	0,00	2,225
Total PT (mca) para el tramo GEN										2,225		2,225

SECTOR 4

TRAMO	N	A CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR1	1	1.600	18,0	50	10	0,269	0,277	0,048	0,00	0,048
LR1	2	3.200	18,0	50	10	0,905	0,554	0,163	0,00	0,163
LR1	3	4.800	18,0	50	10	1,857	0,831	0,334	0,00	0,334
LR1	4	6.400	18,0	50	10	3,102	1,108	0,558	0,00	0,558
LR1	5	8.000	18,0	50	10	4,629	1,385	0,833	0,00	0,833
LR1	6	9.600	18,0	63	6	1,751	0,969	0,315	0,00	0,315
LR1	7	11.200	18,0	63	6	2,308	1,130	0,415	0,00	0,415
LR1	8	12.800	18,0	63	6	2,934	1,292	0,528	0,00	0,528
LR1	9	14.400	18,0	75	6	1,552	1,022	0,279	0,00	0,279
Total PT (mca) para el tramo LR1								3,473		3,473
SEC	1	1.600	0,0	20	16	28,884	1,958	0,000	0,00	0,000
SEC	10	16.000	18,0	75	6	1,876	1,135	0,338	0,00	0,338
SEC	19	30.400	18,0	90	6	2,494	1,502	0,449	0,00	0,449
Total PT (mca) para el tramo SEC								0,787		0,787
GEN	39	62.400	214,0	160	6	0,566	0,973	1,211	0,00	1,211
Total PT (mca) para el tramo GEN								1,211		1,211

SECTOR 5

TRAMO	N	A CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE. REAL
LR1	1	1.600	18,0	50	10	0,269	0,277	0,048	0,00	0,048	
LR1	2	3.200	18,0	50	10	0,905	0,554	0,163	0,00	0,163	
LR1	3	4.800	18,0	50	10	1,857	0,831	0,334	0,00	0,334	
Total PT (mca) para el tramo LR1									0,545		0,545
SEC	1	1.600	0,0	20	16	28,884	1,958	0,000	0,00	0,000	
SEC	4	6.400	18,0	50	10	3,102	1,108	0,558	0,00	0,558	
SEC	8	12.800	18,0	63	6	2,934	1,292	0,528	0,00	0,528	
SEC	11	17.600	18,0	75	6	2,226	1,249	0,401	0,00	0,401	
SEC	14	22.400	18,0	90	6	1,437	1,107	0,259	0,00	0,259	
SEC	16	25.600	18,0	90	6	1,828	1,265	0,329	0,00	0,329	
SEC	18	28.800	18,0	90	6	2,262	1,423	0,407	0,00	0,407	
SEC	19	30.400	18,0	90	6	2,494	1,502	0,449	0,00	0,449	
SEC	20	32.000	18,0	90	6	2,737	1,581	0,493	0,00	0,493	
SEC	21	33.600	18,0	90	6	2,990	1,660	0,538	0,00	0,538	
Total PT (mca) para el tramo SEC									3,962		3,962
GEN	39	62.400	433,0	160	6	0,566	0,973	2,450	0,00	2,450	
Total PT (mca) para el tramo GEN									2,450		2,450

SECTOR 6

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
=====	===	=====	=====	=====	=====	==	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====
LR1	1		1.600	18,0	50	10	0,269	0,277	0,048	0,00	0,048		
LR1	2		3.200	18,0	50	10	0,905	0,554	0,163	0,00	0,163		
LR1	3		4.800	18,0	50	10	1,857	0,831	0,334	0,00	0,334		
LR1	4		6.400	18,0	50	10	3,102	1,108	0,558	0,00	0,558		
Total PT (mca) para el tramo LR1										1,103		1,103	
SEC	1		1.600	0,0	20	16	28,884	1,958	0,000	0,00	0,000		
SEC	5		8.000	18,0	50	10	4,629	1,385	0,833	0,00	0,833		
SEC	11		17.600	18,0	75	6	2,226	1,249	0,401	0,00	0,401		
Total PT (mca) para el tramo SEC										1,234		1,234	
GEN	35		56.000	638,0	160	6	0,465	0,873	2,969	0,00	2,969		
Total PT (mca) para el tramo GEN										2,969		2,969	

SECTOR 7

TRAMO	N	A	CAUDAL	LONGIT.	DIA.	PR	J	i/100	VELOCI.	PT (mca)	DESNIVEL	PRE.	REAL
LR1	1		1.600	18,0	50	10		0,269	0,277	0,048	0,00		0,048
LR1	2		3.200	18,0	50	10		0,905	0,554	0,163	0,00		0,163
LR1	3		4.800	18,0	50	10		1,857	0,831	0,334	0,00		0,334
LR1	4		6.400	18,0	50	10		3,102	1,108	0,558	0,00		0,558
LR1	5		8.000	18,0	50	10		4,629	1,385	0,833	0,00		0,833
LR1	6		9.600	18,0	63	6		1,751	0,969	0,315	0,00		0,315
LR1	7		11.200	18,0	63	6		2,308	1,130	0,415	0,00		0,415
LR1	8		12.800	18,0	63	6		2,934	1,292	0,528	0,00		0,528
LR1	9		14.400	18,0	75	6		1,552	1,022	0,279	0,00		0,279
LR1	10		16.000	18,0	75	6		1,876	1,135	0,338	0,00		0,338
LR1	11		17.600	18,0	75	6		2,226	1,249	0,401	0,00		0,401
LR1	12		19.200	18,0	75	6		2,605	1,362	0,469	0,00		0,469
LR1	13		20.800	18,0	90	6		1,258	1,028	0,226	0,00		0,226
LR1	14		22.400	18,0	90	6		1,437	1,107	0,259	0,00		0,259
LR1	15		24.000	18,0	90	6		1,627	1,186	0,293	0,00		0,293
LR1	16		25.600	9,0	90	6		1,828	1,265	0,165	0,00		0,165
Total PT (mca) para el tramo LR1										5,624			5,624
SEC	1		1.600	0,0	20	16		28,884	1,958	0,000	0,00		0,000
SEC	16		25.600	18,0	90	6		1,828	1,265	0,329	0,00		0,329
SEC	28		44.800	18,0	110	6		1,891	1,476	0,340	0,00		0,340
SEC	39		62.400	54,0	140	6		1,077	1,270	0,582	0,00		0,582
Total PT (mca) para el tramo SEC										1,251			1,251
GEN	39		62.400	638,0	160	6		0,566	0,973	3,610	0,00		3,610
Total PT (mca) para el tramo GEN										3,610			3,610

ANEJO 9.- Estudio de viabilidad económica.

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 9

1. Introducción	1
2. Situación actual	1
3. Datos considerados para el estudio económico	2
3.1. Rendimientos de los cultivos sembrados actualmente, antes de la modernización	2
3.2. Precios de las producciones de los cultivos	2
3.3. Subvención de la PAC	2
3.4. Coste de producción de los cultivos	3
4. Ingresos anuales	7
4.1. Ingresos anuales en la situación actual	7
4.2. Ingresos anuales con la modernización y mejora del regadío	7
5. Flujo de caja antes de la modernización	8
6. Estudio de rentabilidad de la inversión	8
6.1. Consideraciones previas	8
6.2. Estudio de rentabilidad	10
7. Conclusiones	16

ANEJO 9.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo vamos a analizar la viabilidad económica del proyecto. Analizaremos varios ratios económicos los cuales nos dirán si es rentable o no la inversión.

Así de esta forma se van a calcular los siguientes ratios, el VAN o Valor actual Neto y la TIR o Tasa Interna de Rentabilidad y el Plazo de Recuperación (PAYBACK) El primero es un indicador de rentabilidad absoluta a través de la ganancia neta generada por la inversión y el segundo es un indicador de rentabilidad relativa.

El **VAN** nos dice si una inversión es rentable y viable, cuando el valor es mayor de cero. Para ello considera la diferencia entre los flujos de caja y el pago de la inversión.

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

El **Plazo de Recuperación (PAYBACK)** es el periodo que tarda en recuperarse la inversión inicial, a través de los flujos de caja generados en el proyecto.

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

Los precios de los productos pertenecen a datos de campañas anteriores, se va a hacer una media de los precios tomados en años anteriores, ya que el precio de la producción no es un precio fijo todos los años, sino que se producen muchas fluctuaciones, tanto subidas como bajadas.

Se tendrán en cuenta los ingresos provenientes de la PAC.

2. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente en la finca objeto de modernización y mejora se viene cultivando de trigo blando, girasol, cebada y alfalfa.

Nos encontramos en una zona con climatología adecuada para dichos cultivos y con un sistema de riego existente a base de carros "Rodimatic" y mangueras. Los rendimientos son buenos aunque inferiores a los que se obtendrían comparándolos con una modernización y mejora del regadío.

Con la realización de este proyecto se pretende aumentar la rentabilidad de la explotación, haciendo un producto de mayor calidad, disminuyendo en la medida de lo posible los gastos y la mano de obra.

3. DATOS CONSIDERADOS PARA EL ESTUDIO ECONÓMICO

3.1. Rendimientos de los cultivos sembrados actualmente, antes de la modernización.

Se consideran los siguientes datos a la hora de calcular el flujo destruido. Los rendimientos medios que actualmente se obtienen son:

Tabla 1.- Rendimientos de los cultivos sembrados actualmente.

Cultivo	Grano (t/ha)	Paja (t/ha)
Trigo blando	4	2
Cebada	3,5	1,5
Girasol	2,8	-
Cultivo	(t/ha)	
Alfalfa (heno)	12,5	

3.2. Precios de las producciones de los cultivos.

El precio de la producción no es un precio fijo a lo largo del año; se producen muchas fluctuaciones, tanto subidas como bajadas. Por este mismo motivo se va a hacer una media de los precios tomados en años anteriores.

Los valores son los siguientes:

Tabla 2.- Precio de las producciones de los cultivos.

Cultivo	Precio (€/t)
Trigo blando	165
Cebada	156
Girasol	225,65
Alfalfa	125

3.3. Subvención de la PAC

Las parcelas en las cuales vamos a realizar la modernización y mejora del regadío están situadas en el término municipal de Tamarite de Litera, perteneciente a la comarca de La Litera.

La subvención que está recibiendo dicha parcela es el Pago Único, que según el Reglamento (CE) nº 1782/2003 del consejo de 29 de septiembre de 2003, será igual a la media trienal de los importes totales de los pagos que en cada año natural del periodo de referencia comprendido por los años naturales 2000, 2001 y 2002 se haya concedido al agricultor.

El Importe de Referencia para el Pago Único, así como el número de hectáreas a que va referido cuyo mantenimiento habrá que justificar, se calcularán en España en base al sistema histórico, basado en las ayudas percibidas por el agricultor en el llamado

Período de Referencia, que con carácter general es el correspondiente a los años 2000, 2001 y 2002, que se corresponde con las campañas de comercialización 2000/2001, 2001/2002 y 2002/2003.

En conclusión, la subvención es siempre la misma indistintamente del cultivo que se siembre.

El Pago Único es actualmente de 500 €/ha, por lo tanto los cálculos para determinar los ingresos anuales y poder obtener el VAN y la TIR se van a realizar con dicho valor.

3.4. Coste de producción de los cultivos

Para la obtención de estos datos se han tomado como referencia los que vienen en la publicación *resultados técnico-económicos de explotaciones agrícolas de Aragón en 2011* del Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.

Tabla 3.-Coste de producción del trigo blando

Concepto	Precio (€/ha)
I. COSTES DIRECTOS	
• Semillas y plantas	73,80
• Fertilizantes	188,86
• Productos fitosanitarios	18,84
• Agua de riego y seguro del cultivo	78,78
-Total costes directos	360,28
II MAQUINARIA	
• Trabajos contratados	36,98
• Carburantes y lubricantes	60,40
• Reparaciones y repuestos	27,79
-Total maquinaria	125,17
III. MANO DE OBRA ASALARIADA	122,58
IV. COSTES INDIRECTOS PAGADOS	
• Cargas sociales	29,60
• Seguros de capitales propios	5,40
• Intereses y gastos financieros	8,45
• Canon de arrendamiento	64,31
• Contribuciones e impuestos	6,61
• Conservación y mejoras	12,52
• Otros gastos generales	3,49
-Total costes indirectos pagados	130,38

V. AMORTIZACIONES	49,99
TOTAL	788,40

Tabla 4.-Coste de producción de la cebada

Concepto	Precio (€/ha)
I. COSTES DIRECTOS	
• Semillas y plantas	54,32
• Fertilizantes	163,05
• Productos fitosanitarios	32,45
• Agua de riego y seguro del cultivo	66,31
-Total costes directos	316,13
II MAQUINARIA	
• Trabajos contratados	31,58
• Carburantes y lubricantes	69,38
• Reparaciones y repuestos	45,56
-Total maquinaria	146,52
III. MANO DE OBRA ASALARIADA	92,73
IV. COSTES INDIRECTOS PAGADOS	
• Cargas sociales	15,64
• Seguros de capitales propios	6,51
• Intereses y gastos financieros	6,69
• Canon de arrendamiento	56,74
• Contribuciones e impuestos	5,47
• Conservación y mejoras	9,36
• Otros gastos generales	14,19
-Total costes indirectos pagados	114,60
V. AMORTIZACIONES	76,14
TOTAL	746,12
TOTAL (32,7477 ha)	24.433,71

Tabla 5.-Coste de producción del girasol

Concepto	Precio (€/ha)
I. COSTES DIRECTOS	
• Semillas y plantas	54,32
• Fertilizantes	83,88
• Productos fitosanitarios	32,45
• Agua de riego y seguro del cultivo	66,31
-Total costes directos	236,96
II MAQUINARIA	
• Trabajos contratados	22,62
• Carburantes y lubricantes	56,88
• Reparaciones y repuestos	45,56
-Total maquinaria	125,06
III. MANO DE OBRA ASALARIADA	42,07
IV. COSTES INDIRECTOS PAGADOS	
• Cargas sociales	7,16
• Seguros de capitales propios	6,51
• Intereses y gastos financieros	6,69
• Canon de arrendamiento	56,74
• Contribuciones e impuestos	5,47
• Conservación y mejoras	9,36
• Otros gastos generales	5,26
-Total costes indirectos pagados	97,19
V. AMORTIZACIONES	67,33
TOTAL	568,61
TOTAL (32,7477 ha)	18.620,67

Tabla 6.- Coste de producción de la alfalfa

Concepto	Precio (€/ha)
I. COSTES DIRECTOS	
• Semillas y plantas	8,68
• Fertilizantes	144,75
• Productos fitosanitarios	35,98
• Otros suministros	134,64
-Total costes directos	324,05
II MAQUINARIA	
• Trabajos contratados	159,83
• Carburantes y lubricantes	63,55
• Reparaciones y repuestos	31,11
-Total maquinaria	254,49
III. MANO DE OBRA ASALARIADA	224,02
IV. COSTES INDIRECTOS PAGADOS	
• Cargas sociales	40,95
• Seguros de capitales propios	8,59
• Intereses y gastos financieros	6,37
• Canon de arrendamiento	87,72
• Contribuciones e impuestos	9,21
• Conservación y mejoras	16,27
• Otros gastos generales	5,51
-Total costes indirectos pagados	174,62
V. AMORTIZACIONES	55,41
TOTAL	1.032,59
TOTAL (32,7477 ha)	33.814,95

4. INGRESOS ANUALES

Los ingresos anuales se deben a la venta de la producción del cultivo y a las subvenciones de la PAC. El precio de los productos puede variar de un año a otro y también dentro del mismo año, por eso se ha tomado una media de los precios que sea razonable teniéndose en cuenta los precios de años anteriores.

4.1. Ingresos anuales en la situación actual.

Tabla 7. Ingresos anuales actuales sin modernización del regadío.

Cultivo	Producción (t/ha)	Precio (€/t)	Ingresos (€/ha)	Ayuda PAC (€/ha)	Total (€/ha)
TRIGO BLANDO	Grano: 4 Paja:2	165 30,05	660 60,10	500	1220,10
CEBADA	Grano: 3,5 Paja: 1,50	156 30,05	546,00 45,08	500	1091,08
GIRASOL	2,8	225,65	631,82	500	1131,82
ALFALFA	12,50	125	1.562,50	500	2062,50

Para los cultivos que se han tenido en cuenta, los ingresos que se obtienen son los siguientes:

4.2. Ingresos anuales con la modernización y mejora del regadío.

El objetivo final del proceso productivo agrario es incrementar la productividad mediante la mejora conjunta de la producción y la calidad del producto final, sin olvidar el respeto al medio ambiente.

Con este objetivo se puso en marcha el proyecto titulado “Mejora de la eficiencia del uso del agua de riego: aplicación de diferentes sistemas de riego en el término municipal de Binéfar” elaborado por la empresa pública TRAGSA. Tras cinco años de realización del estudio comparativo de los diferentes sistemas de riego en varios cultivos, se concluye que la producción en el riego por aspersión con cobertura total enterrada, expresada en porcentaje, supone un 25-35% de incremento respecto al riego por aspersión con desplazamiento continuo.

Tabla 8. Ingresos anuales con modernización del regadío.

Cultivo	Producción (t/ha)	Precio (€/t)	Ingresos (€/ha)	Ayuda PAC (€/ha)	Total (€/ha)
TRIGO BLANDO	Grano: 5 Paja: 2,50	165 30,05	825 75,13	500	1.400,13
CEBADA	Grano: 5 Paja: 2,00	156 30,05	780 60,10	500	1.340,10
GIRASOL	3,50	225,65	789,78	500	1.289,78
ALFALFA	17	125	2125	500	2.625

5. FLUJO DE CAJA ANTES DE LA MODERNIZACIÓN.

Es valor de los rendimientos que se obtienen en la situación actual, es decir se tienen en cuenta los cultivos de trigo blando, girasol, cebada y alfalfa. Este flujo destruido se calcula a partir de los costes de producción y de los ingresos que se obtienen. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 9. Flujo destruido.

Cultivo	Coste (€/ha)	Ingresos (€/ha)	Flujo destruido (€/ha)	Total flujo destruido (€) (para 32,7477 ha)
Trigo blando	788,40	1.220,10	431,7	14.137,18
Cebada	746,12	1.091,08	344,95	11.296,32
Girasol	568,61	1.131,82	563,21	18.443,83
Alfalfa (los 5 años)	5.162,95	10.312,5	5.149,55	168.635,92
			TOTAL	212.513,25

6. ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN

6.1. Consideraciones previas

El presupuesto total de la inversión asciende a 142.568,37 €.

Los beneficios anuales serán los calculados anteriormente en el punto 4.2 y serán fijos.

El flujo de caja antes de la modernización es de 212.513,25 para 8 años.

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

A continuación se resume los gastos e ingresos a lo largo de los 8 años que dura la rotación de los cultivos que vamos a cultivar en la parcela:

Tabla 10.- Año 1

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
1	Trigo	32,7477	788,40	25.818,29	1.400,13	45.851,04
Costes totales				25.818,29	Ingresos totales	45.851,04

Tabla 11.- Año 2

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
2	Girasol	32,7477	568,61	18.620,67	1.289,78	42.237,33
Costes totales				18.620,67	Ingresos totales	42.237,33

Tabla 12.- Año 3

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
3	Cebada	32,7477	746,12	24.433,71	1.340,10	43.885,19
Costes totales				24.433,71	Ingresos totales	43.885,19

Tabla 13.- Año 4

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
4	Alfalfa	32,7477	1.032,59	33.814,95	2.625	85.962,71
Costes totales				33.814,95	Ingresos totales	85.962,71

Tabla 14.- Año 5

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
5	Alfalfa	32,7477	1.032,59	33.814,95	2.625	85.962,71
Costes totales				33.814,95	Ingresos totales	85.962,71

Tabla 15.- Año 6

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
6	Alfalfa	32,7477	1.032,59	33.814,95	2.625	85.962,71
Costes totales				33.814,95	Ingresos totales	85.962,71

Tabla 16.- Año 7

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
7	Alfalfa	32,7477	1.032,59	33.814,95	2.625	85.962,71
Costes totales				33.814,95	Ingresos totales	85.962,71

Tabla 17.- Año 8

Año	Cultivo	ha	Coste (€/ha)	Coste (€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos (€)
8	Alfalfa	32,7477	1.032,59	33.814,95	2.625	85.962,71
Costes totales				33.814,95	Ingresos totales	85.962,71

6.2. Estudio de rentabilidad

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

-FLUJO DESTRUIDO: Valor numérico que corresponde a la diferencia entre los ingresos obtenidos en la parcela antes de la ejecución del proyecto y los gastos de la misma.

-PAGOS ORDINARIOS: Valor numérico que corresponde a los costos que conllevan los cultivos implantados en la transformación.

-COBROS ORDINARIOS: Valor numérico correspondiente a los ingresos que conllevan los cultivos implantados en la transformación.

Tabla18.- Flujo de caja.

AÑO	COBROS ORDINARIOS	PAGOS ORDINARIOS	FLUJO DESTRUIDO	PAGOS DE INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA
0				142.568,37	-142.568,37
1	45.851,04	25.818,29	26.564,16		-6.531,41
2	42.237,33	18.620,67	26.564,16		-2.947,50
3	43.885,19	24.433,71	26.564,16		-7.112,68
4	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
5	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
6	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
7	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
8	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
9	45.851,04	25.818,29	26.564,16		-6.531,41
10	42.237,33	18.620,67	26.564,16		-2.947,50
11	43.885,19	24.433,71	26.564,16		-7.112,68
12	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
13	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
14	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
15	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
16	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
17	45.851,04	25.818,29	26.564,16		-6.531,41
18	42.237,33	18.620,67	26.564,16		-2.947,50
19	43.885,19	24.433,71	26.564,16		-7.112,68
20	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
21	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
22	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
23	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
24	85.962,71	33.814,95	26.564,16		25.583,60
25	45.851,04	25.818,29	26.564,16		-6.531,41

En este apartado se calculan los principales indicadores económicos. Estos son: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Plazo de Recuperación (PAYBACK).

Valor Actual Neto (VAN): determina una rentabilidad absoluta a través de la ganancia neta generada por la inversión. Para ello considera la diferencia entre los flujos de caja y el pago de la inversión.

Se considera que si el VAN es mayor de cero, la inversión ya es viable.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR): Mide la rentabilidad interna que va a tener la inversión considerando que se produce un pago de la inversión y que se van a generar nuevos recursos a través de esa inversión.

El TIR es el tipo de interés que hace el VAN de una inversión igual a cero.

Plazo de Recuperación (PAYBACK) (años): El periodo de recuperación se define como el periodo que tarda en recuperarse la inversión inicial, a través de los flujos de caja generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año donde los flujos de caja acumulados superen la inversión inicial.

Cuanto mayor sea el plazo de recuperación, mayor será el riesgo de proyecto.

Para su cálculo se han establecido las siguientes variables:

Tabla19.-Variables a tener en cuenta

DATOS ECONÓMICOS	
Estudio económico	A 25 años
Inversión inicial	142.568,37
Inflación	3%
Tasa de actualización	6%

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de estos índices son las siguientes:

$$VAN = \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+r)^j} - K$$

$$TIR: 0 = \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+\lambda)^j}$$

Siendo:

F_j = flujo de caja en el año j

N= vida de la inversión

R: tasa de actualización

K= pago de la inversión

λ= valor de la tasa de actualización que hace el VAN igual a cero

Si el VAN >0 → Proyecto económicamente viable

Si el VAN < 0 → Proyecto económicamente no viable.

Tipo de interés para el VAN = 0 → TIR

Los resultados del cálculo se expresan en la siguiente tabla:

Tabla20.- Índices de rentabilidad

AÑO	COBROS ORDINARIOS	PAGOS ORDINARIOS	FLUJO DESTRUIDO	PAGOS DE INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA	VAN 6%	PLAZO RECUPERACIÓN	TIR
0				142.568,37	-142.568,37	-142.568,00		7%
1	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-6161,745283	-6531,45	
2	42.237,33	18.620,67	26.564,20		-2.947,54	-2623,300107	-9478,99	
3	43.885,19	24.433,71	26.564,20		-7.112,72	-5971,976867	-16591,71	
4	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	20264,57576	8991,85	
5	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	19117,5243	34575,41	
6	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	18035,40028	60158,97	
7	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	17014,52857	85742,53	
8	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	16051,44205	111326,09	
9	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-3865,95522	104794,64	
10	42.237,33	18.620,67	26.564,20		-2.947,54	-1645,890941	101847,10	
11	43.885,19	24.433,71	26.564,20		-7.112,72	-3746,892168	94734,38	
12	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	12714,24553	120317,94	
13	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	11994,57126	145901,50	
14	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	11315,63326	171485,06	
15	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	10675,12572	197068,62	
16	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	10070,87332	222652,18	
17	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-2425,548132	216120,73	
18	42.237,33	18.620,67	26.564,20		-2.947,54	-1032,652338	213173,19	
19	43.885,19	24.433,71	26.564,20		-7.112,72	-2350,8465	206060,47	
20	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	7977,074939	231644,03	

Alumno/a: MARTA ELIA JIMÉNEZ HIJAR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

AÑO	COBROS ORDINARIOS	PAGOS ORDINARIOS	FLUJO DESTRUIDO	PAGOS DE INVERSIÓN	FLUJO DE CAJA	VAN 6%	PLAZO RECUPERACIÓN	TIR
21	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	7525,542395	257227,59	7%
22	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	7099,568297	282811,15	
23	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	6697,705941	308394,71	
24	85.962,71	33.814,95	26.564,20		25.583,56	6318,59051	333978,27	
25	45.851,04	25.818,29	26.564,20		-6.531,45	-1521,818905	327446,82	
						8.957,78		

Alumno/a: MARTA ELIA JIMÉNEZ HIJAR
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
 Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural

El plazo de recuperación de la inversión resulta ser de 13 años.

El valor actual neto (VAN) para el plazo de 25 años resulta ser del **8.957,78€**.

7. CONCLUSIONES

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): 8.957,78€ interés del 6%.
- Tasa interna de rentabilidad: 7%.
- Pay Back: 13 años para los beneficios anuales calculados anteriormente.

Un inversión se considera rentable cuando el periodo de recuperación de la inversión es inferior al periodo de análisis (25 años) y cuando además, en esta situación, el TIR es superior a la tasa de actualización y el VAN es positivo. Las tres condiciones deben darse simultáneamente.

El presupuesto total de la inversión asciende a 142.568,37 €. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable y el TIR es superior al tipo de interés utilizado; por lo tanto la inversión también es rentable.

ANEJO 10.- Reportaje fotográfico

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 10

1. Introducción y objeto del presente anejo	1
2. Reportaje fotográfico	1

ANEJO 10.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

1. Introducción y objeto del presente anejo

En el presente anejo se pretende dar a conocer gráficamente la zona de riego objeto de las actuaciones descritas mediante el fotografiado de los puntos característicos de actuación.

Con objeto de facilitar la localización de cada foto del reportaje, se adjunta un plano de la zona de riego con la localización de cada una de ellas.

2. Reportaje fotográfico



Foto 1: Caseta de bombeo existente en parcela con un único inmueble dentro de la zona de actuación (Pa: 34, Pl: 58).



Foto 2: Detalle de la instalación de bombeo.



Foto 3: Vista general de las tres bombas del interior de la caseta



Fotos 4 y 5: Infraestructura de riego actual de las parcelas 103, 104 y 58 del polígono 34

Alumno/a: Marta Elia Jiménez Hajar
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural



Foto 6: Camino separador de las parcelas 58 y 104 por cuya margen izquierda circula la tubería existente de fibrocemento.

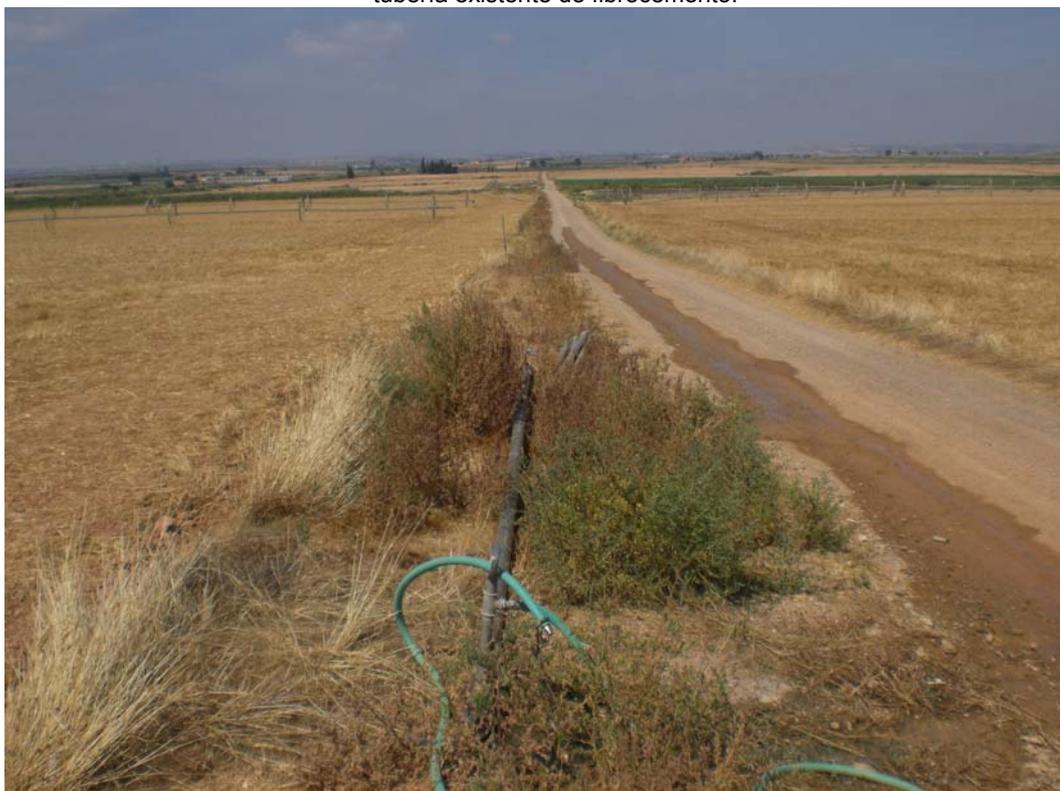


Foto 7: Uno de los hidrantes actualmente existentes en dicha tubería enterrada de fibrocemento.

Alumno/a: Marta Elia Jiménez Hajar
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural



Foto 8: Vista ampliada del hidrante



Foto 9: Vista de la clamor que delimita al oeste las parcelas 103, 104 y 58 objeto de modernización.

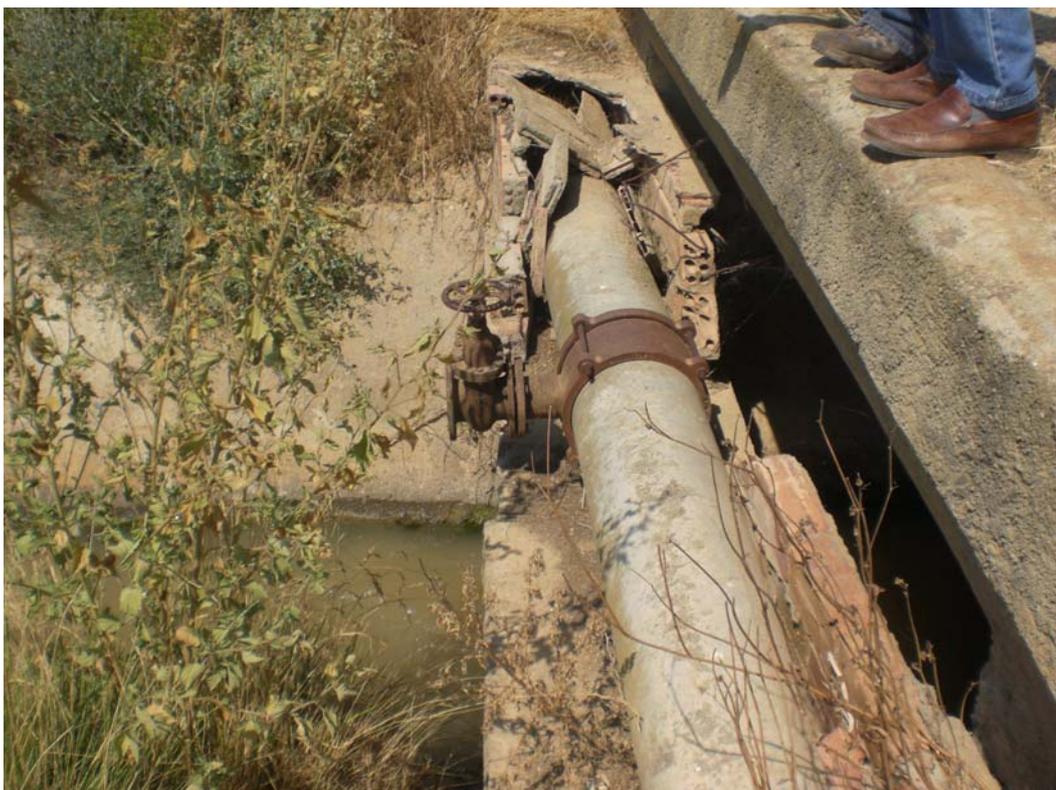


Foto 10: Tubería existente de fibrocemento a su paso sobre la clamor. Puede apreciarse uno de sus hidrantes.



Foto 11: Cuadrante sureste no regado por el pivot existente en la parcela 116 del polígono 33, objeto de modernización.

Alumno/a: Marta Elia Jiménez Hajar
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (CAMPUS DE PALENCIA) – E.T.S. DE INGENIERÍAS AGRARIAS
Titulación de: Grado en Ingeniería agrícola y del medio rural



Foto 12: Final del camino separador y primer punto de conexión a la tubería existente de fibrocemento para abastecimiento de 3 de los 7 sectores de la parcela 116.



Foto 13: Pivote en parcela 116.



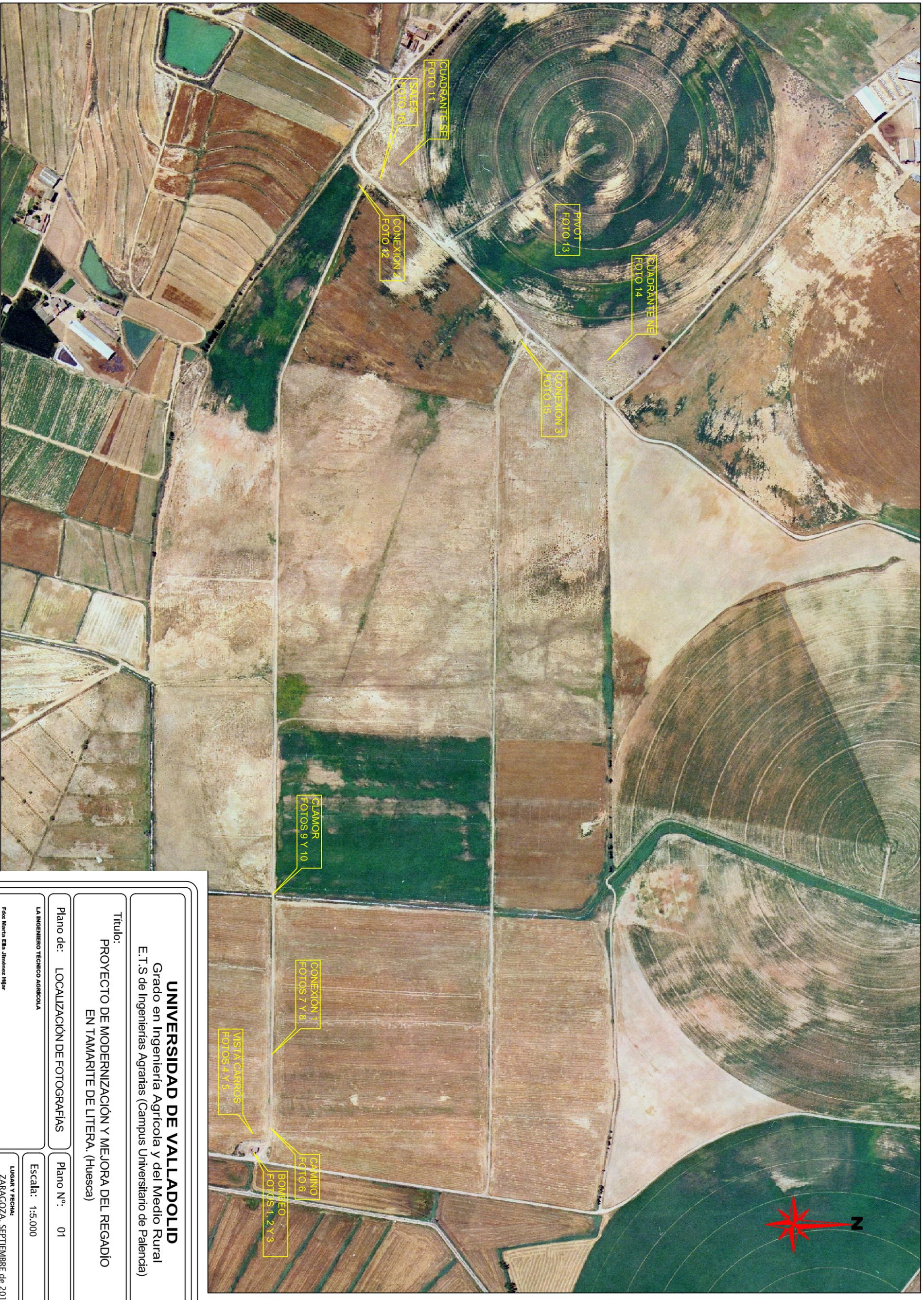
Foto 14: Cuadrante noreste de la parcela 116



Foto 15: Final del camino separador entre las parcelas 103 y 104 y segundo punto de conexión a la otra tubería existente de fibrocemento en el mismo para abastecimiento del resto de sectores de la parcela 116.



Foto 16: Acumulación de sales en puntos de la superficie de riego



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
E.T.S de Ingenierías Agrarias (Campus Universitario de Palencia)

Título:
**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO
EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)**

Plano de: LOCALIZACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

Plano N°: 01

LA INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA

Escala: 1:5.000

Fdez. Marta Ema Jiménez Hija

LUGAR Y FECHA:
ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014

ANEJO 11.- Estudio básico de seguridad y salud

Documento nº 1

ÍNDICE ANEJO 11

1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETO	1
3. PRESUPUESTO DE LAS ACTUACIONES	2
4. APLICACIÓN A LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO	2
5. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS	3
5.1. Emplazamiento	3
5.2. Propiedad	3
5.3. Plazo de ejecución	3
5.4. Número de trabajadores	4
5.5. Oficios y unidades especiales	4
5.5.1 Oficios	4
5.5.2. Medios auxiliares	4
5.5.3. Maquinaria prevista	4
5.6. Accesos	4
5.7. Topografía	4
5.8. Climatología del lugar	4
5.9. Lugar del centro asistencial más próximo en caso de accidente	5
6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	5
6.1 Descripción general	5
6.2. Unidades constructivas que concurren en la obra	5
7. RIESGOS EXISTENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR	6
7.1. Montaje de tuberías	6
7.2. Montaje de la maquinaria y sistemas de proceso	7
7.3. Maquinaria a utilizar en los trabajos	10
7.3.1. Maquinaria de movimientos de tierras	10
7.3.2. Camión grúa	14
7.3.3. Máquinas-herramientas	18
8. EQUIPAMIENTOS	20
8.1. Dotación de aseos y vestuarios	20
8.2. Señalización	20
8.3. Condiciones generales y aplicables a los equipos	20

9. MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y SALUD. FORMACIÓN.	21
9.1. Formación en seguridad e higiene	21
10. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	21
10.1. Botiquín	21
10.2. Asistencia a accidentados	22
10.3 Reconocimiento médico	23
11. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS TERCEROS	23
12. PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	23

ANEJO 11.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. ANTECEDENTES

A petición de la Confederación hidrográfica del Ebro, provista de CIF nº Q5017001H y con domicilio social en Paseo Sagasta 24-26 de Zaragoza, se redacta el *“Proyecto de transformación y mejora de regadío mediante cobertura fija de 32,75 ha. Pertenecientes al lote nº 15 del Centro Agronómico “La Melusa” en Tamarite de Litera (Huesca)”*, del que el presente estudio forma parte.

En cumplimiento con el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de Octubre, el mencionado proyecto debe contar, como parte de la documentación técnica necesaria, con un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.

2. OBJETO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo establece, durante la ejecución de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgo 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.

Por lo tanto, las indicaciones reflejadas en el presente documento servirán para dar unas directrices básicas a la empresa constructora, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el citado Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.

Los objetivos son los siguientes:

- Garantizar la salud y la integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad a las personas que interviene en el proceso de ejecución de la obras.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la problemática de la obra.
- Aplicar técnicas que reduzcan lo más posible los riesgos.

3. PRESUPUESTO DE LAS ACTUACIONES

En lo que respecta al Presupuesto de Ejecución Material de las medidas adoptadas en el presente estudio de Seguridad y Salud, la cantidad asciende a MIL SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (1.667,89€) .

4. APLICACIÓN A LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En el caso que nos ocupa, corresponde redactar un Estudio Básico de Seguridad y Salud cuya elaboración corresponde al técnico autor del Proyecto y cuyo titular o promotor es la Confederación Hidrográfica del Ebro.

A partir del citado estudio, el que resulte ser el adjudicatario de las obras deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio básico en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por la Confederación Hidrográfica del Ebro, previo informe de la Dirección Facultativa y se acompañará con un LIBRO DE INCIDENCIAS que será facilitado por el Colegio de Ingenieros Agrónomos o bien por la Oficina de Supervisión de proyectos de la Confederación Hidrográfica del Ebro (Servicio de actuaciones Especiales).

El Libro de Incidencias tendrá como finalidad el control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud. Constará de hojas por duplicado y deberá mantenerse siempre en la obra en poder de la Dirección Facultativa. A dicho Libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, el Adjudicatario y Subadjudicatario y los trabajadores autónomos si los hubiera, así como las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención de la Confederación Hidrográfica del Ebro, los representantes de los trabajadores y técnicos de los órganos, especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias en relación con el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud prescritas, la Dirección Facultativa estará obligada a remitir, en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realice la obra. Igualmente deberá notificar las anotaciones en el Libro al Adjudicatario afectado y a los representantes de los trabajadores de este. En caso de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, la dirección Facultativa podrá disponer de la PARALIZACIÓN de los tajos, o en su caso, de la totalidad de la obra, sin perjuicio de la normativa sobre contratos de las Administraciones Públicas relativa a cumplimientos de plazos y suspensión de obras.

Se redactará un AVISO PREVIO que la Confederación Hidrográfica del Ebro deberá trasladar a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos y deberá quedar expuesto en la obra de forma visible, actualizándose si fuera necesario.

Su contenido será el siguiente:

1. FECHA
2. DIRECCIÓN DE LA OBRA
3. PROMOTOR: Confederación Hidrográfica del Ebro. Paseo Sagasta, 24-28; 50006 Zaragoza.
4. TIPO DE OBRA: Trabajos de transformación y mejora de regadíos.
5. AUTOR DEL PROYECTO
6. RESPONSABLE EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE LA OBRA Y SU EJECUCIÓN.
7. FECHA PREVISTA PARA EL COMIENZO DE LA OBRA.
8. DURACIÓN PREVISTA DE LOS TRABAJOS DE LA OBRA: 3 meses
9. NÚMERO MÁXIMO ESTIMADO DE TRABAJADORES EN LA OBRA: 5 trabajadores
10. NÚMERO PREVISTO DE:
 - ADJUDICATARIOS
 - SUADJUDICATARIOS
 - TABAJADORES AUTÓNOMOS
11. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE ADJUDICATARIOS, SUBADJUDICATRIOS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS YA SELECCIONADOS.

Asimismo, son de aplicación las disposiciones contenidas en los R:D. 485, 486, 487, 664, 773 y 1215 del año 1997.

5. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

5.1. Emplazamiento

La zona de estudio se ubica en las hojas 358-II Almacellas del Mapa Topográfico Nacional de España (escala 1:25.000, ubicándose íntegramente en la Comunidad Autónoma de Aragón, en su parte nor-oriental, dentro de la comarca de La Litera.

La zona a transformar se encuentra formada por cuatro parcelas y está diferenciada en dos bloques localizados al norte del Centro Agronómico "La Melusa".

5.2. Propiedad

Como se ha mencionado anteriormente, el encargo de este estudio de Seguridad y Salud ha sido realizado por la Confederación Hidrográfica del Ebro, con domicilio social en Paseo Sagasta 24-26 de Zaragoza.

5.3. Plazo de ejecución

De acuerdo con el programa de trabajo establecido, se prevé que las obras se ejecuten en un periodo total de 3 meses.

5.4. Número de trabajadores

En base a los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de trabajadores trabajando simultáneamente en la obra alcanzará la cifra de 5 trabajadores. De ellos, no todos han de usar los mismos equipos de protección individual, sino que el uso de los mismos dependerá de las tareas y funciones que tengan encomendadas. En este número quedan englobadas todas las personas intervinientes en el proceso con independencia de su afiliación empresarial o sistema de contratación.

5.5. Oficios y unidades especiales

5.5.1. Oficios

- *Peón especial para trabajos de montaje de instalaciones de riego*, que incluye el manejo de maquinaria y equipos para la realización de los trabajos anteriormente expuestos, así como el manejo de maquinaria agrícola.

- *Peón especial en construcción*, que incluye el manejo de maquinaria y equipos.

5.5.2. Medios auxiliares

- Equipos de protección individual.

5.5.3. Maquinaria prevista

- Pequeña maquinaria auxiliar de obra.

- Retroexcavadora.

- Camión.

5.6. Accesos

El acceso a las obras por parte de la maquinaria y los transportes de material a la misma no presentará demasiadas dificultades, puesto que a la zona a modernizar se puede llegar por numerosos caminos existentes, tanto de propiedad municipal como pertenecientes al propio Centro Agronómico, en buen estado de conservación. El acceso principal al Centro se realiza desde la N-420.

5.7. Topografía

La zona afectada por la presente actuación se localiza en una zona de cultivo tradicional, de topografía prácticamente llana, con pendientes medias del 2% hacia el oeste.

Esto implica que el movimiento de la maquinaria en la fase de ejecución de las obras, no presentará grandes dificultades como consecuencia de la topografía natural.

5.8. Climatología del lugar

El clima es de tipo continental semiárida, con escasas lluvias estacionales de carácter torrencial, con temperaturas de invierno y verano extremas y con un elevado contraste térmico entre las medias anuales más frías y las más calurosas.

No obstante, dado que las lluvias estacionales son mayores en otoño y primavera, concretamente mayo y octubre y estando la programación de la obra prevista para otoño, deberá contemplarse la posibilidad de lluvias durante el desarrollo de la misma.

5.9. Lugar del centro asistencial más próximo en caso de accidente

La cercanía a los núcleos de población hace que existan Centros Asistenciales de la Seguridad Social próximos a la obra.

Para la intervención facultativa de siniestros con lesiones personales se recurrirá a los teléfonos y centros que se indican a continuación:

- Teléfono Único de Emergencias; Tfno.112

Los siniestros de daños personales leves o menos graves:

- Centro de Salud de Tamarite de Litera; Tfno. 974-421 911

Los siniestros de daños personales graves:

- Hospital Comarcal de Barbastro; Tfno. 974- 313 511
- Hospital Universitario Arnau de Vilanova (Lérida); Tfno Urgencias. 973- 705 324

6. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

6.1. Descripción general

Las actuaciones planteadas en el proyecto del que forma parte el presente estudio, consisten en la instalación de una red enterrada de tubería para suministro de agua a un equipo fijo de riego por aspersión y su conexión a la red general ya existente.

En el montaje de la red de distribución de riego se desarrollan los siguientes trabajos:

- Movimiento de tierras y apertura de zanjas.
- Colección y tendido de tuberías.
- Colocación de reducciones, piezas en T, codos, etc...
- Colocación de filtros, válvulas, cañas, aspersores, etc...
- Unión a las tomas de las parcelas procedentes de las tuberías existentes, en los puntos reconexión indicados.
- Obra civil.

6.2. Unidades constructivas que concurren en la obra

Durante la fase de ejecución de las obras previstas en proyecto, nos encontraremos con las unidades constructivas y trabajos que se enumeran a continuación:

- EXCAVACIÓN DE ZANJAS O TRINCHERAS

Durante los trabajos de apertura de zanjas para la colocación de las tuberías de PVC.

- RELLENOS

Durante los trabajos de relleno y cubrición de las zanjas por las que discurrirán las tuberías que formarán parte de la Red de Distribución.

- ZANJADORA PARA COLOCACIÓN DE TUBERÍAS DE PIE

Durante los trabajos de colocación de la red terciaria formada por tuberías portaaspersores.

- **MONTAJE DE TUBERIAS**

Durante los trabajos de acopio y posterior montaje de cada una de las tuberías o canalizaciones incluidas en la actuación.

7. RIESGOS EXISTENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

7.1. Montaje de tuberías

Riesgos detectables más comunes

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de las tuberías.
- Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de tubos.
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje en zanja de los tubos.
- Tropiezos y torceduras al caminar por las zanjas entre o sobre los tubos.
- Los derivados de las eventuales roturas de tubos durante el montaje.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.

Normas o medidas preventivas tipo

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los tubos próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los tubos se almacenarán horizontales, evitándose apilar alturas superiores a tres elementos.
- El transporte aéreo de tubos mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.
- Los desperdicios de tubos se recogerán en lugar adecuado, sin interferir en el tránsito por la obra, para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Los elementos a montar se transportarán al punto de ubicación suspendidos del gancho de la grúa mediante eslingas (o 0balancín) de dos puntos distantes para evitar desplazamientos no deseados.
- Queda prohibido el transporte aéreo de tubos en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación «in situ».
- Las maniobras de ubicación «in situ» de tubos se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

Prendas de protección personal recomendadas

Si existiese homologación CE, las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o de PVC. de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad (clases A o C).
- Trajes para tiempo lluvioso.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se colocarán en la obra siguiendo los criterios establecidos por la legislación vigente, reflejándose en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora (Art. 7 RD 1627/1997).

7.2. Montaje de la maquinaria y sistemas de proceso

Dentro de este apartado se incluyen los trabajos necesarios para la recepción, colocación en obra y posterior montaje de la maquinaria y sistemas de proceso previstos en las instalaciones.

Riesgos detectables más comunes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Cortes y golpes por el uso de herramientas manuales (llanas, maletines, etc.).
- Atrapamientos entre piezas y elementos pesados.
- Atrapamientos de miembros entre engranajes o poleas.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Sobreesfuerzos.
- Los inherentes a la utilización de la soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.
- Pisados sobre materiales.
- Quemaduras.
- Otros.

Normas o medidas preventivas tipo

- El personal encargado del montaje será especialista en la instalación de la maquinaria específica.
- No se procederá a realizar el cuelgue de los cables de las «carracas» portantes de la plataforma provisional de montaje, hasta haberse agotado el tiempo necesario para el endurecimiento del punto fuerte de seguridad que ha de soportar el conjunto, bajo la bancada superior.
- En caso de utilizarse plataformas de trabajo móvil, éstas estarán rodeadas perimetralmente por barandillas de 90 cm. de altura, formadas de barra pasamano, barra intermedia y rodapié, dotada de sistema de acuñado en caso de descenso brusco.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán siempre libres de recortes y de material sobrante, que se irá apilando para que sea eliminado por la cuadrilla de limpieza de obra.
- Se prohíbe arrojar tornillería y fragmentos desde las plataformas superiores, para evitar el riesgo de golpes a otros trabajadores.
- La plataforma de montaje estará protegida por una visera resistente antiimpactos.
- Se prohíbe expresamente el acopio de sustancias combustibles bajo un tajo de soldadura.
- El acopio de piezas, maquinaria, etc., se ubicará en lugar predeterminado para ello, para evitar el riesgo por interferencia en los lugares de paso.
- Los elementos componentes de la maquinaria a instalar, se descargarán flejados (o atados) pendientes del gancho de la grúa. Las cargas se gobernarán mediante cabos sujetos por dos operarios, dirigidos por un capataz, se prohíbe guiarlas directamente con las manos, para evitar los riesgos de accidentes por atrapamiento, por derrame de la carga o caída por empujón de la misma.
- Los elementos de gran longitud se descargarán mediante gancho de grúa pendientes de balancines indeformables, para evitar los accidentes por deslizamiento de la carga.
- Se tenderán cables de amarre pendientes de puntos fuertes de seguridad, distribuidos adecuadamente, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad durante las operaciones a ejecutar sobre la plataforma móvil de instalación.
- Las herramientas a utilizar estarán en perfecto estado, sustituyéndose inmediatamente aquellas que se hayan deteriorado durante los trabajos por otras en buenas condiciones, para evitar los riesgos por fallo de la herramienta.
- Se prohíbe durante el desarrollo de toda la obra arrojar escombros en los huecos existentes en las plataformas, para evitar los accidentes por golpes.
- La iluminación de las plataformas se instalará en todo su desarrollo. El nivel de iluminación en el tajo será de 200 lux.

- La iluminación eléctrica mediante portátiles, se efectuará utilizando «portálmparas estancos de seguridad con mango aislante» dotados con rejilla protectora de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- En la puerta o sobre el hueco que dé acceso a la plataforma de trabajo, se instalará un letrero de prevención de riesgos, con la siguiente leyenda: «PELIGRO, SE PROHÍBE LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA A LA INSTALACIÓN».
- Se habilitará un cuadro eléctrico portátil para uso exclusivo de los instaladores de la maquinaria, para evitar solapes e interferencias de los demás oficios en su trabajo, con el siguiente riesgo adicional.

Prendas de protección personal recomendables

Si existe homologación CE, las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo)
- Botas de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Botas aislantes (montajes y pruebas bajo tensión).
- Guantes aislantes (montajes y pruebas bajo tensión).
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad clase A, B o C.

Para el tajo de soldadura además se utilizará;

- Gafas de soldador (para el ayudante).
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de soldador de mano.
- Guantes de cuero.
- Muñequeras de cuero que cubran los brazos.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.

Se debe tener presente que son de interés al caso, las normas que se dan para el montaje de la instalación eléctrica, movimientos de objetos pesados dentro de la instalación, andamios colgados, escaleras de mano, máquinas-herramienta manuales, soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.

7.3. MAQUINARIA A UTILIZAR EN LOS TRABAJOS

7.3.1. Maquinaria de movimientos de tierras

En este apartado agrupamos máquinas utilizadas para efectuar los trabajos de vaciado, excavaciones, rellenos y los correspondientes transportes de las tierras retiradas. Nos referimos concretamente a las siguientes máquinas habitualmente empleadas:

- Camión grúa.
- Retroexcavadora.
- Zanjadora.
- Tractor.

Riesgos más frecuentes

Los riesgos más frecuentes afectan al conductor u operador de la máquina, pero también pueden producir accidentes a otros trabajadores que operan en la obra.

- *Atrapamiento*; este riesgo afecta principalmente al conductor de la máquina en operaciones de mantenimiento o en accidentes por vuelco de la máquina.
- *Quemaduras*; este riesgo deriva fundamentalmente de operaciones mantenimiento.
- *Atropello de personas*; hay riesgo de atropellar en el recinto de la obra a otros trabajadores por circular por zonas indebidas, circular con velocidad inadecuada, por realizar maniobras sin la suficiente señalización acústica, por deficiente visibilidad del conductor, por indebida estancia de los trabajadores en la zona de intervención de la máquina.
- *Contacto eléctrico y posible electrocución o, en su caso, incendio*; fundamentalmente planteado en la fricción o roce de los elementos de la máquina con las líneas eléctricas cercanas no controladas.
- *Estrés y fatiga del operador*, se dan estos supuestos cuando no respetan los períodos de descanso previstos, lo que implica acentuar los riesgos reseñados para la conducción.
- *Choques con otros vehículos*; en estos accidentes influyen en gran medida la conducción a velocidad inadecuada, no cumplir las señales establecidas, excesiva densidad de vehículos en la zona de operación de las máquinas, maniobras inadecuadas, etc.
- *Proyección y caída de materiales*; derivados de las operaciones de carga y descarga.
- *Ruido*; afecta no sólo al operador o conductor, sino también a aquellos trabajadores situados en la cercanía.
- *Vibraciones*; debido al movimiento de la máquina en las operaciones de carga o descarga o en la utilización de martillos perforadores.
- *Vuelco de la máquina*; por mal estado del terreno en inclinación u operaciones peligrosas.

Medidas preventivas relativas a la maquinaria de movimiento de tierras.**A) MEDIDAS PREVENTIVAS GENERALES***Sobre el terreno y el entorno*

- Los accesos y caminos de la obra se conservarán en adecuado estado para la circulación, evitando la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- La maquinaria deberá estacionarse siempre en los lugares establecidos.
- Han de instalarse señales, balizamientos, etc., para advertencia de los vehículos que circulan. Asimismo, se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras.
- No se deberá estacionar ni circular a distancias menores de 2 m de cortes de terreno, bordes de excavación, laderas, barrancos, etc. para evitar el vuelco.
- Siempre que se vaya a transitar por zona de taludes, éstos quedarán debidamente señalizados a una distancia no inferior a los 2m del borde.
- En circunstancias de terreno seco y varias máquinas trabajando en el vaciado, deberán efectuarse los correspondientes riegos para evitar la emisión de polvo que dificulta la visibilidad de los trabajos y afecta a los operadores.
- Se procurará que las operaciones con las máquinas no afecten a líneas eléctricas aéreas o subterráneas, conducciones, etc.
- La altura del frente de excavación se adecuará a las características de la máquina.
- Para la circulación por obra se definirán y señalizarán los recorridos para evitar las colisiones con medios auxiliares, acopios, vehículos, etc.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras.

Comprobaciones previas al trabajo

- Antes de poner en servicio la máquina, se comprobará el estado de dispositivos de frenado, neumáticos, batería, niveles de aceite y agua, luces y señales acústicas y de alarma.
- Deben revisarse periódicamente todos los puntos de escape del motor para evitar que los gases penetren en la cabina del conductor; extremándose el cuidado en los motores provistos de ventilador de aspiración para el radiador.
- Deben revisarse antes del inicio los mandos y dispositivos de seguridad de la máquina.

Sobre los operarios

- El operario que maneje la máquina debe ser cualificado, con buena capacidad visual, experiencia y dominio de la máquina.
- Deberá tener conocimiento de las medidas de seguridad en relación con el trabajo de la máquina.

- El conductor dispondrá de calzado antideslizante y se preocupará de mantener las suelas libres de barro para evitar el bloqueo en pedales y mecanismos.
- El conductor no permanecerá en la cabina mientras duren las operaciones de carga y descarga y se mantendrá fuera del radio de acción de la máquina.
- Utilizará los lugares previstos para subir o bajar de la cabina. No debe saltar desde la misma.
- Cuando abandone la cabina utilizará el casco de seguridad.
- No permitir el manejo de mandos a personas ajenas al operador.
- En caso de interferencia con una línea eléctrica no se abandonará la cabina.
- No abandonará la máquina con el motor en marcha.
- Debe realizar las maniobras dentro del campo de su visibilidad; en caso contrario, se ayudará de un señalizador.
- En los supuestos de ruido utilizará tapones o auriculares.
- En caso necesario se usará cinturón elástico antivibratorio (en buldózer).
- Se prohíbe en la obra el transporte de personas sobre las máquinas, para evitar caídas o atropellos.

Sobre el funcionamiento

- Como norma general se evitará circular a velocidad superior a 20Km/h en el movimiento de tierras.
- Antes de iniciar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se deberá inspeccionar la zona de evitación de desprendimientos sobre personas, máquinas, etc.
- Cuando se efectúen maniobras no se permitirá la estancia de personal en las proximidades del radio de acción de la máquina.
- Las maniobras de carga y descarga se guiarán siempre por un operario especialista.
- No se realizará la marcha atrás, ni se efectuarán maniobras en espacios reducidos, sin el auxilio de un señalista. Las máquinas deben estar provistas de faros de marcha hacia delante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórticos de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor. Además, en la marcha atrás debe existir señalización acústica.

B) MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS AL CAMIÓN GRÚA

- Al realizar las entradas o salidas del solar las hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Respetará todas las normas del código de circulación.
- Respetará en todo momento la señalización de la obra.
- Si se da la circunstancia de que el vehículo queda parado en rampa, el camión quedará frenado y calzado con topes.
- Antes del inicio de la carga o descarga se mantendrá puesto el freno de mano.

- Se llevarán incorporadas luces y bocina de retroceso.
- Queda prohibido el descanso bajo el vehículo.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
- No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar estas maniobras.
- Si se descarga material en las proximidades de la zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1m, garantizando ésta mediante topes.

C) MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA RETROEXCAVADORA

Es una máquina igual que la pala cargadora, con la diferencia de que en lugar de recoger la tierra por encima del nivel de sus orugas o ruedas, las recoge en un plano inferior, por lo que es muy usada en excavaciones de zanjas, trabajos de demolición, carga sobre vehículos y extracción de materiales bajo el nivel del suelo.

- Deberá llevar en la cabina un botiquín de primeros auxilios.
- En toda máquina habrá un extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Toda retroexcavadora llevará incorporadas luces y bocina de retroceso.
- Quedará prohibido tumbarse a descansar bajo la máquina.
- La conducción se hará siempre con la “cuchara” plegada y con los puntales de sujeción colocados si el desplazamiento es largo.
- La intención de moverse se indicará con el claxon (por ejemplo: dos pitidos para andar hacia delante y tres hacia atrás).
- El conductor no abandonará la máquina sin parar el motor y la puesta de la marcha contraria al sentido de la pendiente.
- No se abandonará la retroexcavadora sin dejar apoyada la “cuchara” en el suelo. Tampoco se abandonará la pala con la “cuchara” bivalva sin cerrar, incluso cuando quede apoyada en el suelo.
- Durante los procesos de trabajo se apoyarán las zapatas en tableros o tablones de reparto, con los medios e indicaciones dados por el fabricante.
- Cuando se vaya a realizar el descenso por una rampa o pendiente, el brazo de la “cuchara” estará situado en la parte trasera de la máquina.
- No se permitirá el desplazamiento de la máquina si previamente no queda apoyada la “cuchara” en la propia máquina; se evitarán movimientos y balanceos. Habrá que tomar precauciones también, situando a las personas

fuera del radio de acción de la máquina y disponer de una cabina antiimpacto (FOPS).

- Como norma general no se permitirá estacionar la máquina a menos de 2m del borde de zanjas, frentes de excavación, terraplenes, etc.
- No se realizarán trabajos en el interior de una zanja cuando se encuentren operarios dentro del radio de acción de la máquina.
- No se trabajará en esta máquina en pendientes que superen el 50%. Deberá trabajarse siempre de cara a las pendientes.
- Se revisarán los frenos cuando se haya trabajado en terrenos encharcados.
- No se realizarán reparaciones u operaciones con la máquina funcionando.
- El personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina para evitar atropellos y golpes, durante los movimientos de ésta o por algún giro imprevisto al bloquearse una oruga.
- Limpiará el barro adherido al calzado, para que no resbalen los pedales.

Protecciones personales relativas a maquinaria de movimiento de tierras

Si existe homologación C.E., las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

- Casco de polietileno con protectores auditivos incorporados (preferible con barbuquejo).
- Protectores auditivos.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvos.
- Ropa de trabajo.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.
- Zapatos para conducción de vehículos.
- Guantes de cuero (mantenimiento).
- Mandil de cuero (mantenimiento).
- Polainas de cuero (mantenimiento).

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se colocarán en la obra siguiendo los criterios establecidos por la legislación vigente, reflejándose en el Plan de Seguridad y condiciones de Salud que debe realizar la empresa constructora (Art. 7 RD 1627/1997).

7.3.2. Camión grúa.

Conforme establece el RD 827/2003 de 27 de junio (BOE de 17 de julio), por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas, éstas últimas pueden definirse como cualquier aparato de elevación de funcionamiento discontinuo,

destinado a elevar y distribuir en el espacio cargas suspendidas de un gancho o cualquier otro accesorio de aprehensión, dotado de medios de propulsión y conducción propios o que formen parte de un conjunto con dichos medios que posibilitan su desplazamiento por vías públicas o terrenos.

Riesgos más frecuentes

- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas a distinto nivel (al subir o bajar de la cabina).
- Caídas por objetos por:
 - Defecto del gancho, eslinga.
 - Carencia de pestillo de seguridad (en gancho).
 - Batea, barquilla incorrecta.
 - Falta de visión en operaciones de carga y descarga.
- Desplome de la estructura en montaje.
- Golpes con las cargas.
- Interferencias con otras grúas.
- Vuelco.
- Contacto eléctrico

Normas o medidas preventivas tipo

Sobre el terreno y el entorno

- Accesos y caminos; los accesos y caminos de la obra se conservarán en adecuado estado para la circulación evitando la formación de blandones y embarramientos excesivos.
- Terrenos blandos; en terrenos blandos se deberá poner especial cuidado y disponer de tablonos o placas de palastro como reparto de los gatos estabilizadores.
- Estacionamiento de la máquina; la máquina deberá estacionarse siempre en los lugares establecidos y adecuadamente nivelada.
- Señalización; han de instalarse señales, balizamientos, etc., para advertencia de los vehículos que circulan por la vía.
- Vallado; se deberá vallar el entorno de la grúa.
- Circulación y estacionamiento; no se deberá estacionar ni circular a distancias menores de 2m. de cortes de terreno, bordes de excavación, etc.

Comprobaciones previas al trabajo

- Gatos estabilizadores; comprobar permanentemente el apoyo de los gatos estabilizadores antes de entrar en servicio.

- Contrapesos; las grúas en que sea necesaria la utilización de un contrapeso constituido por uno o varios boques desmontables, dispondrán de las fijaciones necesarias del contrapeso a la estructura para evitar desprendimientos.
- Corona de orientación; la corona de orientación será de capacidad suficiente para resistir los esfuerzos producidos por el funcionamiento de la grúa.
- Frenos y gancho; antes de poner en servicio la grúa se comprobará el buen servicio de los dispositivos de frenado.
- Todo gancho debe llevar incorporado el correspondiente cierre de seguridad que impida la salida de los cables. (Norma UNER 58-515-82).

Sobre los operarios

- Gruista cualificado; el operario que maneje la grúa debe ser cualificado, en posesión del carné de operador de grúa móvil autopropulsada conforme establece el Anexo VII de la ITC MIE-AEM-4.
- Calzado antideslizante; el conductor dispondrá de calzado antideslizante y se preocupará de mantener las suelas libres de barro para evitar el bloqueo en pedales y mecanismos.
- Carga y descarga; el conductor no permanecerá en la cabina mientras duren las operaciones de carga y descarga.
- Subida y bajada a la cabina; utilizará los lugares previstos para subir o bajar de la cabina. No debe saltar desde la misma.
- La cabina será de construcción cerrada y se instalará de modo que el operador tenga durante las maniobras el mayor campo de visibilidad.
- La cabina estará provista de accesos fáciles y seguros desde el suelo y en su interior se instalarán diagramas de cargas y alcances, rótulos e indicativos para la correcta identificación de los mandos e iluminación.
- Manejo de los mandos; no permitir el manejo de mandos a personas ajenas al operador.
- Líneas eléctricas; en caso de interferencia con una línea eléctrica no se abandonará la cabina.
- Cuando existan líneas de alta tensión próximas a la zona de trabajo de la grúa se solicitará de la compañía eléctrica el corte de servicio mientras duren los trabajos.
- Equipos de protección individual; utilizará equipo de protección individual adecuado: botas, casco, guantes, etc.

Sobre funcionamiento

- Guiado de carga y descarga; las maniobras de carga y descarga se guiarán siempre por un operario especialista.
- Arrastrado de carga; no permitir la utilización de la grúa para arrastrar cargas.
- Carga máxima; no sobrepasar la carga admitida por el fabricante.
- Dispositivos de seguridad; la grúa contará con un limitador de momento de carga, con avisador luminoso o acústico para evitar el vuelco o la sobrecarga,

- un limitador de final de carrera del gancho, un gancho de pestillo de seguridad y un detector de tensión que emite una señal cuando la grúa se acerca a una línea de alta tensión.
- Equipo hidráulico; los cilindros hidráulicos deberán ir provistos de válvulas de retención que eviten su recogida accidental en caso de rotura o avería en las tuberías flexibles de conexión.
 - En el circuito de giro deberá instalarse un sistema de frenado que amortigüe la parada del movimiento y evite, asimismo, los esfuerzos laterales que accidentalmente puedan producirse.
 - Zona de peligro; no permanecer bajo el radio de acción de la grúa ni el radio de acción de las cargas suspendidas.
 - Inmovilidad del brazo de la grúa; asegurar la inmovilidad del brazo antes de iniciar cualquier recorrido por pequeño que éste sea.
 - Extensión máxima del brazo; no sobrepasar el límite de extensión máxima del brazo.
 - Señalista; si en un momento determinado el gruista queda sin visión de la carga, deberá ser auxiliado por un señalista.
 - No se realizará la marcha atrás ni maniobras en espacios reducidos sin el auxilio de un señalista.
 - Maniobras; las maniobras de la grúa se efectuarán sin sacudidas bruscas.
 - Cuando icemos piezas que no tengan un punto diseñado para ir colgadas se utilizarán elementos auxiliares (eslingas).
 - A la hora de dirigir y colocar las cargas no se acompañarán con la mano, sino que se utilizarán elementos auxiliares para manejarlas a una distancia prudencial.
 - El estribado de cargas se realizará de forma que el peso se reparta homogéneamente.
 - Se comprobará que los elementos auxiliares utilizados en el izado de cargas tengan capacidad de carga suficiente.
 - Las operaciones de izado de cargas con la grúa se interrumpirán cuando la velocidad del viento produzca oscilaciones en la carga que no permitan controlar adecuadamente la maniobra.
 - El manejo de la grúa se realizará bajo la dirección y supervisión del director de la obra o actividad o la persona designada por él.
 - Revisiones reglamentarias; periódicamente se deberán efectuar todas las revisiones reglamentarias con anotación en la ficha de control de la máquina.

7.3.3. Máquinas-herramientas.

A) SIERRA CIRCULAR

Riesgos más frecuentes

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendio

Normas básicas de seguridad

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- Se encontrará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

Protecciones personales

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de protección, contra la proyección de partículas de madera.
- Calzado con plantilla anticlavos.

Protecciones colectivas

- Zona acotada para la máquina instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo químico antigrasa, junto al puesto de trabajo.

B) AMASADORA

Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas
- Atrapamientos por órganos móviles.
- Vuelcos y atropellos al cambiarla de emplazamiento.

Normas básicas de seguridad

- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Bajo ningún concepto, se introducirá el brazo en el tambor, cuando funcione la máquina.

Protecciones personales

- Casco homologado de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Guantes de goma.
- Botas de goma y mascarilla antipolvo.

Protecciones colectivas

- Zona de trabajo claramente delimitada.
- Correcta conservación de la alimentación eléctrica.

C) HERRAMIENTAS MANUALES

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, máquina de cortar terrazo y rozadora.

Riesgos más frecuentes

- Descargas eléctricas.
- Proyección de partículas.
- Caídas de altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvos.
- Explosiones e incendios.
- Cortes en extremidades.

Normas básicas de seguridad

- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco
- Las herramientas será revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

Protecciones personales

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
- Cinturón de seguridad, para los trabajos de altura.

Protecciones colectivas

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las mangueras de alimentación a herramientas en buen uso.
- Los huecos estarán protegidos con barandillas.

8. EQUIPAMIENTOS**8.1. DOTACIÓN DE ASEOS Y VESTUARIOS**

Dado que las actuaciones objeto del presente estudio de seguridad y salud están ubicadas en el centro agronómico “La Melusa”, dotado de instalaciones generales, en principio no se estima dotar de vestuarios y aseos específicos el ámbito de la obra.

8.2. SEÑALIZACIÓN

Una de las actuaciones preventivas de la obra es la señalización de los riesgos que anteriormente se han adscrito, en el entendimiento de que ello no los elimina y por tanto, no dispensa en ningún caso la obligación de adoptar las medidas preventivas y de protección mencionadas anteriormente.

8.3. CONDICIONES GENERALES Y APLICABLES A LOS EQUIPOS

Tanto los equipos individuales como colectivos de seguridad e higiene tienen una vida útil, finalizada la cual deberá procederse a su inutilización y posterior reposición, así como la de aquellos equipos que sufren un marcado deterioro que invalide su uso y aplicación.

Los elementos de protección individual deberán ajustarse a la homologación oficial vigente. En el caso de que no existan normas de homologación oficial, se exigirá una calidad adecuada a las prestaciones del servicio.

Los botiquines estarán en todo momento suficientemente abastecidos, por lo que serán objeto de una revisión periódica para asegurar la existencia de al menos los elementos enumerados en el apartado 9.1.

9. MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y SALUD. FORMACIÓN.

1. La empresa constructora propondrá a la Dirección Facultativa un programa para elaborar el grado de cumplimiento dispuesto en materia de seguridad y salud, tendente a garantizar la existencia, eficacia, mantenimiento, reparación y sustitución, en su caso, de las protecciones previstas. Así mismo, se evaluará la idoneidad y eficacia de las conductas citadas y de los soportes documentales que los define. Este programa contendrá la menos:

- a) Metodología a seguir
- b) Frecuencia de conservación.
- c) Itinerarios para las inspecciones planteadas.
- d) Personal para esta tarea
- e) Análisis de la evolución de la observaciones.

2. Con carácter general se establecerá un severo control de acceso a la obra, limitándose, en su caso, las zonas visitables a personas ajenas.

9.1. FORMACIÓN EN SEGURIDAD E HIGIENE

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Se prevé una media de 4 horas mensuales dedicadas a este fin. No obstante, todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos que conlleva su trabajo, así como las conductas a observar y el uso de las protecciones colectivas y personales, con independencia de la formación que reciban esta información se dará por escrito.

Se establecerá también por escrito las normas a seguir, cuando se detecte situación de riesgo, accidente o incidente.

10. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

10.1. BOTIQUÍN

En cumplimiento de la Normativa vigente en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, se dispondrá de un botiquín conteniendo al menos los siguientes elementos:

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96°.
- Tintura de yodo.
- Mercurio-cromo.
- Amoniaco.
- Algodón hidrófilo.
- Gasa estéril.

- Vendas.
- Esparadrapo.
- Torniquete.
- Bolsa con guantes esterilizados.
- Termómetro clínico.
- Caja se apósitos autoadhesivos
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardiacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

10.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

Se deberá informar al personal de la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas patronales, Mutualidades laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente 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.

En caso de accidente se deberá aplicar el correspondiente plan de primeros auxilios, aplicándose para ello lo establecido en la Instrucción Especifica de Seguridad 04.01-02 "Primeros auxilios", actuando para los servicios asistenciales de la siguiente forma:

- La asistencia elemental para las pequeñas lesiones sufridas por el personal de la obra, se atenderán en el botiquín instalado a pie de obra y facilitado por la Mutua Patronal de Accidentes de Trabajo a la que está adscrita la obra.
- El botiquín estará compuesto, al menos, por los elementos mencionados en el punto anterior.

Tal y como se ha mencionado en el apartado 5.9, para la intervención facultativa de siniestros con lesiones personales se recurrirá a los siguientes teléfonos y centros:

- Teléfono único de Emergencias; Tfno. 112.

Los siniestros de daños personales leves o menos graves:

- Centro de Salud de Tamarite de Litera; Tfno. 974-421-911.

Los siniestros de daños personales graves:

- Hospital Comarcal de Barbastro; Tfno. 974-313 511.
- Hospital universitario Arnau de Vilanova (Lérida); Tfno Urgencias 976 705 324.

Con independencia de la prestación de asistencia en el centro arriba indicado y en función de la proximidad de otros centros no concentrados en el momento de producirse un accidente, se tendrá disposición absoluta para acudir a cualquier otro centro que garantice una atención rápida y correcta al posible accidentado.

10.3. RECONOCIMIENTO MÉDICO

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento previo al trabajo, que será repetido en el período de un año.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

En colaboración con el Técnico de Seguridad se realizarán las mediciones de gases, ruidos, polvos, etc.

11 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS TERCEROS

Se señalará de acuerdo con la normativa vigente el enlace con caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso, los cerramientos necesarios.

12 PRINCIPIOS GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Los principios de la acción preventiva se aplicarán durante la ejecución de la obra y en particular a las siguientes tareas:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos de trabajo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y la determinación de las vías a zonas de desplazamiento o circulación.
- Retirada o eliminación de residuos o escombros.
- Delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamientos y depósitos de los distintos materiales.
- Interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Agrícola y Medio Rural

**Proyecto de modernización y mejora del
regadío, en Tamarite de Litera (Huesca)**

Alumno: Marta Elia Jiménez Híjar

Tutor: Juan José Mazón

Septiembre de 2014

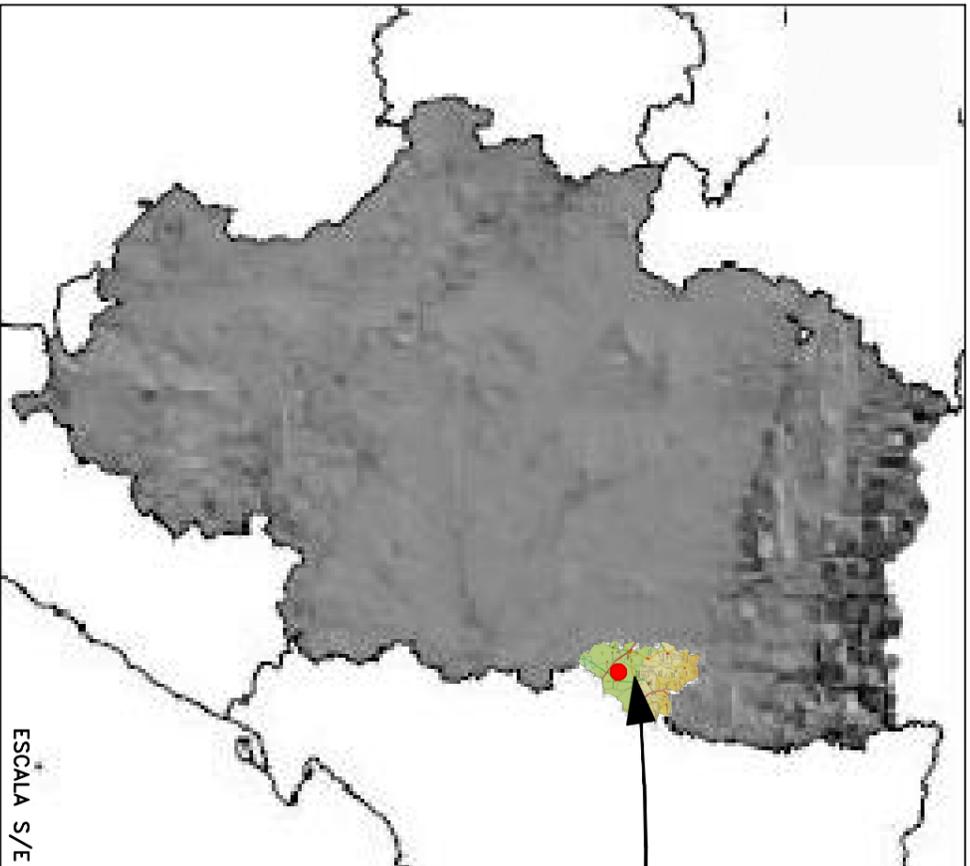
Copia para el tutor/a

PLANOS

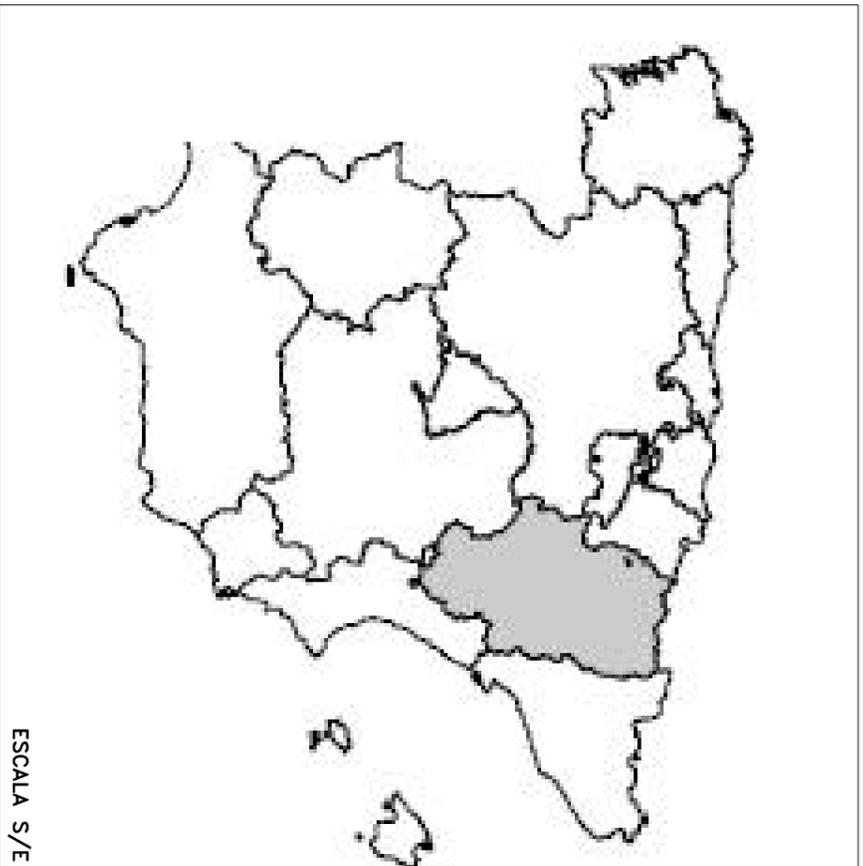
Documento nº 2

ÍNDICE PLANOS

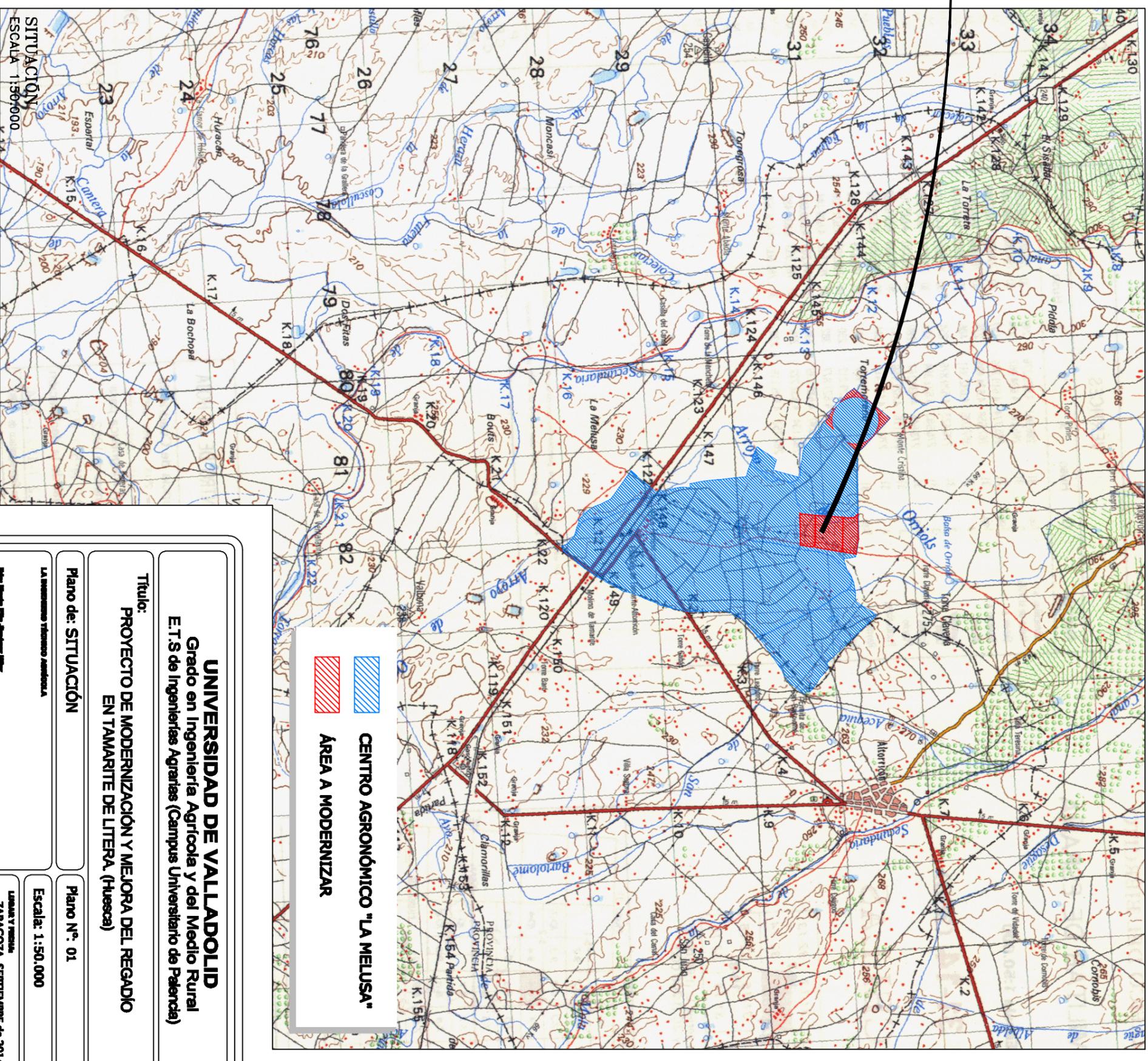
Plano 1. Situación	1
Plano 2. Emplazamiento	1
Plano 3 Distribución Sectorial	
Plano 3.1 Distribución sectorial. Zona A	1
Plano 3.2. Distribución sectorial. Zona B	2
Plano 4 Planta General de obras	
Plano 4.0 Plano Guía. Planta General de obras	0
Plano 4.1 Planta General de obras	1
Plano 4.2 Planta General de obras	2
Plano 4.3 Planta General de obras	3
Plano 4.4 Planta General de obras	4
Plano 4.5 Planta General de obras	5
Plano 4.6. Planta General de obras	6
Plano 4.7. Planta General de obras	7
Plano 5 Detalle de instalación	
Plano 5.1 Válvulas	1
Plano 5.2 Conexiones 1 y 2	2
Plano 5.3 Conexiones 3 y 4	3



ESCALA S/E



ESCALA S/E



 **CENTRO AGRONÓMICO "LA MELUSA"**
 **ÁREA A MODERNIZAR**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
E.T.S de Ingenieros Agrarías (Campus Universitario de Palencia)

Título:
PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO
EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)

Plano de: SITUACIÓN

ESCALA: 1:50.000

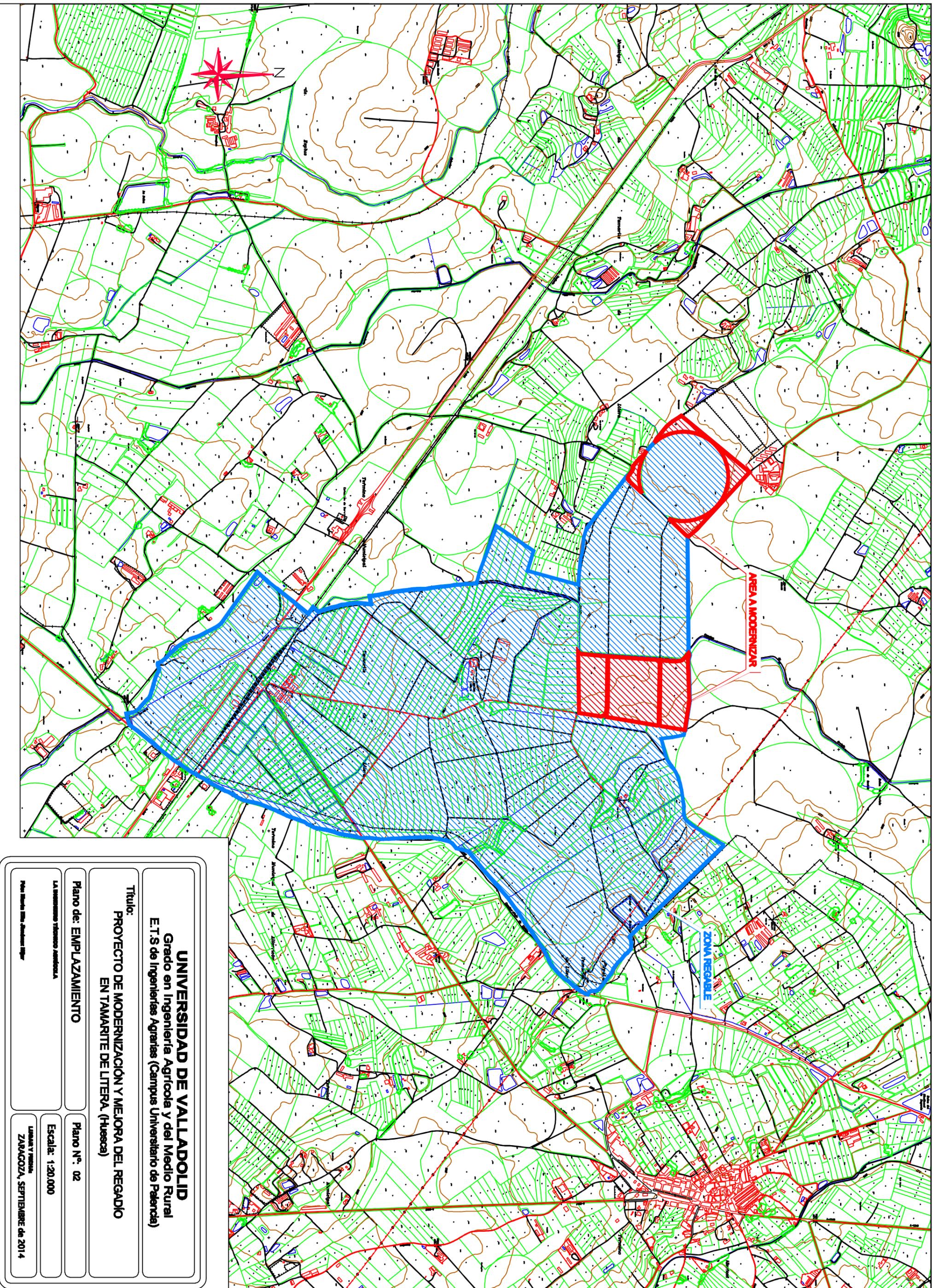
LABOR Y PÉRIODO:
ZARAGOZA, SEPTIEMBRE DE 2014

SITUACIÓN

ESCALA 1:50.000

LA INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA

LABOR Y PÉRIODO:
ZARAGOZA, SEPTIEMBRE DE 2014



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
E.T.S de Ingenieros Agrarios (Campus Universitario de Palencia)

Título:
**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO
EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)**

Plano de: **EMPLAZAMIENTO**

LA INGENIERIA TÉCNICA AGRICOLA

Plan: **Plan de Emplazamiento**

Plano N°: **02**

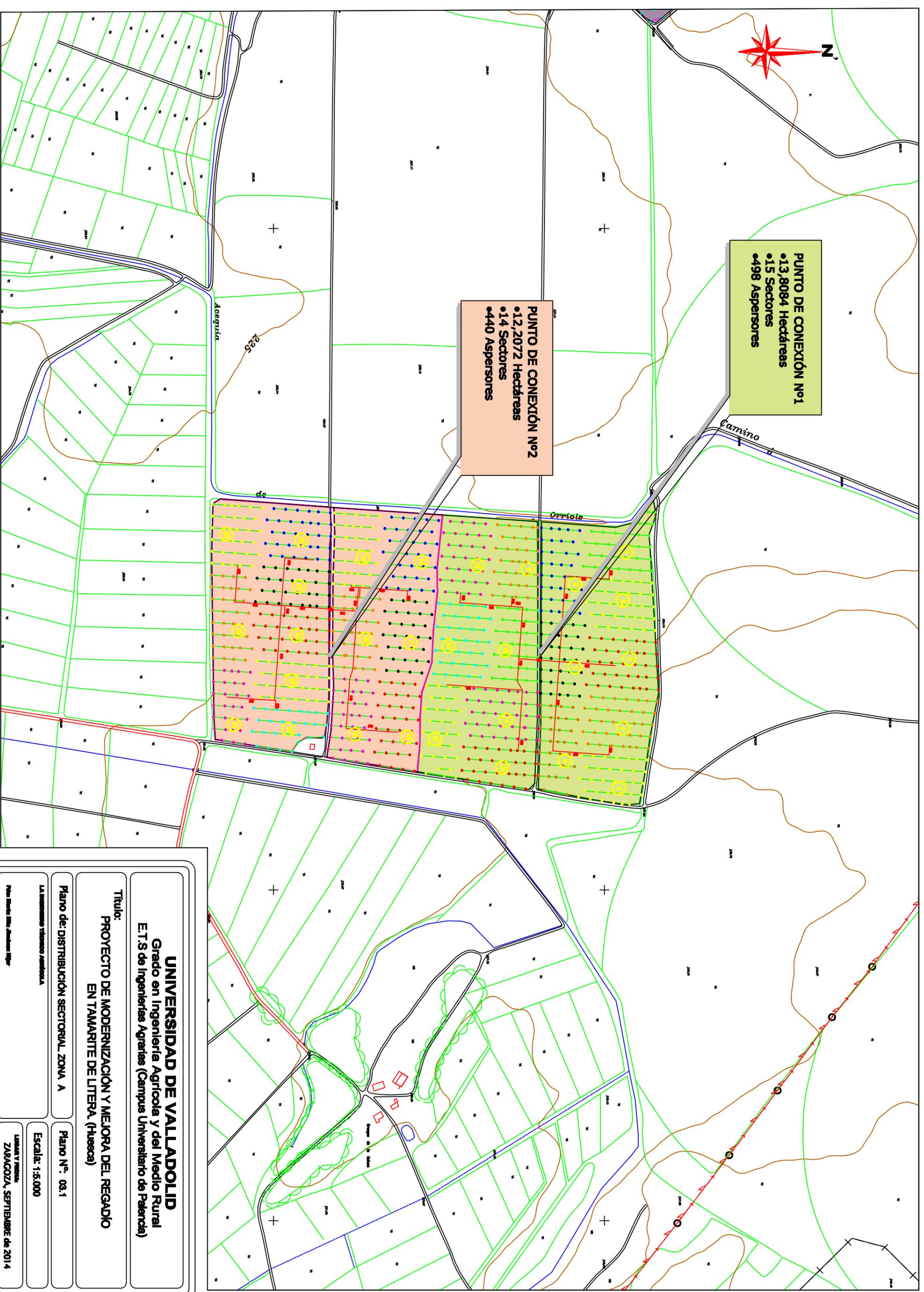
Escala: **1:20.000**

Lugar y fecha:
ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014



PUNTO DE CONEXIÓN Nº1
•13,8084 Hectáreas
•15 Sectores
•498 Aspersores

PUNTO DE CONEXIÓN Nº2
•12,2072 Hectáreas
•14 Sectores
•440 Aspersores



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
E.T.S de Ingenierías Agrarias (Campus Universitario de Palencia)

Título:
**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO
EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)**

Plano de: **DISTRIBUCIÓN SECTORIAL ZONA A**

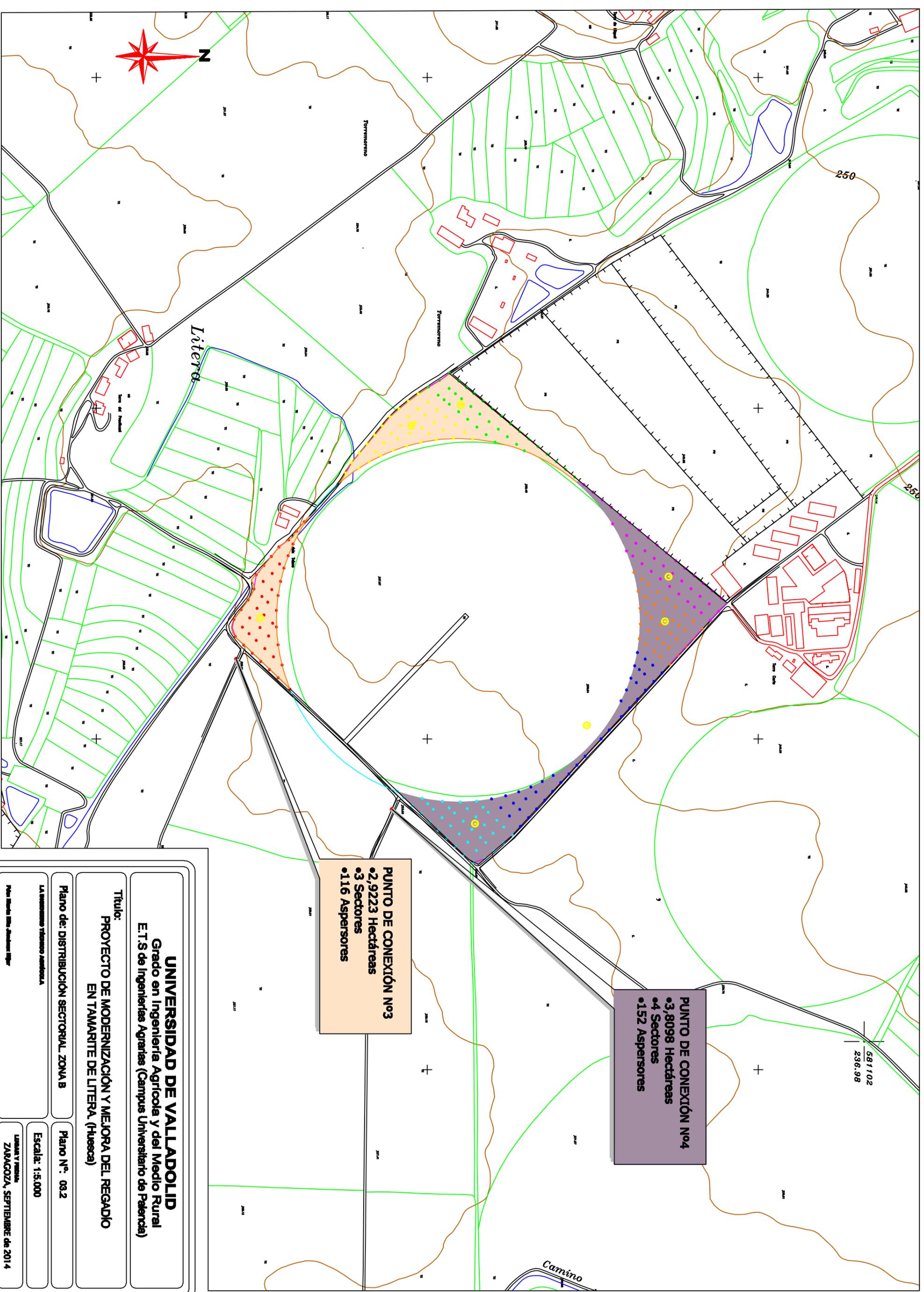
LA INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA

Plano Nº: **03.1**

Escala: **1:5.000**

Plan Básico del Sistema Riego

Laboratorio de Irrigación
ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014



PUNTO DE CONEXIÓN Nº4
 • 3, 8098 Hectáreas
 • 4 Sectores
 • 152 Aspersores

PUNTO DE CONEXIÓN Nº3
 • 2, 9223 Hectáreas
 • 3 Sectores
 • 116 Aspersores

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 E.T.S de Ingenieros Agrarias (Campus Universitario de Palencia)

Título:
PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)

Plano de: **DISTRIBUCIÓN SECTORIAL ZONA B**

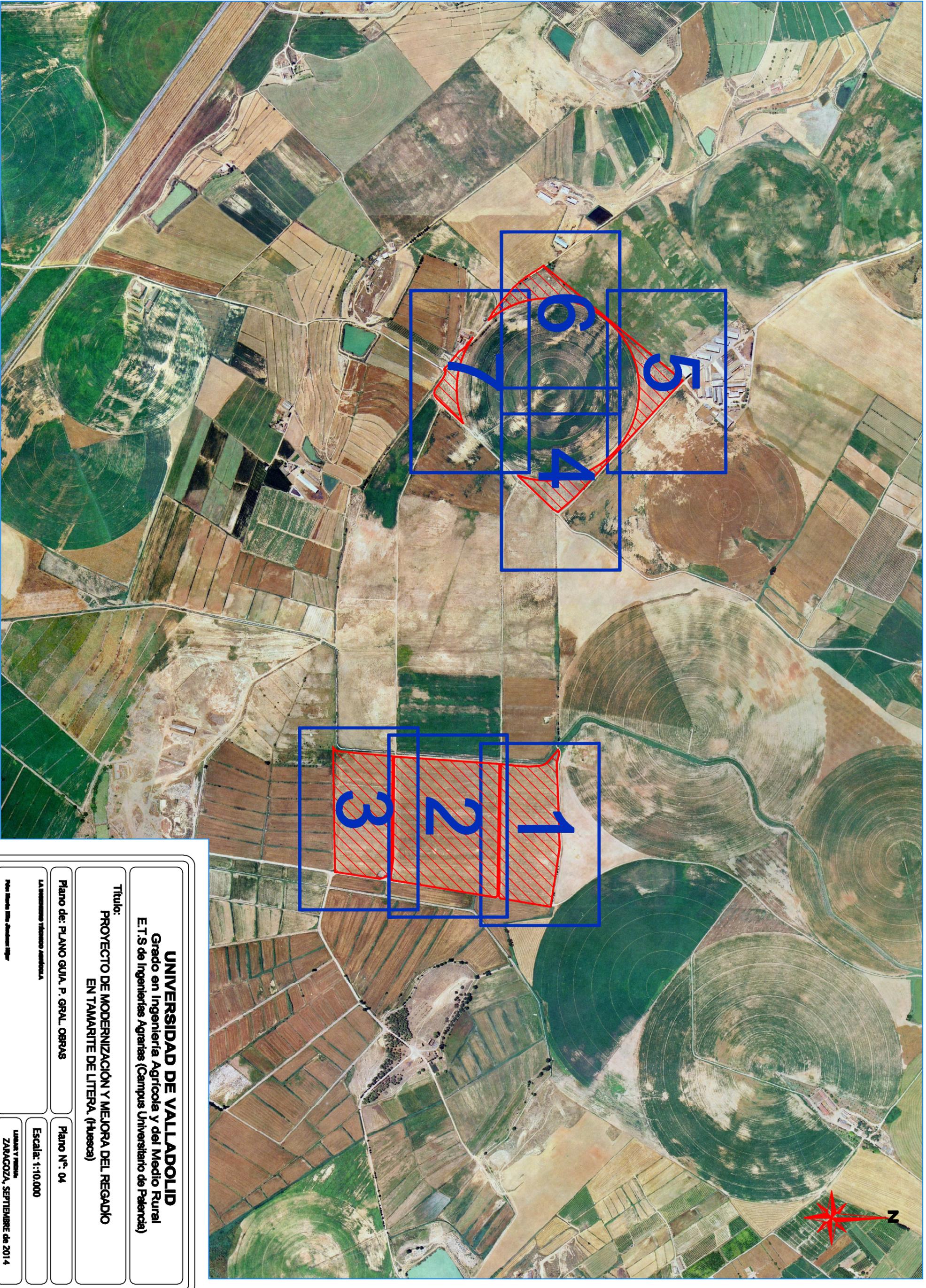
LA INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA

Plan Básico del Sistema Riego

Plano Nº: **03.2**

Escala: **1:5.000**

LEONAR VARELA
 ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
E.T.S de Ingenieros Agrarios (Campus Universitario de Palencia)

Título:
**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADJO
EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)**

Plano de: **PLANO GUIA. P. GRAL. OBRAS**

LA INGENIERIA TECNICA AGRICOLA

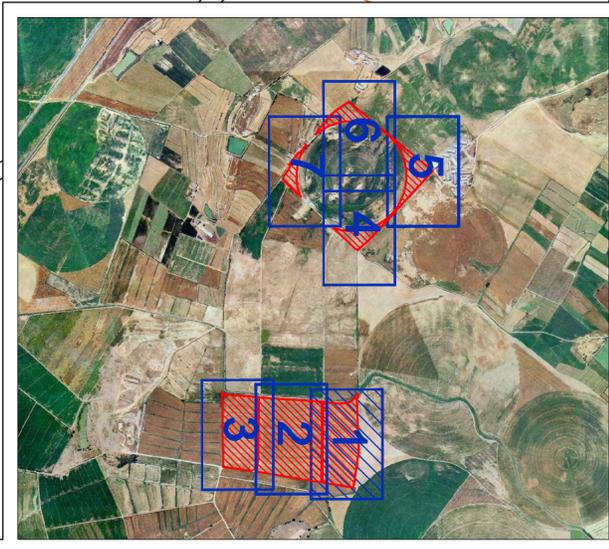
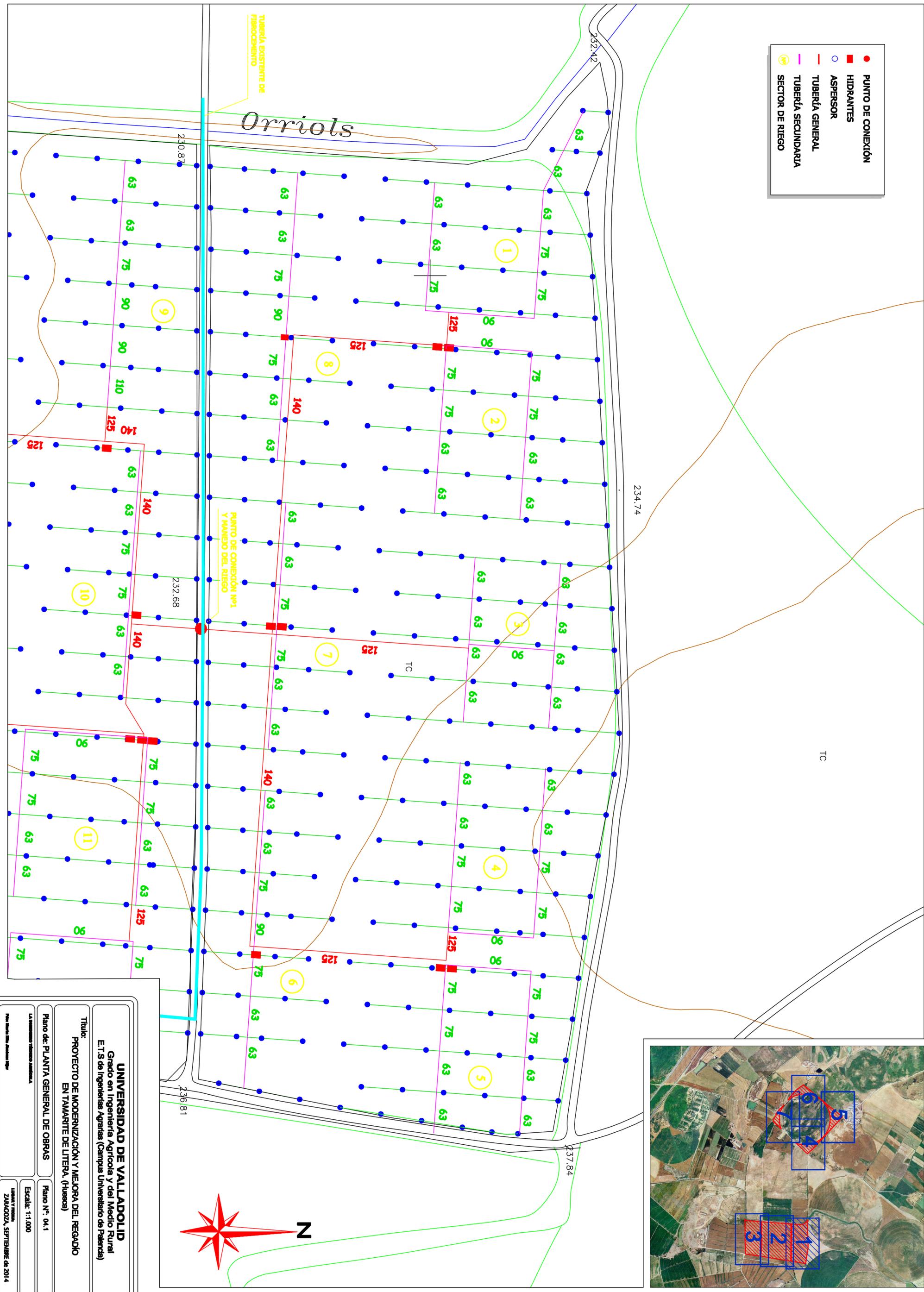
Plan Básico del Sistema Riego

Plano N°: **04**

Escala: **1:10.000**

Lugar y fecha:
ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014

- PUNTO DE CONEXIÓN
- HIDRANTES
- ASPERSOR
- TUBERÍA GENERAL
- TUBERÍA SECUNDARIA
- Ⓜ SECTOR DE RIEGO



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 E.T.S de Ingenieros Agrónomos (Campus Universitario de Palencia)

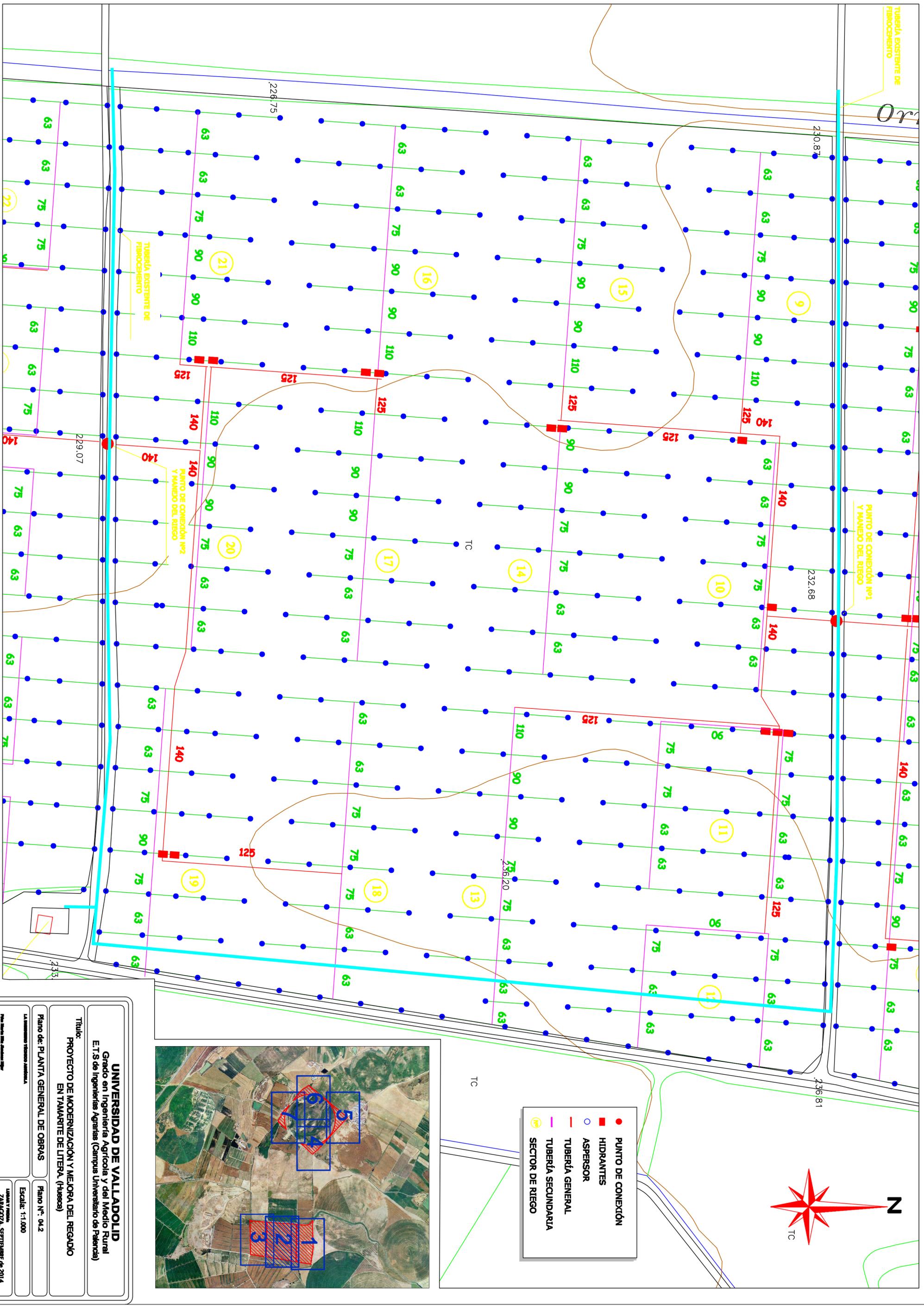
Título:
 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO
 EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)

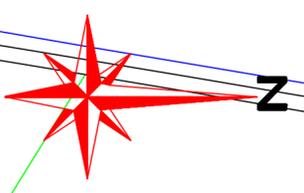
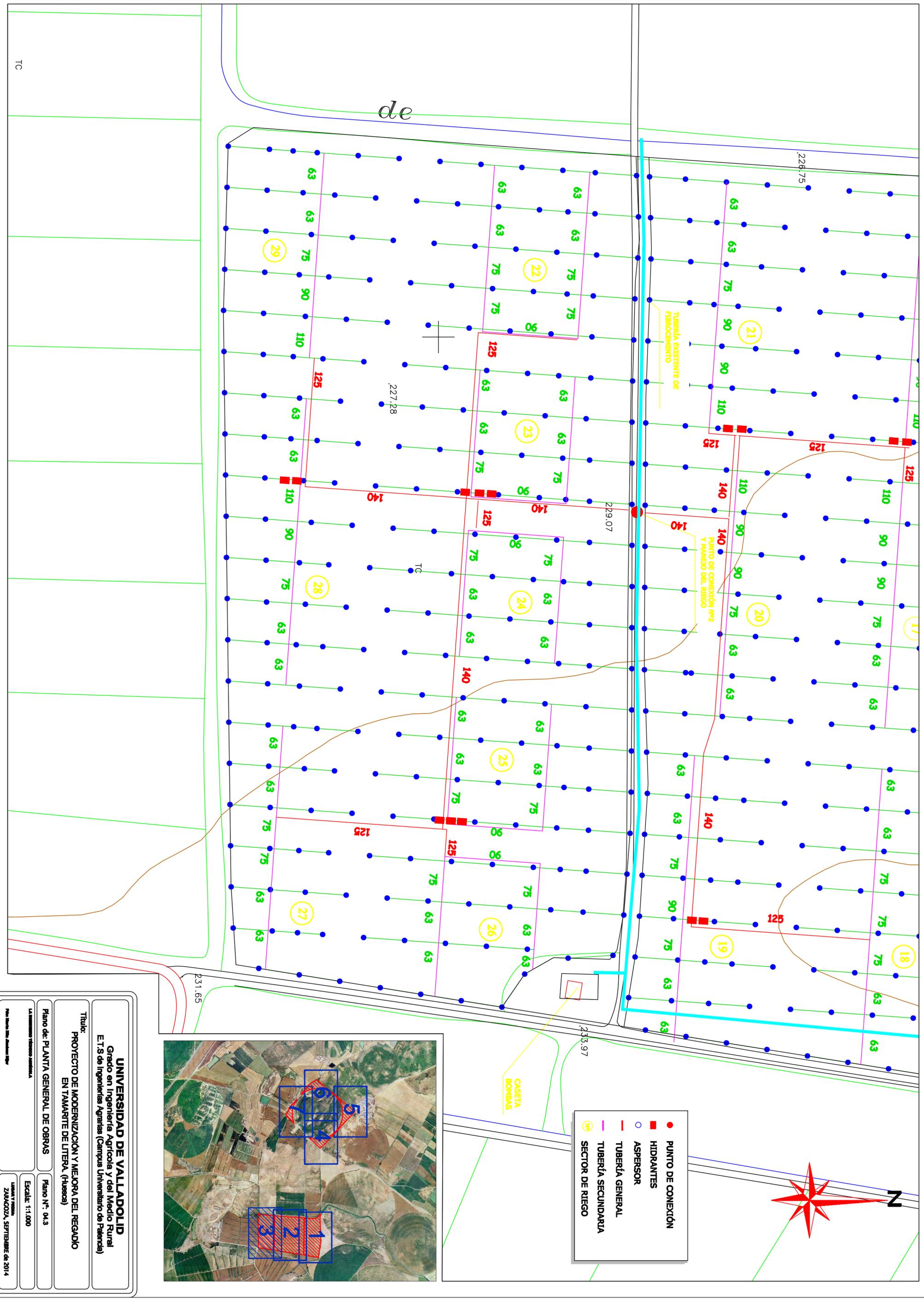
Plano de: PLANTA GENERAL DE OBRAS **Plano N.º:** 04.1

LA INGENIERIA TECNICA ANEXADA **Escala:** 1:1.000

Fecha: 14/07/2014 **Lugar y fecha:**
 ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014

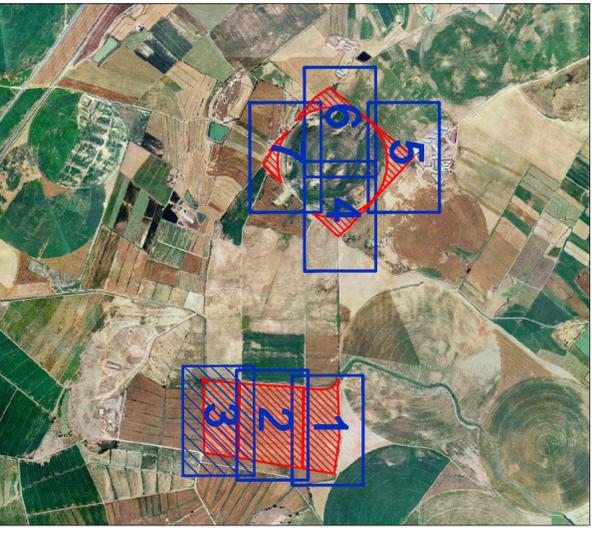
Plan: Datos: 04.1, 04.1, 04.1, 04.1





- PUNTO DE CONEXIÓN
- HIDRANTES
- ASPERSOR
- TUBERÍA GENERAL
- - TUBERÍA SECUNDARIA
- Ⓜ SECTOR DE RIEGO

CASETA BOMBAS



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 E.T.S de Ingenierías Agrarias (Campus Universitario de Palencia)

Título:
 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)

Plano de: PLANTA GENERAL DE OBRAS **Plano N°:** 04.3

LA INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA **Escala:** 1:1.000

Fecha: 14 de Julio de 2014 **Lugar y fecha:** ZARAGOZA, SEPTIEMBRE DE 2014

TC

de

231.65

233.97

229.07

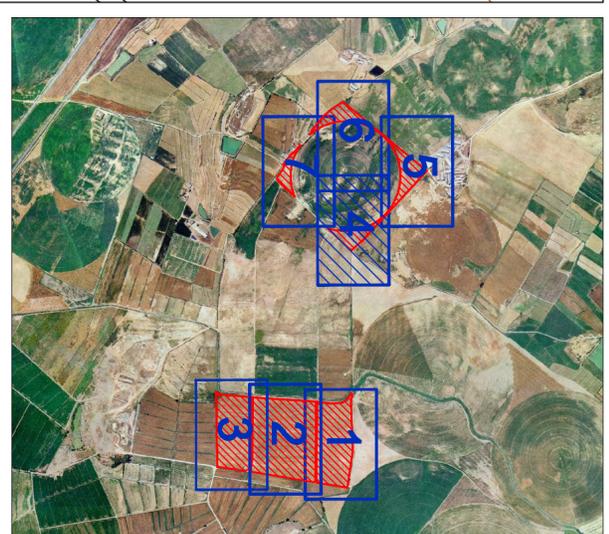
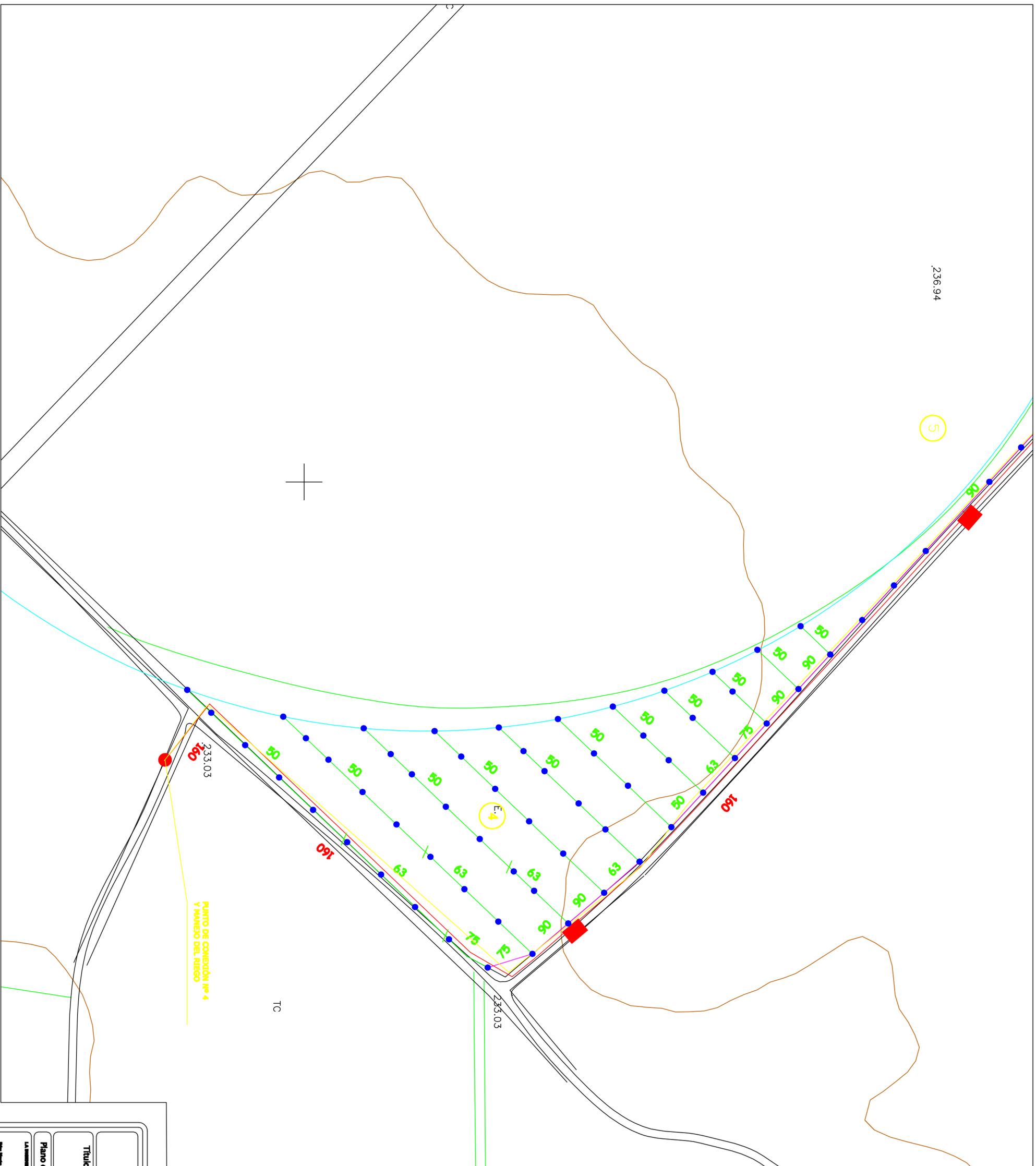
227.28

226.75

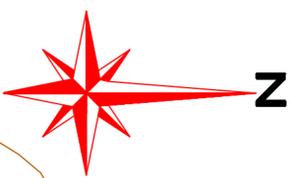
TC

TUBERÍA EXISTENTE DE FIBROCEMENTO

PUNTO DE CONEXIÓN N°2 Y MANEJO DEL RIEGO



- PUNTO DE CONEXIÓN
- HIDRANTES
- ASPERSOR
- TUBERÍA GENERAL
- TUBERÍA SECUNDARIA
- SECTOR DE RIEGO



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 E.T.S de Ingenierías Agrarias (Campus Universitario de Palencia)

Título:
 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO
 EN TAMARITE DE LITERA. (huesca)

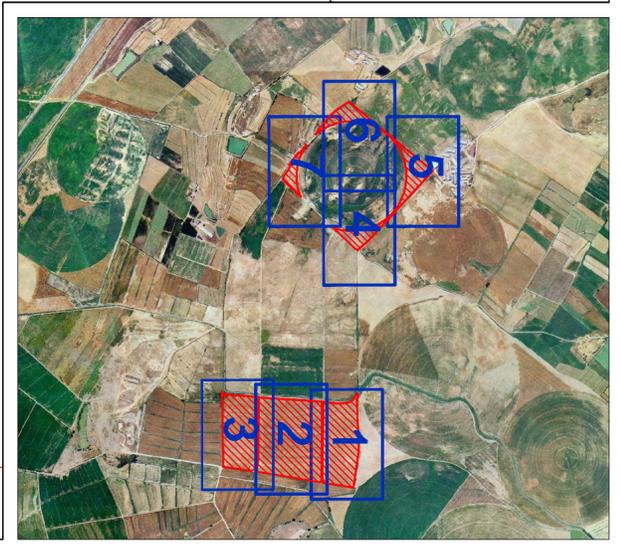
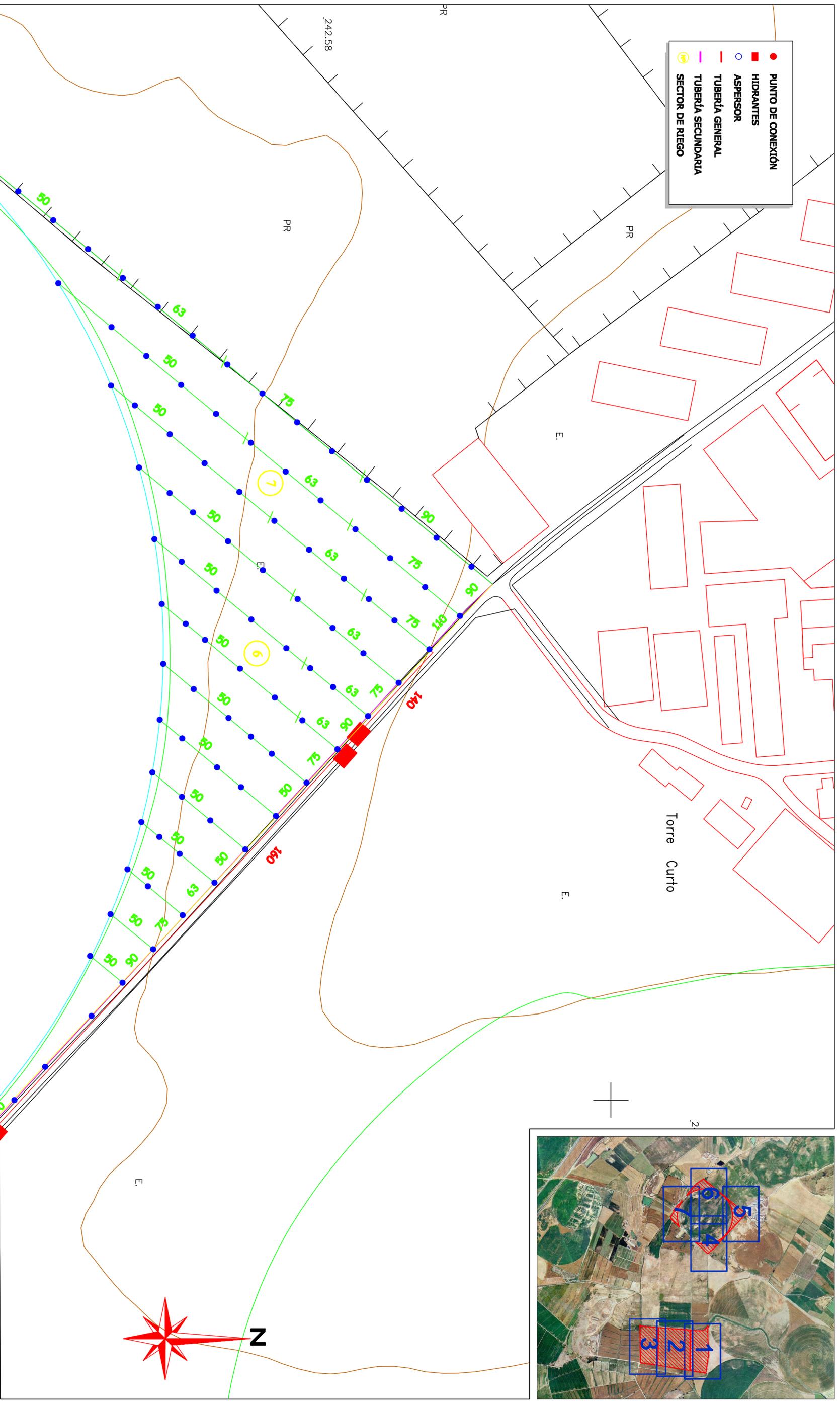
Plano de: PLANTA GENERAL DE OBRAS **Plano N°:** 04.4

LA INGENIERÍA TÉCNICA AGROPECUARIA
 Escala: 1:1.000

Trabajo y entrega:
 ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014

Foto: María José, Adrián y Igor

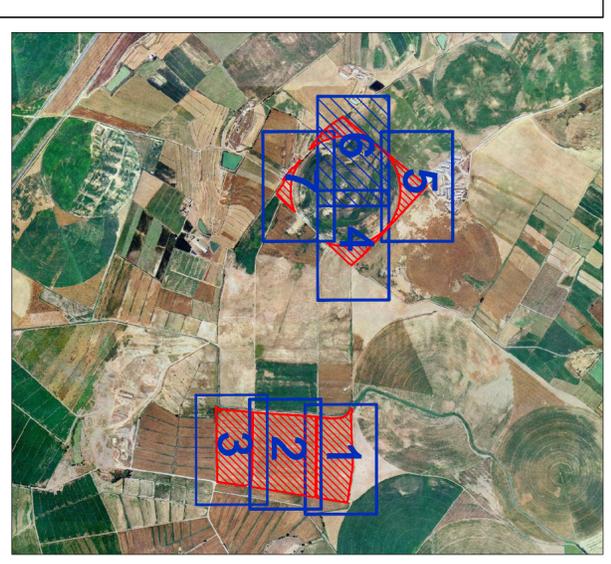
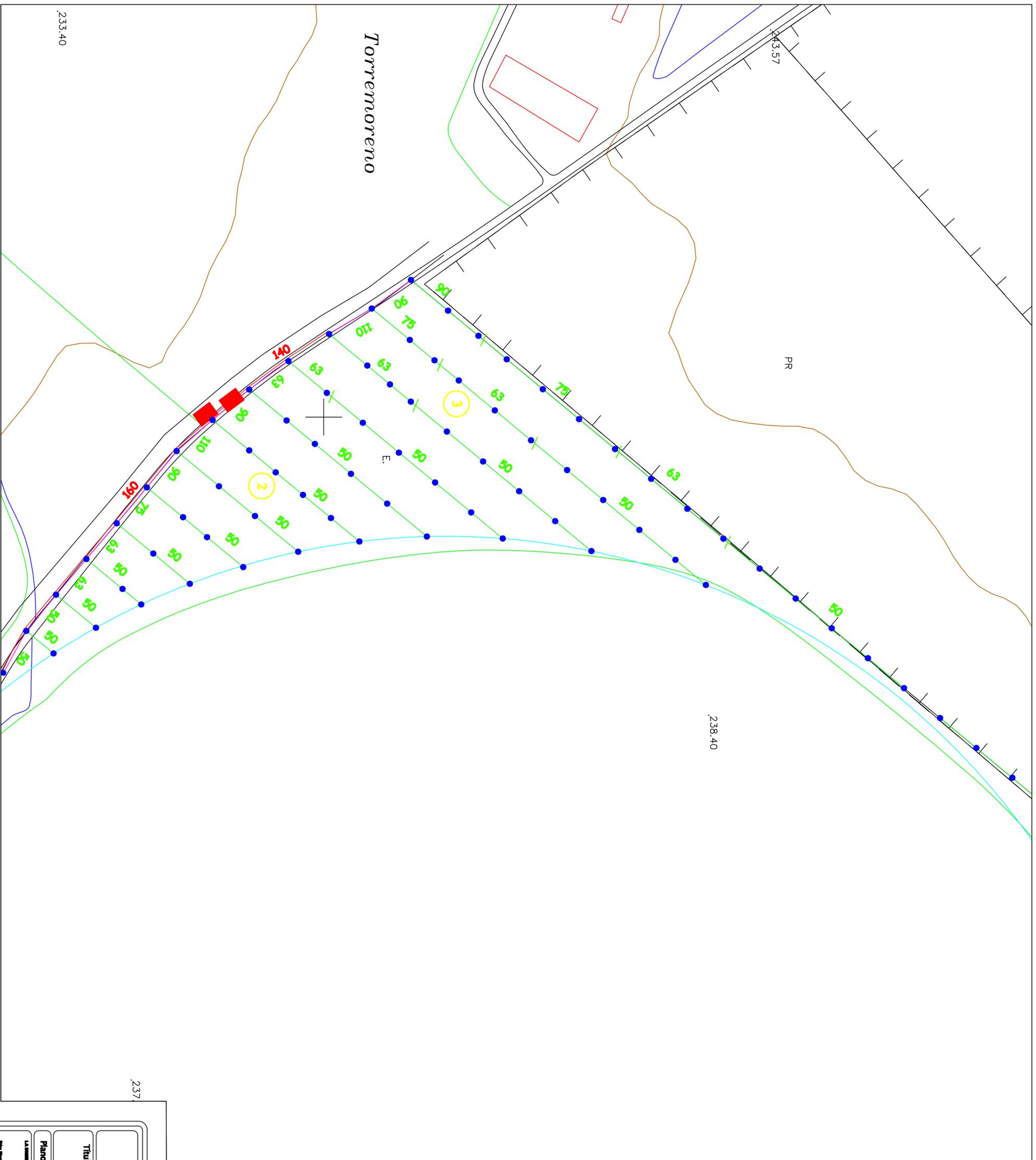
●	PUNTO DE CONEXIÓN
■	HIDRANTES
○	ASPELADOR
—	TUBERÍA GENERAL
—	TUBERÍA SECUNDARIA
⑤	SECTOR DE RIEGO



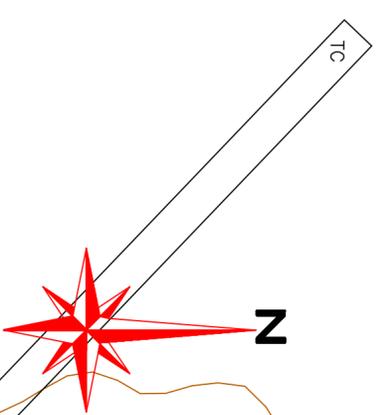
236.94

242.58

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	
Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural	
E.T.S de Ingenierías Agrarias (Campus Universitario de Palencia)	
Título:	
PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO EN TAMARITE DE LITERA. (huesca)	
Piano de: PLANTA GENERAL DE OBRAS	Piano N°: 04.5
LA INGENIERÍA TÉCNICA AGROPECUARIA	Escala: 1:1.000
Plan: Datos: 004, 04/05/2014	Lugar y fecha: ZARAGOZA, SEPTIEMBRE DE 2014



- PUNTO DE CONEXIÓN
- HIDRANTES
- ASPERSOR
- TUBERÍA GENERAL
- TUBERÍA SECUNDARIA
- SECTOR DE RIEGO



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 E.T.S de Ingenierías Agrarias (Campus Universitario de Palencia)

Título:
 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO
 EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)

Piano de: PLANTA GENERAL DE OBRAS **Piano N°:** 04.6

LA INGENIERÍA TÉCNICA AGROPECUARIA
 Escala: 1:1.000

Lugar y fecha:
 ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014

Para: María José, Adalberto, Igor

233.40

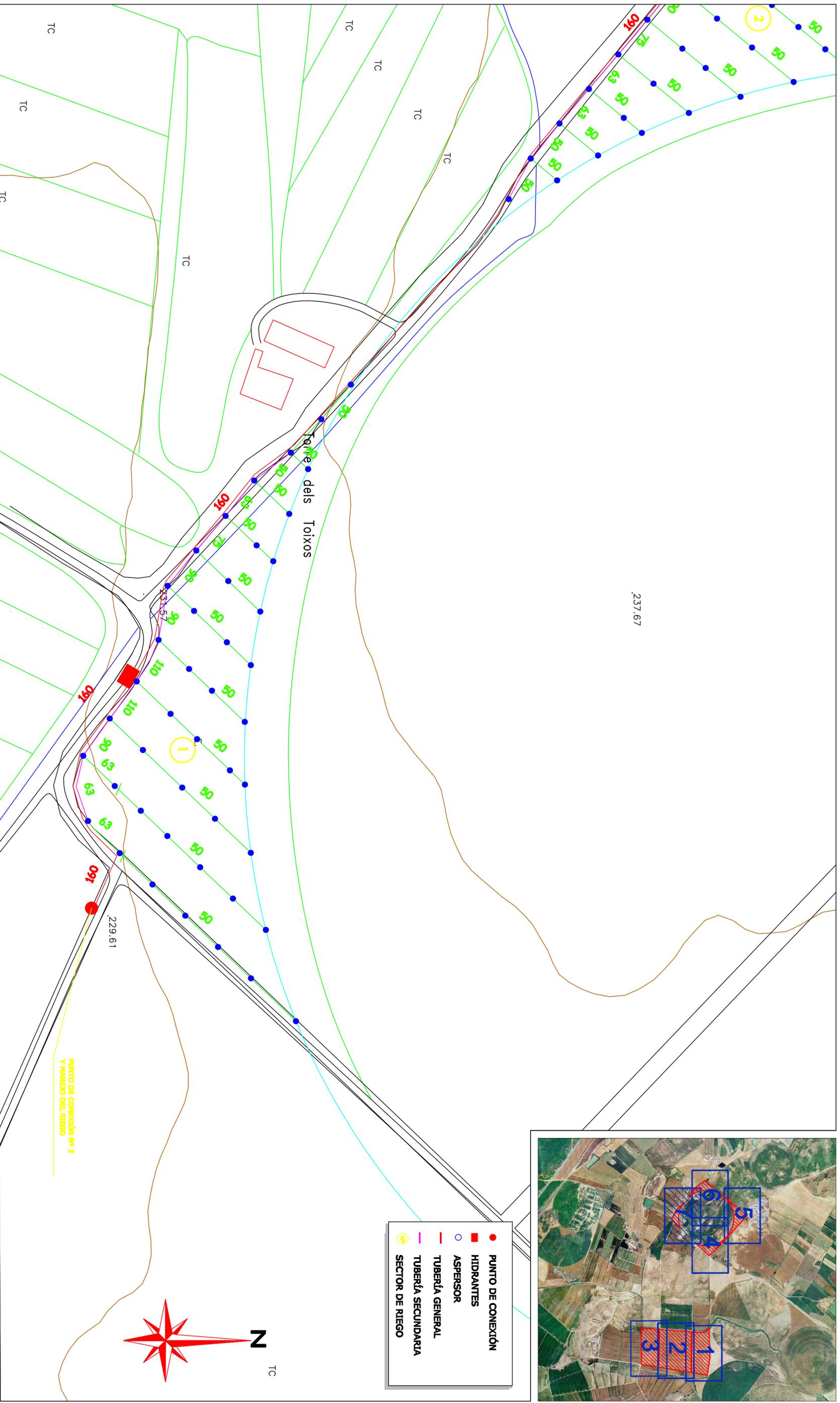
243.57

PR

238.40

237

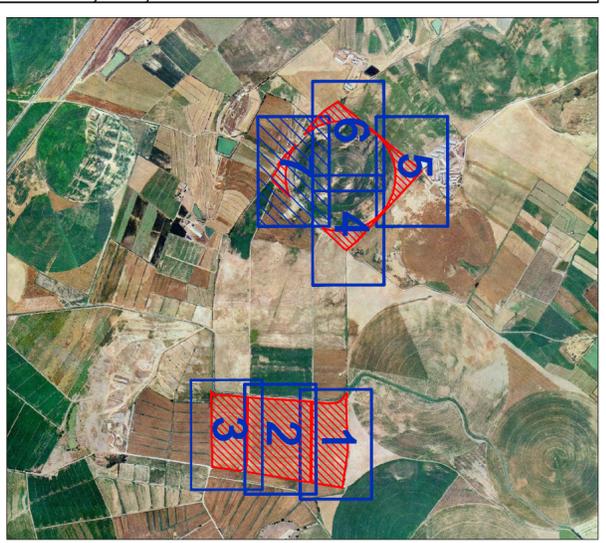
Torremoreno



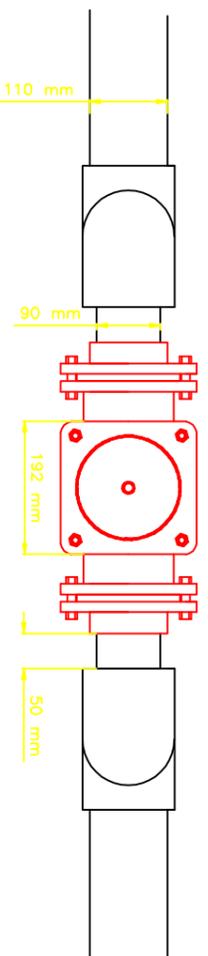
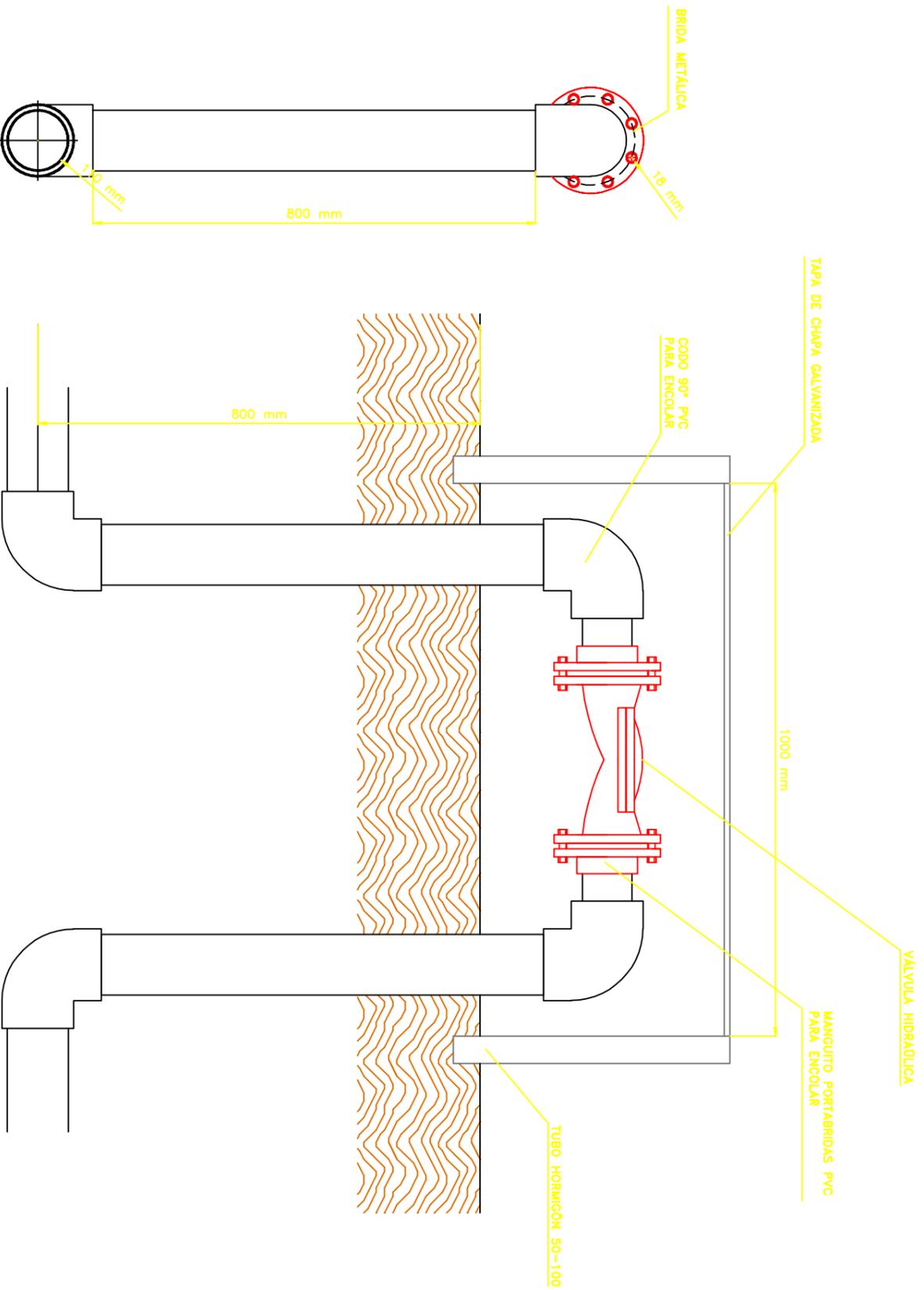
237.67

PIUNTO DE CONEXIÓ N° 3
Y MANEJO DEL RIEGO

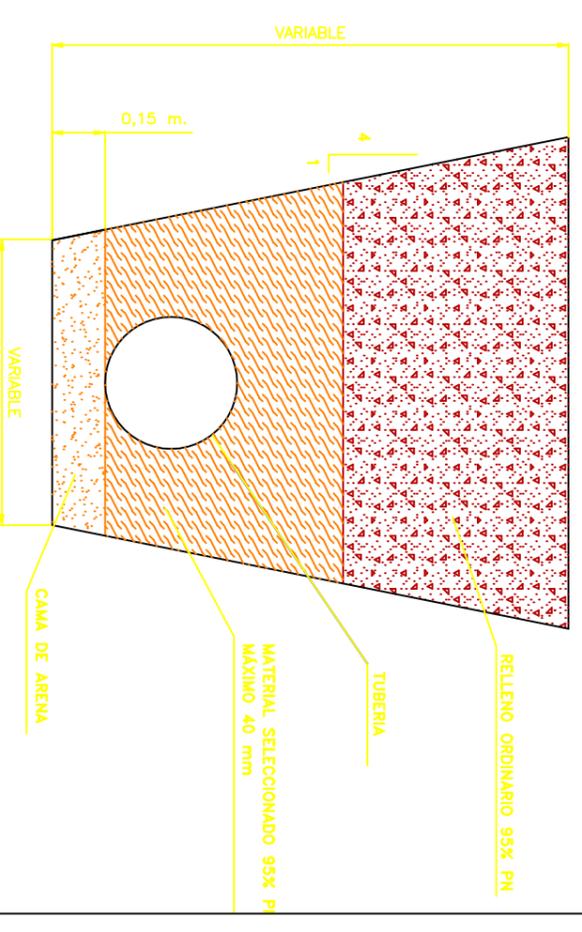
- PUNTO DE CONEXIÓ
- HIDRANTES
- ASPERSOR
- TUBERÍA GENERAL
- TUBERÍA SECUNDARIA
- ④ SECTOR DE RIEGO



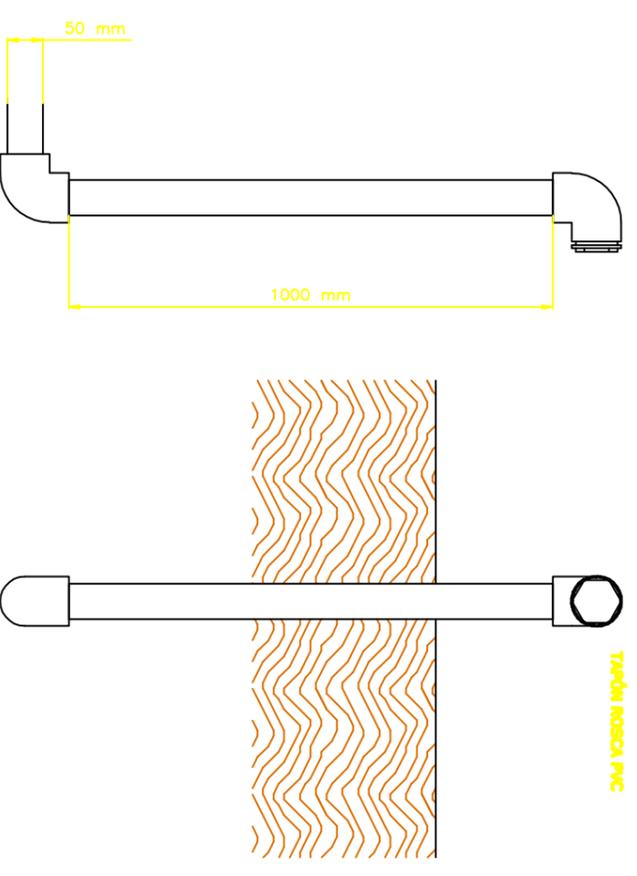
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural E.T.S de Ingenierías Agrarias (Campus Universitario de Palencia)	
Título: PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)	
Plano de: PLANTA GENERAL DE OBRAS	Plano N°: 04.7
LA INGENIERÍA TÉCNICA AGROPECUARIA	Escala: 1:1.000
Plan: Datos del Autor del Plan	Lugar y fecha: ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014



VALVULA HIDRAULICA 3"



SECCIÓN TIPO ZANJA PARA TUBERIA



VALVULA DE DESCARGA 50 mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 E.T.S de Ingenieros Agrarios (Campus Universitario de Palencia)

Título:
 PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADJO EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)

Plano de: DETALLE DE INSTALACIÓN: VALVULAS

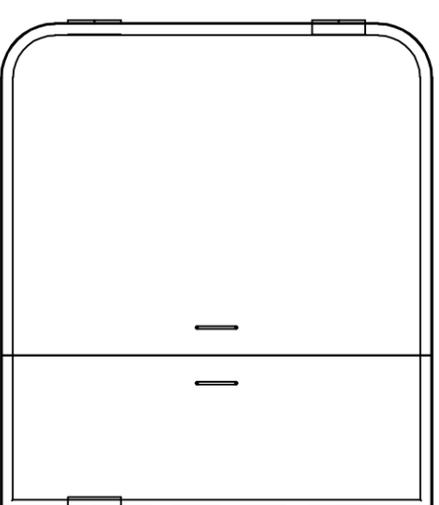
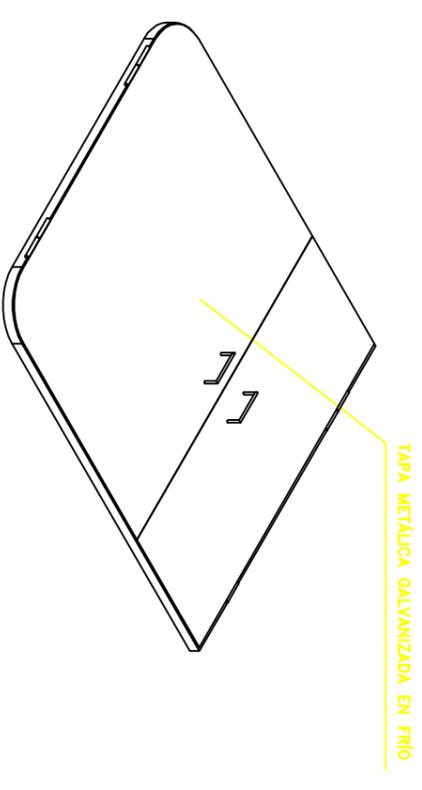
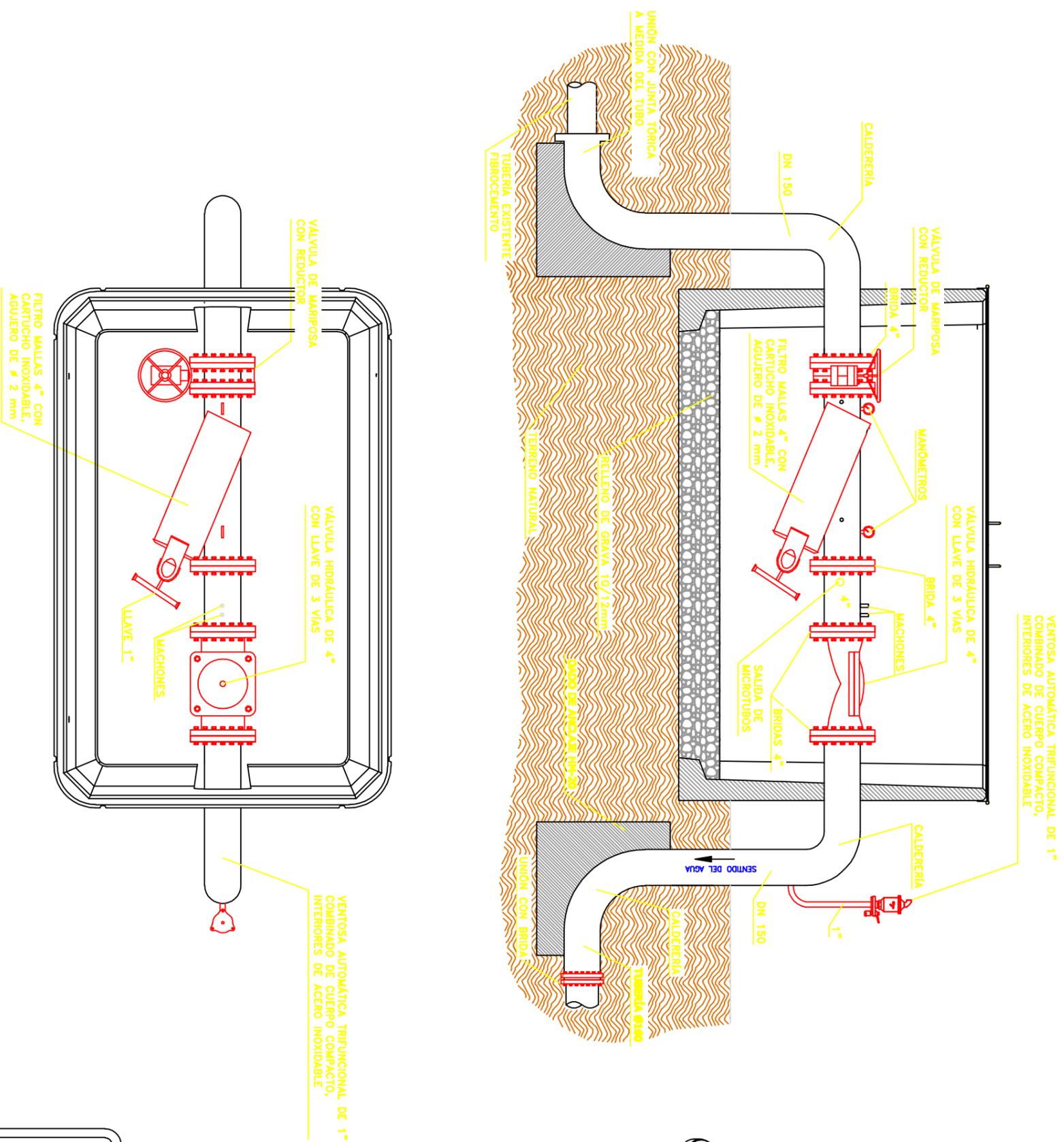
LA INGENIERIA TÉCNICA AGRICOLA

Plano N°: 05.1

Escala: 1:10

Plan: 05.01.05.01.01

LÍNEA Y FECHA:
 ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014



TAPA METÁLICA GALVANIZADA EN FRÍO

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural
 E.T.S de Ingenieros Agrarías (Campus Universitario de Palencia)

Título:
PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DEL REGADÍO EN TAMARITE DE LITERA. (Huesca)

Plano de: **DETALLE DE INST. CONEXIONES 3-4**

LA INGENIERIA TÉCNICA AGRÍCOLA

Plano N°: 05.3

Escala: 1:20

Plan Básico del Sistema Riego

Lugar y fecha:
 ZARAGOZA, SEPTIEMBRE de 2014



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Agrícola y Medio Rural

**Proyecto de modernización y mejora del
regadío, en Tamarite de Litera (Huesca)**

Alumno: Marta Elia Jiménez Híjar

Tutor: Juan José Mazón

Septiembre de 2014

Copia para el tutor/a

PLIEGO DE CONDICIONES

Documento nº 3

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

CAPITULO I. OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	1
I.1 Objeto del pliego	2
I.2 Situación de las obras	2
I.3 Descripción de las obras	2
CAPITULO II. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL	4
II.1 Disposiciones vigentes	5
II.2. Compatibilidad y prelación entre documentos	5
CAPITULO III. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES	7
III.1. Condiciones generales	8
III.2. Condiciones técnicas que han de cumplir los materiales	8
III.2.1. Obras de fábrica	8
III.2.2 Obras accesorias	8
III.2.3 Material para asientos de tuberías	8
III.2.4 Tuberías de polietileno	9
III.2.5 Tuberías de PVC	9
III.2.6. Válvulas de mariposa	10
III.2.7 Válvulas hidráulicas	11
III.2.8 Ventosas	11
III.2.9 Filtros en conexiones	12
III.2.10 Arquetas	12
III.2.11 Cañas portaaspersores	12
III.2.12 Aspersores	13
III.2.13 Otros materiales no especificados en el presente capítulo	13
CAPITULO IV. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	14
IV.1. Replanteo	15
IV.2. Excavaciones	15
IV.3. Asientos de tuberías	15
IV.4. Tuberías PVC o PE	15
IV.4.1. Transporte	15
IV.4.2 Almacenamiento	16

IV.4.3. Manipulación y montaje	16
IV.4.4. Recepción del producto y pruebas en obra	17
IV.4.5. Prueba de instalación	18
IV.5. Accesorios y piezas especiales	18
IV.5.1 Almacenamiento	18
IV.5.2. Manipulación y montaje	18
IV.5.3. Recepción del producto y pruebas en obra	19
IV.5.4. Prueba de instalación	19
IV.6. Válvulas	19
IV.6.1. Transporte y almacenamiento	20
IV.6.2 Manipulación y montaje	20
IV.6.3. Prueba de instalación	20
IV.7. Colocación de la tubería de polietileno y de las cañas portaaspersores	20
CAPITULO V. CONTROL, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	24
V.1 Condiciones generales	25
V.2. Medición y abono de las excavaciones	25
V.3. Medición y abono de valvulería	26
V.4. Medición y abono de tuberías	26
V.2. Medición y abono de accesorios de tuberías	26

CAPITULO I OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

CAPITULO I OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1. Objeto del pliego

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares establece el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones, que junto a lo indicado en el Cuadro de Precios y los Planos del Proyecto, definen los requisitos técnicos a cumplir en la ejecución de las obras de modernización mediante la transformación a riego por aspersión con cobertura total, en las parcelas 116 (polígono 33), 103, 104, 58 (polígono 34) del término municipal de Tamarite de Litera.

Será de aplicación en estas obras cuanto se prescribe en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2. Situación de las obras

Las obras objeto del presente Proyecto se localizan en el Término Municipal de Tamarite de Litera, en la provincia de Huesca.

3. Descripción de las obras

Las obras e instalaciones que comprende el presente proyecto son, de manera genérica, todas las necesarias para la instalación de una red enterrada de tubería para suministro de agua a un equipo de riego por aspersión y su conexión a la red general ya existente.

El sistema de riego proyectado es el de cobertura total enterrada. Las ventajas de este sistema son:

- Cobertura total. Toda la superficie está cubierta de aspersores.
- No exige mano de obra.
- Manejo simple y sin mecanismos complicados.
- Bajos costos de mantenimiento.
- Adaptación a la forma de la finca.
- Gran versatilidad para el riego.
- Gran capacidad de adaptar la dosis de agua a las necesidades del momento.
- Fácilmente automatizable.

Esta red la forman:

- Tuberías secundarias que llevan el agua desde cada conexión a cada uno de los sectores de riego; se proyectan en PVC para todas las conexiones.
- Tuberías terciarias que van desde el inicio del sector alimentando a las tuberías porta-aspersores. Se proyectan en PVC para todas las conexiones.
- Tubería porta-aspersores, que son las que alimentan a los aspersores, fijos todos ellos. Se proyectan en polietileno de alta densidad para las conexiones 1 y 2 (Zona A) y PVC para las conexiones 3 y 4 (Zona B).

Todas las tuberías irán enterradas en zanjas de sección variable, pero procurando que haya como mínimo 0.9 metros de profundidad, por encima de la generatriz superior de la tubería.

Sobre las tuberías porta-aspersores de PE, se instalarán las cañas de 3 metros de longitud de acero galvanizado, de 3/4" de diámetro y será en estas cañas dónde se instalarán los aspersores.

Para la mejor sujeción de los aspersores en la base, en la unión, con la salida de las tuberías porta-aspersores, se colocará un dado de hormigón.

Los aspersores se colocan en un marco de riego triangular al tresbolillo de 18x18m.

Las parcelas están divididas en varios sectores de riego, dependiendo de las características de la parcela y del hidrante del que se abastece; por ello es necesario una serie de válvulas reguladoras.

Al inicio de cada sector riego, se instalará una válvula hidráulica metálica.

Todas las válvulas hidráulicas citadas irán alojadas en arquetas formadas por tubo de hormigón de 0,80 m. de diámetro y relleno con 0,15 metros de grava y tapa de acero galvanizado.

En cada sector de riego, con el fin de poder vaciar tuberías, se instalará al lado del aspersor en cota más baja un desagüe formado por una válvula de esfera de 1 ¼" de diámetro.

En el montaje de la red de distribución de riego se desarrollan los siguientes trabajos:

- Colocación de tuberías.
- Colocación de reducciones, piezas en T, codos, etc....
- Colocación de filtros, válvulas, cañas, aspersores, etc....
- Unión a las tomas de las parcelas, procedentes de las tuberías existentes, en los puntos de conexión indicados.

CAPITULO II DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL

CAPITULO II DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL

1. Disposiciones vigentes

Serán de aplicación en las obras regidas por este Pliego de Condiciones Técnicas las disposiciones, normas y reglamentos incluidos en los correspondientes capítulos.

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte de la contrata adjudicataria, como por la Dirección de las Obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación.

Además de lo especificado en el presente Pliego serán de aplicación en las obras las siguientes disposiciones, normas y reglamentos en los que resulte aplicable:

- Normas UNE 53-112-73, 53-131 y 53-142.
- Ley de Contratos de trabajo y disposiciones vigentes que regulan las relaciones entre patrón y obrero, así como cualquier otra de carácter oficial que se dicte.
- Pliego General de Condiciones Facultativas para tuberías de Abastecimiento de aguas. Orden Ministerial de 29 de julio de 1.974.
- Ley de Relaciones Laborales y disposiciones vigentes que regulen las relaciones patrono-obrero, así como cualquier otra de carácter oficial que se promulgue.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción en el marco de la Ley 31/1995 de Noviembre de prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1.971. Disposiciones vigentes de Seguridad y Salud higiene en el trabajo.
- Real Decreto 956/2008 de 6 de Junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC 08).
- Aquellas Normas que sustituyan o complementen las anteriores y que hayan sido publicadas con anterioridad a la licitación.

2. Compatibilidad y prelación entre documentos

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte de la Contrata adjudicataria, como por la Dirección de las Obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación.

Las obras vienen definidas por los Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas, 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 descriptivo.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas y omitido en los Planos del Proyecto o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera en ambos documentos.

El contratista se verá en la obligación de informar por escrito al Ingeniero Director de la obras, tan pronto como sea de su conocimiento, toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

CAPITULO III CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

CAPITULO III CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

1. Condiciones generales.

Materiales suministrados por el contratista

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el contratista.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares o fabricantes elegidos por el Contratista y que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.

En casos especiales, se definirá la calidad mediante la especificación de determinadas marcas comerciales y tipos de material a emplear.

2. Condiciones técnicas que han de cumplir los materiales.

Lo comprendido en este apartado del Pliego afecta al suministro de toda la mano de obra, instalación de equipo, accesorios y materiales, así como a la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el diseño, fabricación y montaje de las unidades de obra comprendidas en el proyecto, sujetas a los términos y condiciones del Contrato.

2.1. Obras de fábrica.

Las obras de fábrica tendrán la forma, dimensiones y características constructivas fijadas en los planos, estados de condiciones y cuadro de precios, resolviéndose por el Director de Obras cualquier discrepancia que pudiera existir.

2.2. Obras accesorias

Se consideran obras accesorias aquellas de importancia secundaria o las que por su naturaleza no pueden ser inicialmente previstas en todos sus detalles. Las obras accesorias se construirán en arreglo a las instrucciones que establezca por escrito el Director de las obras según se vaya conociendo su necesidad durante la construcción y quedarán sujetas a las mismas condiciones que rigen las análogas que figuran en el proyecto.

2.3. Material para asientos de tuberías

El lecho de asiento de las tuberías será gravilla o piedra machacada con tamaño comprendido entre 5 y 25 milímetros.

Estará desprovista de arcilla y con un equivalente de arena superior al 25%.

Las características de este material se comprobarán realizando los siguientes ensayos:

- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo equivalente de arena.

2.4. Tuberías de polietileno

Cumplirá lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas para tuberías de Abastecimiento de Agua.

Las tuberías de polietileno utilizadas serán fabricadas a partir de polietileno de alta densidad (PE-32).

La normativa aplicable a las tuberías de PE será la siguiente:

- NORMAS EUROPEAS:
 - EN 12201:2000
 - EN 13244:1998

Todas las tuberías y accesorios soportarán como mínimo una presión nominal de 6 atmósferas.

2.4.1 Características de los tubos y accesorios

Los materiales empleados en la construcción del tubo no deben ser solubles en el agua ni darle sabor u olor o modificar sus características.

El color de los tubos podrá ser azul o negro según el tipo de diámetro y siempre certificados y homologados para uso alimentario.

2.4.2 Datos que facilitará el fabricante

Los tubos deberán llevar el siguiente marcado mínimo, que deberá ser fácilmente legible. La identificación debe realizarse en intervalos no mayores de 1m., debiendo hacerse por impresión, proyección o conformado en el tubo directamente, de forma que no sea origen de grietas u otros fallos:

- Identificación del fabricante
- Fecha de fabricación (mes y año).
- Tipo de material.
- Diámetro nominal DN.
- Presión nominal PN.
- Espesor nominal.
- Referencia a la norma UNE.
- Marca de calidad en su caso.

2.5. Tuberías PVC

2.5.1 Normativa

- UNE EN 1452:2000: Consta de 7 partes (CTN 53 AENOR).
- UNE EN 805: Prueba de tubería instalada.

2.5.2 Características de los tubos

No deben añadirse como aditivos sustancias plastificantes ni utilizarse estos aditivos en cantidades tales que puedan dar lugar a elementos tóxicos, que puedan provocar crecimientos microbianos, perjudicar el proceso de unión o afectar desfavorablemente a las propiedades físicas, químicas o mecánicas del material, especialmente en lo que se refiere a largo plazo y a impactos.

Los materiales empleados en la construcción del tubo no deben ser solubles en el agua ni darle el sabor u olor o modificar sus características.

Los tubos vendrán definidos por el diámetro nominal, la serie de tubo, la clase de presión y el color (gris, azul o crema).

El diámetro nominal del tubo de sección circular deberá coincidir con el diámetro externo, debiendo suministrar el fabricante además de los espesores de pared y la longitud del tubo.

La longitud nominal del tubo será preferentemente de 6m, aunque podrá suministrarse con otra longitud si así lo estima oportuna la Dirección de Obra.

2.5.3 Datos que facilitará el fabricante

Los tubos tendrán que llevar el siguiente marcado mínimo, que deberá ser fácilmente legible. La identificación debe realizarse en intervalos no mayores de 1m., debiendo hacerse por impresión, proyección o conformado en el tubo directamente, de forma que no sea origen de grietas u otros fallos. Para piezas de pequeño tamaño menor DN 250 mm, es suficiente con marcar en ellas la identificación siguiente:

- Identificación del fabricante
- Tipo de material.
- Diámetro nominal DN
- Presión nominal PN

Deberá estar marcado por el fabricante mediante una raya, la longitud de tubería que deberá introducirse en la campana en caso de uniones encoladas o por junta elástica.

2.6. Válvulas de mariposa

La válvula deberá estar concebida para la apertura o cierre completo y parcial (regulación), siendo la presión máxima admisible (PMA) a 20° C la que corresponda con su presión nominal.

Las válvulas se ajustarán a las siguientes normas: ISO 5211, conexión de accionadores manuales y eléctricos a aparatos de valvulería. Mecanismos de ¼ de vuelta; ISO 5210, conexión de accionadores manuales y eléctricos a aparatos de valvulería. Mecanismos multivuelatas; ISO 5208, ensayos de presión para los aparatos de valvulería.

En cuanto a los materiales, el cuerpo y la tapa deberán ser de fundición dúctil nodular calidad GGG 50 o GGG 40 (según DIN 1693), con un revestimiento medio de 250 µm de resina epoxy. La mariposa y el eje de maniobra serán de acero inoxidable, este último con un 13% de cromo, según la UNE 36016. La lenteja será de acero inoxidable AISI 431. Los tornillos serán zincados bicromatados o zincados pasivados con

arandela. El eje será de acero inoxidable AISI 431, estando formada la estanqueidad del eje por al menos dos juntas tóricas que asegurarán la estanqueidad.

Las válvulas de mariposa estarán diseñadas para poder incorporar desmultiplicadores reductores de cierre. Todas las válvulas de mariposa se instalarán con desmultiplicador para obtener cierres lentos que prevengan posibles golpes de ariete. La Dirección de obra indicará los tiempos de cierre de cada válvula.

El par de maniobra se ensayará conforme al Anexo C de la norma EN 1074-2:2000.

Los requisitos de funcionamiento se adecuarán a lo establecido en la Norma EN 1074-2:2000.

2.7. Válvulas hidráulicas.

La válvula deberá estar concebida para la apertura o cierre completo y parcial (regulación), siendo la presión máxima admisible (PMA) a 20°C la que corresponda con su presión nominal.

Las válvulas se ajustarán a las siguientes Normas:

- ISO 9635:1990 en los aspectos de control.
- ISO 9644:1993 para los ensayos de pérdidas de carga.

En cuanto a los materiales, el cuerpo deberá ser de fundición dúctil con un revestimiento de resina epoxy compatible con el agua potable. Los muelles y tornillos estarán ejecutados en acero inoxidable. La membrana podrá ser de Naylon, Caucho natural reforzado, Buna-N, Nitrilo o EPDM.

La válvula básica puede complementarse con pilotos para dar otros servicios; regulación de presión, limitación de caudal, control de nivel, amortiguar la onda de un golpe de ariete, etc.

2.8. Ventosas.

Todas las ventosas será trifuncionales. El diámetro nominal de la ventosa corresponderá al diámetro de conexión con la tubería.

Las ventosas deberán disponer de una válvula de corte para el mantenimiento de las mismas cuando la tubería se encuentra en servicio.

Las ventosas se fabricarán según lo especificado en la Norma AWWA C 512.

Las bridas de las ventosas deberán cumplir la norma DIN correspondientes a las bridas ejecutadas en los accesorios de calderería.

VENTOSA TRIFUNCIONAL: Materiales exigidos en este pliego.

Cuerpo y tapa de la ventosa: Fundición dúctil nodular GGG 50 o GGG 40 (según DIN 1693).

Tornillos: Los tornillos serán zincados bicromatados o zincados pasivados, con arandela.

Elementos interiores: Acero inoxidable.

Boya o flotador: Acero inoxidable.

Tobera: Acero inoxidable.

Asiento: EPDM o NBR.

2.8.1 Datos que facilitará el fabricante

El constructor estará obligado a presentar a la Dirección de Obra el certificado de materiales aportado por el fabricante.

Las ventosas vendrán identificadas con la siguiente información impresa o dossier de fabricación:

- Fabricante
- Número de pieza que indique la trazabilidad (granallado, recubrimientos,...)
- Día, mes, año y hora de finalización de la ventosa.
- Certificado donde se expongan y especifique cada tipo de material que compone la ventosa.
- Certificado de ensayos de inspección realizados
- Marca de calidad (en su caso).
- Referencia a la norma AWWA C 512.

2.9. Filtros en conexiones.

Filtros a instalar en las arquetas de los hidrantes, aguas arriba de los mismos, que deberán cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

2.9.1 Descripción de equipo

El filtro consta de una carcasa exterior en la cual se aloja una cámara. Esta es la cámara de filtración, formada por un cartucho filtrante con malla de 2 mm. La pérdida de carga máxima admisible para el máximo caudal de diseño, con el filtro limpio, para este tipo de filtros será de 1,5 mca.

Los materiales cumplirán las siguientes Normas ISO 9912:1992 partes 1 y 2, para filtros en tomas de riego.

2.9.2 Forma de operación

La filtración es producida físicamente por la retención de partículas de tamaño superior al orificio de la malla. La limpieza del cartucho se producirá manualmente tras la extracción del filtro. Se limpiará mediante agua a presión o cepillo de cerdas.

2.10. Arquetas.

En todas las arquetas se incluyen los trabajos de excavación, colocación, rellenos del trasdós y operaciones necesarias para su ejecución completa.

Las válvulas hidráulicas irán alojadas en arquetas formadas por tubo de hormigón de 0,80 m de diámetro y relleno con 0,15 metros de grava.

2.11. Cañas portaaspersores.

Losaspersores irán situados sobre las tuberías terciarias; la unión de la caña a la tubería de Pe se realizará mediante pieza en T o codo de latón, según el caso. Sobre la T o codo se colocará la caña portaaspersor de hierro galvanizado tipo F 6436 de diámetro $\frac{3}{4}$ " DIN 2440

Indicar que la galvanización será uniforme y no presentará rugosidades, rebabas, etc. Los tubos serán lisos, de sección circular, con generatrices rectas y no deberán presentar rugosidades, ni rebabas en sus extremos, los cuales irán roscados para su unión con manguitos. Los tubos deberán admitir curvaturas según radios de cuatro veces el diámetro exterior del tubo, sin agrietarse ni sufrir deformaciones sensibles en su sección transversal.

2.12. Aspersores.

Se colocarán dos tipos de aspersores: Aspersores de círculo completo y aspersores sectoriales. Las características constructivas serán las siguientes:

- El cuerpo principal será de latón no admitiéndose plásticos ni otros materiales.
- El aspersor contará con un cojinete axial de modo que su rotación sea suave y continua.
- El aspersor estará roscado a $\frac{3}{4}$ " macho para su unión por medio de un manguito hembra doble rosca al tubo aspersor.
- La unión del aspersor a las cañas se realizará, mediante manguitos roscados de acero galvanizado.

Los aspersores arrojarán el caudal horario que se determine en el Proyecto a la presión establecida, con una tolerancia más 10% para un solo aspersor y más 3% para ensayos realizados sobre un grupo de 30 aspersores. La presión a considerar será la que marque un manómetro colocado en el porta-aspersor, en un racor dispuesto a tal fin 19 cm. por debajo del extremo más bajo del aspersor. El ángulo de lanzamiento del agua para los aspersores estará comprendido entre 25° y 45° sexagesimales. Estos ángulos tendrán una tolerancia de más-menos 2° sexagesimales para las medidas sobre un solo aspersor.

El marco escogido para disponer los aspersores en cada parcela, así como la ubicación figuran en el correspondiente plano de instalación de la parcela. Se prevé la disposición en tresbolillo en marcos de 18x18m.

Los aspersores, que podrán ser de círculo completo y sectoriales, contarán con una cuchara motriz y martillo de latón rígido, resorte impulsor y manguito protector, cojinete a prueba de arena y eje de acero inoxidable. La presión de funcionamiento y caudal a aportar deberán proporcionar una uniformidad de riego superior al 80%.

2.13. Otros materiales no especificados en el presente capítulo.

Los materiales cuyas condiciones no estén especificadas en este Pliego, cumplirán las prescripciones de los Pliegos, Instrucciones o Normas aprobadas con carácter oficial. Serán también de aplicación las Normas e Instrucciones que determine el Ingeniero Director de la Dirección de las obras.

CAPITULO IV CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

CAPITULO IV CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1. Replanteo.

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista, en presencia del Ingeniero Director de las mismas, procederá a llevar a cabo el replanteo definitivo.

El contratista debe ser responsable de la conservación de los puntos, señales y mojones y si en el transcurso de la obras sufrieran deterioro o destrucción será a su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Serán de cuenta del contratista todos los gastos que originen los replanteos, incluso los que ocasionen al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Director de la Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

2. Excavaciones.

Los productos de las excavaciones que no se empleen en rellenos o terraplenes, se colocarán en caballeros en lugar y forma que se fije por el Director de Obras, no pudiendo exceder de 100 metros de distancia de transporte, estando esta operación incluida en el precio de la unidad de excavación.

Las excavaciones se efectuarán según las alineaciones y rasantes que resulten del replanteo y de las órdenes escritas del Director de Obra.

3. Asientos de tuberías.

Comprobado la compactación y rasante del lecho de la zanja se procederá al extendido de la cama sobre al que se asientan las tuberías.

4. Tuberías de PVC o PE

4.1. Transporte

Las correas de acero que mantiene atados a los tubos sólo deben ser cortadas con tijeras para chapa o con fresa lateral, nunca utilizar cincel, palanca o ganzúa, pues son electos que podrían dañar la tubería.

El piso y los laterales de la caja de los camiones han de estar exentos de protuberancias o cantos rígidos y agudos que puedan dañar a los tubos o accesorios.

Cuando se carguen tubos de diferentes diámetro, los que mayor diámetro tienen que colocarse en el fondo para reducir el riesgo de deformación.

Los tubos no tienen que sobresalir de la caja del camión por la parte posterior más de un metro.

4.2. Almacenamiento

Se debe tomar cierta precaución en el almacenaje de los tubos y accesorios para evitar el envejecimiento y deformación que pudiera producirse.

El tiempo de acopio será inferior a 1 mes en caso de que los tubos o accesorios acopiados estén cubiertos de una lámina de protección correctamente colocada, de no estar bien protegido el acopio frente a la radiación solar no se permitirá una permanencia de almacenamiento mayor a una semana, debido a la fuerte degradación que pueden sufrir los tubos.

Las alturas máximas de apilado no superarán en ningún caso los 3 metros de altura, por razones de seguridad.

Los tubos y accesorios de PVC no deben estar en contacto con combustibles y disolventes, procurando que estén protegidos de la luz solar. La superficie del tubo no debe alcanzar nunca temperaturas superiores a 45 o 50° C.

El lugar destinado para colocar los tubos y accesorios debe estar nivelado y plano, con el fin de evitar deformaciones, que podrían llegar a ser permanentes. Igualmente debe de estar exento de objetos duros y cortantes.

Las juntas deben ser almacenadas libres de cualquier deformación en lugar fresco y seco, protegidas del contacto de aceites y sustancias perjudiciales y de la exposición directa a la luz solar y nunca podrán ser retiradas de su lugar de almacenaje hasta el momento de su colocación. Cuando las temperaturas ambientales sean bajo cero, las juntas deberán ser almacenadas a 10°C o más para facilitar su instalación.

4.3. Manipulación y montaje

Se deberá esperar como mínimo 24 horas si los tubos se han ovalado durante el almacenamiento, antes de proceder a realizar la instalación, para que recuperen su forma original.

El transporte desde el acopio hasta pie de tajo se realizará con medios mecánicos, evitando excesos de velocidad y fuertes frenadas que pudieran mover la carga transportada y deteriorarla.

El Contratista estará obligado a comprobar que el equipo mecánico encargado del desplazamiento y colocación de los tubos tiene suficiente capacidad de carga, que se están cumpliendo las normas de seguridad adecuadas, mantenga la supervisión correcta y cumpla estrictamente las normas y especificaciones nacionales de instalación.

En caso de descargar los tubos y accesorios a pie de zanja, se descargarán los tubos junto con los accesorios en el lado opuesto al vertido de la tierra, a intervalos de 6 metros o cada acopio de tubos múltiplos de 6 metros.

Los tubos deberán estar colocados de forma que los datos suministrados por el fabricante deberán estar orientados hacia la parte superior.

La alineación en la colocación de los tubos en la zanja, se mantendrá mediante cuñas de madera o pequeños montones de tierra si así lo permite la Dirección de Obra.

Nunca se deberá sobrepasar el ángulo permitido por la norma correspondiente entre tubos montados mediante junta elástica.

El montaje de accesorios y de tubería no se realizará con temperaturas menores a 5°C. Se realizará como mínimo con los medios técnicos y humanos que se incluyen en la descomposición de cada unidad de obra.

No se permitirá el curvado de las tuberías ni de accesorios mediante soplete, ni por ningún otro procedimiento. Cuando se quiera ganar curvatura se realizará mediante las piezas especiales adecuadas. El PVC admite unas pequeñas desviaciones que dicta la norma UNE-EN 1452-6.

En tuberías unidas mediante junta elástica se alineará la copa y el extremo del tubo, se evitará la penetración del lubricante en el alojamiento de la junta para así evitar que esta pueda girar y salirse de su alojamiento y se asegurará que la junta sea colocada en la posición correcta. El lubricante solo será aplicado en el extremo del tubo y en el interior de la copa. El lubricante a medio usar deberá cerrarse y sellarse de nuevo, para evitar cualquier posible contaminación.

Los bordes de los tubos cortados deben ser redondeados o achaflanados para que se asemejen a la forma original de la tubería.

En el manejo de los tubos se tiene que tener en cuenta el riesgo de ruptura de los extremos y de las embocaduras. Los tubos no tienen que ser arrastrados por el terreno, ni colocados haciéndolos rodar por rampas.

Un vez acabado el montaje diario de un tramo, se incorporarán en los extremos tapas de protección para evitar el ensuciamiento de su superficie interior. Las tapas no serán retiradas hasta el momento de la instalación de la tubería.

La zanja encargada de albergar el tubo deberá asegurar que exista espacio suficiente alrededor de cada tubo. Para la instalación de la tubería correspondiente, el plano de apoyo de la tubería en la zanja deberá ser completamente soportado por el terreno.

No se deberá colocar más de 250m. de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja, para evitar que se produzca flotación de la tubería.

4.4. Recepción del producto y pruebas en obra.

Cada partida o entrega de material irá acompañado de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de la piezas que lo componen.

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte o que presenten defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazadas si el Director de obra lo considera oportuno.

El Director de obra, si lo cree conveniente, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de las pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta y los resultados obtenidos en estas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos irán a cargo de la Dirección de obra; de lo contrario, corresponderá al Contratista que habrá de reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución.

4.5. Prueba de instalación.

Las pruebas de instalación deberán realizarse de forma que nunca haya en obra más de 1500 m de tubería instalada sin probar, ni tampoco permanezca la tubería instalada más de quince días sin ser probada.

La prueba realizada una vez instalado un tramo, se realizará según dicte la norma UNE-EN 805; durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos, comprobando su correcta instalación y que todas ellas permitan la circulación del fluido con el que se realizará la prueba. Durante dicha revisión se comprobará que el relleno parcial está exento de escombros de raíces y de cualquier material extraño que pueda causar problemas, este relleno deberá dejar visible todas las juntas para comprobar que ninguna junta pierde agua.

5. Accesorios y piezas especiales

5.1. Almacenamiento

Cada pieza será convenientemente recubierta mediante plástico de burbujas y calzada de tal forma que no sufra oscilaciones durante su transporte. Cuando se transporten varias de estas piezas en la caja del camión cada pieza deberá disponer de un distanciamiento libre de 20 cm. ante cualquier otro objeto.

Se evitará que los accesorios sufran.

- Sacudidas
- Caídas desde el camión.
- Arrastrarlos o rodarlos largas distancias.

El tiempo de acopio será inferior a 1 mes en caso de que los accesorios acopiados estén cubiertos, de no estar bien protegido frente a condiciones externas no se permitirá una permanencia de almacenamiento mayor a dos semanas.

El lugar destinado para colocar los tubos debe estar nivelado y plano y estar exento de objetos duros y cortantes, con el fin de evitar rodamientos que podrían llegar a deteriorar los elementos.

Las juntas de las bridas utilizadas para la unión de piezas especiales, deben ser protegidas del contacto de aceites y sustancias perjudiciales y de la exposición directa a la luz solar y nunca podrán ser retiradas de su lugar de almacenaje hasta el momento de su colocación. Cuando las temperaturas ambientales sean bajo cero, las juntas deberán ser almacenadas a 10°C o más para facilitar su instalación.

5.2. Manipulación y montaje.

Los recubrimientos deberán estar bien adheridos y recubrir uniformemente la totalidad de los contornos de las piezas especiales, constituyendo superficies lisas y regulares, exentas de defectos tales como cavidades o burbujas.

El transporte desde el acopio hasta el pie de tajo se realizará con medios mecánicos, evitando excesos de velocidad y fuertes frenadas que pudieran mover la carga transportada y deteriorarla. El Contratista estará obligado a comprobar que el equipo

mecánico encargado del desplazamiento y colocación de los tubos tiene suficiente capacidad de carga y que se están cumpliendo las normas de seguridad adecuadas, mantenga la supervisión correcta y cumpla estrictamente las normas y especificaciones nacionales de instalación.

5.3. Recepción del producto y pruebas en obra.

Cada partida o entrega de material irá acompañada de una hoja de ruta que especifique la naturaleza, número, tipo y referencia de las piezas que lo componen. Tendrá que hacerse con el ritmo y plazos señalados por el Director.

Las piezas y accesorios que hayan sufrido averías durante el transporte o que presente defectos no apreciados en la recepción en fábrica, serán rechazadas si el Director de Obra lo considera oportuno.

El Director de obra, si lo cree conveniente, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de las pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de la que se levantará acta y los resultados obtenidos en estas prevalecerán sobre los de las primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos irán a cargo de la Dirección de obra; de lo contrario corresponderá al Contratista que habrá, además de reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos, procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el Director de obra.

Cuando una muestra no satisfaga una prueba se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

5.4. Prueba de instalación.

Las pruebas de instalación deberán realizarse de forma que nunca haya en obra más de 1500 m de tubería instalada sin probar, ni tampoco permanezca la tubería instalada más de quince días sin ser probada.

La prueba realizada una vez instalado un tramo se realizará según dicte la norma UNE-EN 805; durante la prueba se revisarán todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos comprobando su correcta instalación y que todas ellas permiten la circulación del fluido con el que se realizará la prueba.

6. Válvulas.

En todas las válvulas, las bridas de acoplamiento estarán normalizadas según las normas DIN para la presión de trabajo. Llevarán los anclajes necesarios para no introducir en la tubería y sus apoyos esfuerzos que no puedan ser resistidos por éstas.

Las válvulas se someterán a una presión de prueba superior a vez y media la máxima presión de trabajo.

El accionamiento manual de las válvulas llevará los mecanismos reductores necesarios para que un sólo hombre pueda, sin excesivos esfuerzos efectuar la operación de apertura y cierre.

6.1 Transporte y almacenamiento.

En el transporte, carga y descarga se comprobará que no se produzcan daños mecánicos.

El almacenamiento en obra se realizará en lugares lisos, secos, oscuros, limpios, libres de objetos cortantes y punzantes, a una altura por encima del nivel del suelo, convenientemente protegidas con una cubierta impermeable.

No se permitirá una duración del almacenamiento mayor de 30 días y siempre se respetarán las indicaciones y recomendaciones del fabricante.

6.2. Manipulación y montaje

Se estará en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Los tornillos de las bridas de las válvulas se apretarán alternado siempre entre dos lados opuestos, hasta que el cuerpo de la válvula entre en contacto con la superficie de la brida. El par de apriete de los tornillos será el indicado por el fabricante de la válvula para cada tipo de válvula.

La grasa usada para el montaje de ejes o cualquier parte de la válvula será de calidad alimentaria.

El eje de las válvulas de mariposa deberá de colocarse en posición horizontal.

Todas las válvulas de diámetro menor a 175 mm. embridadas, podrán ser usadas para una presión de 10 atm o para 16 atm.

El Contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar las pruebas en obra, así como el personal necesario.

6.3. Prueba de instalación

Se abrirán todas las válvulas que se incluyan en el tramo a probar, una vez acabada la prueba de instalación de la tubería se inspeccionará el correcto funcionamiento de las válvulas de forma que no presenten ningún ruido extraño y no exista ningún tipo de fugas.

7. Colección de la tubería de polietileno y de la cañas portaaspersores.

En el caso de instalar las tuberías de polietileno de alta densidad con apertura de zanjas, se aplicarán los mismos condicionantes que para el caso del PVC descrito en el apartado anterior de este Pliego de Prescripciones Técnicas.

Sólo se permitirá el uso de la técnica de realizar la instalación mediante rejón con buldózer de la tubería terciaria de polietileno de alta densidad.

Una vez ejecutada, seguidamente se procederá a su enlace con la tubería secundaria, de la forma siguiente:

- En el punto de conexión, se colocará un collarín de fundición de diámetro el correspondiente a la tubería secundaria donde va instalado, habiendo taladrado previamente la pared del tubo y extraído el círculo de PVC resultante.

- Después se conectará el enlace rosca macho de 1'' y a su salida, a presión, se introducirá la tubería de polietileno.

-A continuación se procederá a la instalación de los aspersores según las siguientes normas de montaje:

1. Si el aspersor es extremo de línea, se colocará un codo de latón enroscado, en el extremo roscado se colocará el tubo portaaspersor de acero galvanizado, introduciéndose el otro extremo a presión en el tubo de polietileno.
2. En el caso de que se trate de un aspersor intermedio se utilizará una T de latón enroscada conectando el tubo portaaspersor en el extremo roscado e introduciendo a presión la tubería de polietileno en los dos extremos restantes.
3. Cuando se sitúe el aspersor sobre una tubería de PVC, se colocará mediante un collarín de toma.
4. El tubo portaaspersor se compondrá de dos partes, las cuales estarán unidas mediante un manguito que tendrá como misión actuar como protección para la caña, de modo que la rotura de la misma se produzca por dicho punto ante sollicitaciones indeseables que tiendan a doblar el tubo.
5. Con el objeto de evitar vibraciones se situará un dado de bloque de hormigón en el anclaje, de dimensiones 20x20x20 cm.
6. El cuerpo del aspersor y el tubo portaaspersor se unirán mediante un manguito hembra $\frac{3}{4}$ '' de acero galvanizado, colocándose un aspersor circular o sectorial según el caso.

En caso de que se crea oportuno, antes de la colocación de elementos (cañas, valvulería, etc.) las pruebas a realizar sobre las tuberías de polietileno de alta densidad se llevarán a cabo según la norma UNE-EN 805:2000. Es de aplicación para todas las tipologías de tubería contempladas, si bien las de polietileno se probarán conforme a una metodología específica para ellas, prevista en el Anexo informativo A (apartado A.27) de la citada norma, debido a su carácter viscoelástico

A medida que avance el montaje de tubería, ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada por la Dirección de Obra, los cuales en una situación ideal deberían ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc...). Se deberá probar cada tramo antes de que transcurran 15 días de su montaje.

Los extremos del tramo deben cerrarse convenientemente con piezas adecuadas, las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua.

Las longitudes de los tramos dependen de las características particulares de cada uno de ellos, debiendo seleccionarse de modo que:

- La presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba.
- Pueda aplicarse al menos una presión igual a MDP (Máxima presión de diseño, definida posteriormente) en el punto más alto.
- La diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10% de STP (Presión de prueba en obra).

- En la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería.
- Con todo ello, una longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1000 metros.

Siempre, antes de empezar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, piezas especiales, válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobar que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas (con sus anclajes definitivos).

El **PROTOCOLO** de prueba que se desarrollará será el siguiente:

1. Las pruebas de presión deben realizarse por tramos de longitud indicada anteriormente.
2. Previo a la realización de la pruebas de presión, las tuberías deben estar instaladas y recubrirse con los materiales de relleno dejando expuestas las uniones. Una pequeña fuga en la junta se puede localizar más fácilmente cuando está expuesta.
3. Las sujeciones y macizos de anclaje definitivos deben realizarse para soportar el empuje resultante de la prueba de presión. Los macizos de anclaje deben alcanzar las características de resistencia requeridas antes de que las pruebas comiencen. Se debe prestar atención a que los tapones y extremos cerrados provisionales se fijen de forma adecuada y que los esfuerzos transmitidos al terreno sean repartidos de forma adecuada de acuerdo con la capacidad portante de este. Todo soporte temporal, sujeción o anclaje no ha de retirarse hasta que la conducción no haya sido despresurizada.
4. Previo al comienzo de las operaciones, debe llevarse a cabo una inspección para asegurarse de que está disponible el equipo de seguridad apropiado y de que el personal dispone de la protección adecuada. Todas las excavaciones deberán permanecer convenientemente protegidas. Todo trabajo no relacionado con las pruebas de presión deberá prohibirse en las zanjas durante las mismas. En este sentido, los manómetros deberán ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.
5. Las conducciones deben llenarse de agua lentamente, antes de que el agua llene la tubería, todos los sistemas de salida de aire o válvulas de descarga de aire de la tubería en los puntos altos de las mismas deben ser abiertos. La proporción de volumen de llenado debe ser manejada por los medios disponibles, de manera que la descarga de aire sea igual en proporción volumétrica.
6. Se comprobará el funcionamiento de las ventosas instaladas durante el llenado. Se deberá colocar en el punto más alto una ventosa para la expulsión de aire.
7. Una vez que se haya llenado en su totalidad el tramo a probar debe de realizarse una inspección visual hasta comprobar que las uniones son estancas.
8. La presión de prueba deberá aplicarse al punto más bajo de cada tramo a probar y la presión en el punto más alto debe ser al menos la presión máxima de diseño, es decir la presión nominal del tubo.
9. El bombín para dar presión podrá ser manual o mecánico, pero en este último caso deberá estar provisto de llaves de descarga para poder regular de forma lenta los

aumentos de presión. Los incrementos no superarán la cifra de un kilogramo por centímetro cuadrado en cada minuto.

10. El Contratista comunicará a la Dirección de Obra el tramo de tubería que se va a probar y será ésta quien le indique la presión de prueba a alcanzar.

11. Una vez obtenida la presión definida y los parámetros según UNE-EN 805:2000, Anexo informativo A (apartado A.27) que para cada tramo deben pararse se da comienzo a la prueba.

CONSIDERACIONES:

Una práctica recomendada es someter el tramo a la presión de prueba durante 30 minutos, comprobar que durante ese tiempo la presión no acuse un descenso superior al indicado, a continuación bajar la presión y dejar la tubería en carga para efectuar el ensayo oficial al día siguiente. Esto tiene por objeto: estabilizar la conducción a ensayar permitiendo la mayor parte de los movimientos dependientes del tiempo, expulsar el aire adecuadamente, conseguir la saturación apropiada en los materiales absorbentes (Hormigón, mortero), permitir el incremento de volumen de tuberías flexibles.

La zanja deberá estar parcialmente rellena, dejando todas las piezas especiales al descubierto y todas las juntas. Asimismo debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Irá colocada en el punto más bajo de la tubería a ensayar y debe estar provista al menos de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior a 2 m.c.a, (se colocará otro manómetro se similares características en el punto más alto o en los extremos de los ramales a probar).

En el caso de probarse varios ramales a la vez, se deberá disponer de un manómetro en el final de cada uno de ellos.

El procedimiento de prueba incluye, según UNE-EN 805:2000, Anexo informativo A (apartado A.27) necesariamente, una fase preliminar, una fase de relajación, una prueba de purga y una fase de prueba principal.

Si la prueba no es válida, la repetición de la prueba debe realizarse desde el principio incluyendo los 60 min. de relajación de la fase preliminar.

CAPITULO V CONTROL, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

CAPITULO V CONTROL, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

1. Condiciones generales.

La valoración de las obras se realizará aplicando a las unidades de obra ejecutada, los precios unitarios que para cada una de las mismas figuran en el Cuadro de Precios nº 1 que figura en el presupuesto. A la cantidad resultante se añadirá el Impuesto Sobre el Valor Añadido vigente.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas. Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados, afectados por el proceso de ejecución de las obras, construcción y mantenimiento de cambios de obra, instalaciones auxiliares, etc.

En el plazo de cinco días la Dirección de obra examinará la relación valorada y dará el visado de conformidad para remitirla al promotor o hará en caso contrario las observaciones que estime oportunas.

Se emitirá la certificación a partir de la relación valorada firmada por la Dirección de Obra, sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan en la medición final y sin suponer en forma alguna aprobación y recepción de las obras que comprende.

En caso de que en el desarrollo de las obras se observara la necesidad de ejecutar alguna unidad de obra no prevista en dicho cuadro, se formulará por la Dirección Facultativa el correspondiente precio de la nueva unidad de obra, sobre la base de los precios unitarios del cuadro de precios y su descomposición. En caso de que no fuera posible determinar el precio de la nueva unidad de obra con arreglo a tales referentes, los nuevos precios se fijarán contradictoriamente entre el Promotor y el Contratista.

2. Medición y abono de las excavaciones.

Las excavaciones a cielo abierto se medirán por metros cúbicos de material excavado, medidos por diferencia entre los perfiles teóricos del terreno original y los perfiles teóricos de las excavaciones.

Se entiende por metro cúbico de excavación al del volumen igual a esta unidad medido en el terreno, tal y como se encuentra antes de realizar la excavación.

Todas las excavaciones practicadas en las obras se abonarán por su volumen a los precios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 del Presupuesto, cualquiera que sea la naturaleza del terreno y el destino que se de a los productos, hallándose comprendidos en cada uno de dichos precios el coste de todas las operaciones de carga y descarga, así como el transporte a vertedero, el despeje y desbroce del terreno, en su caso refino de las superficies de la excavación y entibaciones si fueran necesarias.

3. Medición y abono de valvulería.

Se medirán por unidades de válvula (V. Mariposa, V. hidráulica, etc.) realmente colocada, instalada, probada y puesta en funcionamiento y se abonarán a los precios indicados en el Cuadro de Precios nº 1 del Presupuesto. En el precio se incluyen todas las operaciones necesarias para la colocación con las condiciones estipuladas en el presente Pliego.

En el suministro estarán incluidos, además de las unidades principales, los mecanismos de accionamiento con su motor y todos los elementos accesorios o complementarios que sean necesarios para el correcto funcionamiento.

El precio incluye el transporte, acopio, instalación complementaria, montado y probado de la totalidad de las unidades.

4. Medición y abono de tuberías.

Las tuberías se abonarán por metro lineal realmente ejecutado según el eje de la conducción, descontando los metros ocupados por las piezas especiales, hidrantes y demás componentes; no se tendrá en cuenta en la medición las partes de tubería instalada introducidas en tuberías, piezas especiales, accesorios y otros componentes. El abono incluye el suministro de los tubos cortados en módulos y longitudes que permitan adaptarse a los radios de trazado proyectados, la colocación en la zanja, la ejecución de las juntas y la ejecución de las pruebas hidráulicas y no hidráulicas que ordene el Director de Obra.

El precio incluye manguitos de unión u otros accesorios de unión mecánica a caldererías.

5. Medición y abono de accesorios de tuberías.

Los accesorios se abonarán por unidad. El abono incluye el suministro, transporte e instalación.

El precio incluye la unión con tuberías sea por junta elástica, tórica o embrizada.

Serán a cargo del Contratista, los ensayos y pruebas obligatorias definidas, tanto los realizados en fábrica como al recibir los materiales en obra y pruebas hidráulicas.

En caso de producirse deterioros en el transporte o manipulación la pieza podrá ser rechazada y no abonada.



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Agrícola y Medio Rural

**Proyecto de modernización y mejora del
regadío, en Tamarite de Litera (Huesca)**

Alumno: Marta Elia Jiménez Híjar

Tutor: Juan José Mazón

Septiembre de 2014

Copia para el tutor/a

MEDICIONES

Documento nº 4

ÍNDICE MEDICIONES

1. Movimiento de tierras	2
2. Tuberías	3
3. Conexiones	6
4. Valvulería	7
5. Equipamiento de riego	8
6. Seguridad y salud	9

MEDICIONES

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		

CAPÍTULO C001 MOVIMIENTO DE TIERRAS

A01001 m³ Excavación mecánica zanja tuberías, terreno ligero

Ex cavación mecánica de zanjas para tuberías, con retroexcavadora, en terreno ligero, medido sobre perfil.

Cobertura 26 ha	1.00	1,177.00	0.80		941.60	
Cobertura 26 ha	1.00	1,318.00	0.70		922.60	
Cobertura 26 ha	1.00	111.00	0.60		66.60	
Cobertura 26 ha	1.00	334.00	0.60		200.40	
Cobertura 26 ha	1.00	1,316.00	0.60		789.60	
Cobertura 26 ha	1.00	1,957.00	0.80		1,565.60	
Rincones Pivot	1.00	1,164.00	0.70		814.80	
Rincones Pivot	1.00	114.00	0.70		79.80	
Rincones Pivot	1.00	102.00	0.60		61.20	
Rincones Pivot	1.00	498.00	0.60		298.80	
Rincones Pivot	1.00	438.00	0.60		262.80	
Rincones Pivot	1.00	804.00	0.60		482.40	
Rincones Pivot	1.00	2,814.00	0.60		1,688.40	
						8,174.60

TAP001 m³ Tapado de zanjas

Cobertura 26 ha	1.00	1,177.00			1,177.00	
Cobertura 26 ha	1.00	1,318.00			1,318.00	
Cobertura 26 ha	1.00	111.00			111.00	
Cobertura 26 ha	1.00	334.00			334.00	
Cobertura 26 ha	1.00	1,316.00			1,316.00	
Cobertura 26 ha	1.00	1,957.00			1,957.00	
Rincones Pivot	1.00	1,164.00			1,164.00	
Rincones Pivot	1.00	114.00			114.00	
Rincones Pivot	1.00	102.00			102.00	
Rincones Pivot	1.00	498.00			498.00	
Rincones Pivot	1.00	438.00			438.00	
Rincones Pivot	1.00	804.00			804.00	
Rincones Pivot	1.00	2,814.00			2,814.00	
						12,147.00

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		

CAPÍTULO C002 TUBERÍAS

A06019 m Tubería PVC, ø 160 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada

Tubería de PVC rígida de 160 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.

Rincones Pivot	1	1,164.00		1,164.00	
					1,164.00

A06016 m Tubería PVC, ø 140 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada

Tubería de PVC rígida de 140 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.

Cobertura 26 ha	1	1,177.00		1,177.00	
Rincones Pivot	1	114.00		114.00	
					1,291.00

A06013 m Tubería PVC, ø 125 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada

Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.

Cobertura 26 ha	1	1,318.00		1,318.00	
					1,318.00

A06010 m Tubería PVC, ø 110 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada

Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.

Cobertura 26 ha	1	111.00		111.00	
Rincones Pivot	1	102.00		102.00	
					213.00

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		
A06007	m Tubería PVC, ø 90 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.						
	Cobertura 26 ha	1	334.00			334.00	
	Rincones Pivot	1	498.00			498.00	
						832.00	
A06004	m Tubería PVC, ø 75 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.						
	Cobertura 26 ha	1	1,316.00			1,316.00	
	Rincones Pivot	1	438.00			438.00	
						1,754.00	
A06002	m Tubería PVC, ø 63 mm, 1,0 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.						
	Cobertura 26 ha	1	1,957.00			1,957.00	
	Rincones Pivot	1	804.00			804.00	
						2,761.00	
A5010A	m Tubería PVC, ø 50 mm, 1,0 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.						
	Rincones Pivot	1	2,814.00			2,814.00	
						2,814.00	

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		
A0800A	m Tubería PEAD 100, ø 32 mm, 0,6 MPa, inyectada Tubería de polietileno de alta densidad de 32 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de trabajo; incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Incluye la inyección en el terreno mediante tractor con reja.						
	Cobertura 26 ha	1	13,500.00			13,500.00	
						13,500.00	

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		

CAPÍTULO C003 CONEXIONES

CON001 ud Conjunto hidrante de conexión 6"

Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 6", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.

Conexiones 1 y 2	2					2.00	
						2.00	

CON002 ud Conjunto hidrante de conexión 4"

Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 4", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.

Conexiones 3 y 4	2					2.00	
						2.00	

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		

CAPÍTULO C004 VALVULERÍA

HID-3 ud Válvula hidráulica de 3"

Cobertura 26 ha	29	29.00		
Rincones pivot	7	7.00		
				<hr/>
				36.00

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		

CAPÍTULO C005 EQUIPAMIENTO DE RIEGO

ASP001 ud Aspersor latón sectorial

Aspersor de latón sectorial, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.

Cobertura 26 ha	177				177.00	
Rincones pivot	99				99.00	
						276.00

ASP002 ud Aspersor latón circular 360º

Aspersor de latón circular 360º, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.

Cobertura 26 ha	761				761.00	
Rincones pivot	169				169.00	
						930.00

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		

CAPÍTULO C006 SEGURIDAD Y SALUD

L01091	ud Ropa de trabajo: mono tipo italiano Ropa de trabajo de una pieza: mono tipo italiano, 100% algodón, con cremallera de aluminio, con anagrama en siete colores. Gramaje mínimo 280 gr/m2. Norma UNE-EN 340.	5.00		5.00		5.00
L01152	par Botas de seguridad Categoría S1+P Botas de seguridad en piel serraje (Clase I); puntera 200 J (SB); antiestática (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la perforación (P); cierre por cordones; cañas forradas y acolchados internos en caña y fuelle. Categoría: S1 + P (SB + A + E + P). Norma UNE-EN 345	5.00		5.00		5.00
L01066	ud Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.	5.00		5.00		5.00
L01134	par Guantes piel protección riesgos mecánicos Guantes de protección contra riesgos mecánicos, en piel flor vacuno de primera; resistencias mínimas: a la abrasión, 2; al corte, 1; al rasgado, 4; y a la perforación, 3. Normas UNE-EN 388, UNE-EN 420.	5.00		5.00		5.00
L01080	ud Mascarilla autofiltrante plegada, partículas, Clase FFP2D Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula; para protección contra partículas sólidas y líquidas; para más de un turno de trabajo (D). Clase FFP2D (SL) 12xTLV. Norma UNE-EN 149	5.00		5.00		5.00
L01075	ud Protector auditivo de orejas Protector auditivo de orejas, compuesto por dos casquetes ajustables con elementos almohadillados; sujetos por arnés; recambiables; atenuación media mínima de 28 dBA. Normas UNE-EN 352-1, UNE-EN 458.	5.00		5.00		5.00
L01087	ud Gafas montura universal, adaptable sobre gafa correctora Gafas de montura universal. Campo de uso: líquidos; gotas; proyecciones; partículas mayores de 5 micras. Resistencia a impactos de baja energía (F); ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección (3-1,2), Clase Óptica 1 (trabajos continuos); resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K); tratamiento antiempañamiento; adaptable sobre gafas correctoras; posibilidad de anclaje para cordón de sujeción. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170.	5.00		5.00		5.00

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		
L01100	ud Chaleco alta visibilidad clase 2 Chaleco alta visibilidad de color amarillo fluorescente, de clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas.	5.00				5.00	5.00
L01065	ud Gorra tipo beisbol con anagrama Gorra tipo béisbol con anagrama en siete colores.	5.00				5.00	5.00
L01123	ud Cinturón portaherramientas Cinturón portaherramientas.	5.00				5.00	5.00
L01124	ud Cinturón de seguridad de sujeción Cinturón de seguridad para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas en altura. Compuesto de: cinturón de sujeción, elemento de amarre con longitud máxima de 2 m, sistema de ajuste longitudinal y conector autoblock.	5.00				5.00	5.00
L01103	ud Traje impermeable. Clase 3. Mal tiempo. Traje impermeable de clase 3, impermeable contra la influencia del mal tiempo, viento y lluvia a temperaturas superiores a -5°C, resistente a la penetración del agua y resistente al vapor de agua (50% de poliuretano y 50% de poliamida). Norma UNE-EN 343	5.00				5.00	5.00
L01021	ud Taquilla metálica individual (1 ud x nº operarios punta x 1,20) Taquilla metálica, para uso individual con llave, (1 unidad x nº operarios punta x 1,20) colocada.	4.00				4.00	4.00
L01059	ud Botiquín portátil de obra Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997	1.00				1.00	1.00
L01062	h Formación en Seguridad y Salud Formación específica en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo según riesgos previsibles en la ejecución de la obra.	1.50				1.50	1.50

MEDICIONES

Código	Descripción	Nº Uds (a)	DIMENSIONES			Subtotales	TOTALES
			Longitud (b)	Anchura (c)	Altura (d)		
L01063	ud Reconocimiento médico obligatorio Reconocimiento médico obligatorio efectuado a los trabajadores al comienzo de la obra o transcurrido un año desde el reconocimiento inicial.	5.00				5.00	5.00
L01052	ud Baliza luminosa intermitente, colocada Baliza luminosa intermitente luz ámbar, Norma 83 IC-MOPU, colocada.	2.00				2.00	2.00
L01048	ud Cartel indicativo de riesgo con soporte, colocado Cartel indicativo de riesgo normalizado de 0.3 x 0.3 m, con soporte metálico 2.5 m, colocado.	2.00				2.00	2.00
L01049	m Cordón balizamiento, colocado Cordón de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocado	85.00				85.00	85.00
L01046	ud Señal normalizada tráfico con soporte, colocada Señal normalizada de tráfico con soporte, colocada.	2.00				2.00	2.00
L01061	ud Reunión mensual Comité Seguridad Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene según lo exija el Convenio Provincial.	1.00				1.00	1.00



Universidad de Valladolid
Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Ingeniería Agrícola y Medio Rural

**Proyecto de modernización y mejora del
regadío, en Tamarite de Litera (Huesca)**

Alumno: Marta Elia Jiménez Híjar

Tutor: Juan José Mazón

Septiembre de 2014

Copia para el tutor/a

PRESUPUESTO

Documento nº 5

ÍNDICE PRESUPUESTO

- 1. Cuadro nº 1. Precio de las unidades de obra.**
- 2. Cuadro nº 2. Precios descompuestos.**
- 3. Presupuestos parciales.**
- 4. Resumen general.**

CUADRO Nº 1
PRECIO DE LAS
UNIDADES DE OBRA

CUADRO DE PRECIOS Nº1

Ord	Código	Ud	Descripción	Precio en letra	Importe
1	A01001	m ³	Excavación mecánica de zanjas para tuberías, con retroexcavadora, en terreno ligero, medido sobre perfil.		1.88
				UN EURO con OCHENTA Y OCHO	
2	A06002	m	Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.		2.50
				DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
3	A06004	m	Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.		2.44
				DOS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
4	A06007	m	Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.		3.38
				TRES EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS Nº1

Ord	Código	Ud	Descripción	Precio en letra	Importe
5	A06010	m	Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	TRES EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	3.84
6	A06013	m	Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	CUATRO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	4.85
7	A06016	m	Tubería de PVC rígida de 140 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	CINCO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS	5.97
8	A06019	m	Tubería de PVC rígida de 160 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	SIETE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	7.56
9	A0800A	m	Tubería de polietileno de alta densidad de 32 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de trabajo; incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Incluye la inyección en el terreno mediante tractor con reja.	CERO EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS de EURO	0.80

CUADRO DE PRECIOS Nº1

Ord	Código	Ud	Descripción	Precio en letra	Importe
10	A5010A	m	Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.		1.29
UN EURO con VEINTINUEVE CÉNTIMOS					
11	ASP001	ud	Aspersor de latón sectorial, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.		24.16
VEINTICUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS					
12	ASP002	ud	Aspersor de latón circular 360º, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.		18.01
DIECIOCHO EUROS con UN CÉNTIMOS					
13	CON001	ud	Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 6", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.		2,977.97
DOS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
14	CON002	ud	Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 4", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.		2,209.67
DOS MIL DOSCIENTOS NUEVE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS					

CUADRO DE PRECIOS Nº1

Ord	Código	Ud	Descripción	Precio en letra	Importe
15	HID-3	ud	Válvula hidráulica de 3"		321.52
				TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
16	TAP001	m ³	Tapado de zanjas		0.27
				CERO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS de EURO	

Zaragoza, Septiembre 2014

Fdo: La alumna Marta Elia Jiménez Híjar

CUADRO N° 2
PRECIOS
DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Ord	Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
1	A01001	m³	Excavación mecánica zanja tuberías, terreno ligero no franco, medido sobre perfil.			
	O01009	0.0210 h	Peón régimen general	13.8600	0.29	
	M01058	0.0210 h	Retroexcavadora oruga hidráulica 131/160 CV	73.1400	1.54	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	1.8300	0.05	
TOTAL PARTIDA.....					1.88	
2	A06002	m	Tubería PVC, ø 63 mm, 1,0 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P16002	1.0000 m	Tubo PVC ø 63 mm, 1,0 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	1.9200	1.92	
	O01017	0.0130 h	Cuadrilla A	40.0500	0.52	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	2.4400	0.06	
TOTAL PARTIDA.....					2.50	

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Ord	Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
3	A06004	m	Tubería PVC, ø 75 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P16004	1.0000 m	Tubo PVC ø 75 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	1.8200	1.82	
	O01017	0.0140 h	Cuadrilla A	40.0500	0.56	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	2.3800	0.06	
TOTAL PARTIDA.....						2.44
4	A06007	m	Tubería PVC, ø 90 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P16007	1.0000 m	Tubo PVC ø 90 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	2.5800	2.58	
	O01017	0.0180 h	Cuadrilla A	40.0500	0.72	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	3.3000	0.08	
TOTAL PARTIDA.....						3.38
5	A06010	m	Tubería PVC, ø 110 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P16010	1.0000 m	Tubo PVC ø 110 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	2.9100	2.91	
	O01017	0.0210 h	Cuadrilla A	40.0500	0.84	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	3.7500	0.09	
TOTAL PARTIDA.....						3.84

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Ord	Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
6	A06013	m	Tubería PVC, ø 125 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P16013	1.0000 m	Tubo PVC ø 125 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	3.8100	3.81	
	O01017	0.0230 h	Cuadrilla A	40.0500	0.92	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	4.7300	0.12	
TOTAL PARTIDA.....						4.85
7	A06016	m	Tubería PVC, ø 140 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 140 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P16016	1.0000 m	Tubo PVC ø 140 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	4.7800	4.78	
	O01017	0.0260 h	Cuadrilla A	40.0500	1.04	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	5.8200	0.15	
TOTAL PARTIDA.....						5.97
8	A06019	m	Tubería PVC, ø 160 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 160 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P16019	1.0000 m	Tubo PVC ø 160 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	6.1800	6.18	
	O01017	0.0300 h	Cuadrilla A	40.0500	1.20	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	7.3800	0.18	
TOTAL PARTIDA.....						7.56

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Ord	Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
9	A0800A	m	Tubería PEAD 100, ø 32 mm, 0,6 MPa, inyectada Tubería de polietileno de alta densidad de 32 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de trabajo; incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Incluye la inyección en el terreno mediante tractor con reja.			
	P1900A	1.0000 m	Tubo de PEAD 100 ø 32 mm, 0,6 MPa (p.o.)(para inyectar)	0.5200	0.52	
	M01044	0.0070 h	Tractor ruedas 71/100 CV	37.0200	0.26	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	0.7800	0.02	
TOTAL PARTIDA.....						0.80
10	A5010A	m	Tubería PVC, ø 50 mm, 1,0 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.			
	P5010A	1.0000 m	Tubo PVC ø 50 mm, 1,0 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	0.7400	0.74	
	O01017	0.0130 h	Cuadrilla A	40.0500	0.52	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	1.2600	0.03	
TOTAL PARTIDA.....						1.29
11	ASP001	ud	Aspersor latón sectorial Aspersor de latón sectorial, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.			
	O01004	0.1000 h	Oficial 1ª	16.1200	1.61	
	O01008	0.1000 h	Peón especializado régimen general	14.5500	1.46	
	CAÑ..1	1.0000 Ud	Caña para aspersor D 3/4 " y 3m altura	6.0000	6.00	
	TUB..1	1.0000 Ud	Tubo PE para cañas aspersor 1,2 m	0.5000	0.50	
	DAD..1	1.0000 ud	Dado de hormigón prefabricado	1.0000	1.00	
	ASP..1	1.0000 ud	Aspersor laton sectorial para marco 18 x 18T	13.0000	13.00	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	23.5700	0.59	
TOTAL PARTIDA.....						24.16

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Ord	Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
12	ASP002	ud	Aspersor latón circular 360° Aspersor de latón circular 360°, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.			
	O01004	0.1000 h	Oficial 1ª	16.1200	1.61	
	O01008	0.1000 h	Peón especializado régimen general	14.5500	1.46	
	CAÑ..1	1.0000 Ud	Caña para aspersor D 3/4 " y 3m altura	6.0000	6.00	
	TUB..1	1.0000 Ud	Tubo PE para cañas aspersor 1,2 m	0.5000	0.50	
	DAD..1	1.0000 ud	Dado de hormigón prefabricado	1.0000	1.00	
	ASP..2	1.0000 ud	Aspersor laton sectorial para marco 18 x 18T	7.0000	7.00	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	17.5700	0.44	
TOTAL PARTIDA.....						18.01

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Ord	Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
13	CON001	ud	Conjunto hidrante de conexión 6" Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 6", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.			
	O01004	1.5000 h	Oficial 1ª	16.1200	24.18	
	O01008	1.5000 h	Peón especializado régimen general	14.5500	21.83	
	V3VIAS	1.0000 ud	Válvula de 3 vías	24.0000	24.00	
	A00MAN1	2.0000 ud	Manómetro de hasta 10 kg/cm2	40.0000	80.00	
	ARQ..1	1.0000 ud	Arqueta prefabricada de hormigón	415.0000	415.00	
	TAP..1	2.0000 m2	Tapa de arqueta de chapa de acero galvanizado	12.5000	25.00	
	M01062	2.5000 h	Retroexcavadora ruedas hidráulica 71/100 CV	52.2900	130.73	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	720.7400	18.02	
	A11D025	1.0000 ud	Ventosa trifuncional, ø 1", 1,6 MPa, instalada	117.3700	117.37	
	A03001	200.0000 kg	Pieza especial calderería chapa acero, ø<= 250 mm	4.0200	804.00	
	A10011	1.0000 ud	Válvula mariposa, ø 150 mm, 1,6 MPa, instalada	355.7100	355.71	
	A10045	1.0000 ud	Carrete desmontaje fundición, ø 150 mm, instalado	241.2100	241.21	
	A11021	1.0000 ud	Filtro en Y cazapiedras, ø 150 mm, instalado	200.6800	200.68	
	A10035	1.0000 ud	Válvula hidráulica ø 150 mm c/solenoide, instalada	520.2400	520.24	
TOTAL PARTIDA.....					2,977.97	

14	CON002	ud	Conjunto hidrante de conexión 4" Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 4", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.			
	O01004	1.0000 h	Oficial 1ª	16.1200	16.12	
	O01008	1.0000 h	Peón especializado régimen general	14.5500	14.55	
	V3VIAS	1.0000 ud	Válvula de 3 vías	24.0000	24.00	
	A00MAN1	2.0000 ud	Manómetro de hasta 10 kg/cm2	40.0000	80.00	
	ARQ..1	1.0000 ud	Arqueta prefabricada de hormigón	415.0000	415.00	
	TAP..1	2.0000 m2	Tapa de arqueta de chapa de acero galvanizado	12.5000	25.00	
	M01062	2.0000 h	Retroexcavadora ruedas hidráulica 71/100 CV	52.2900	104.58	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	679.2500	16.98	
	A11D025	1.0000 ud	Ventosa trifuncional, ø 1", 1,6 MPa, instalada	117.3700	117.37	
	A03001	150.0000 kg	Pieza especial calderería chapa acero, ø<= 250 mm	4.0200	603.00	
	A10009	1.0000 ud	Válvula mariposa, ø 100 mm, 1,6 MPa, instalada	283.7100	283.71	
	A10043	1.0000 ud	Carrete desmontaje fundición, ø 100 mm, instalado	188.8900	188.89	
	A11020	1.0000 ud	Filtro en Y cazapiedras, ø 100 mm, instalado	114.3600	114.36	
	A10031	1.0000 ud	Válvula hidráulica ø 100 mm c/solenoide, instalada	206.1100	206.11	
TOTAL PARTIDA.....					2,209.67	

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

Ord	Código	Cantidad Ud	Descripción	Precio	Subtotal	Importe
15	HID-3	ud	Válvula hidráulica de 3"			
	O01004	0.3000 h	Oficial 1ª	16.1200	4.84	
	O01008	0.3000 h	Peón especializado régimen general	14.5500	4.37	
	V3VIAS	1.0000 ud	Válvula de 3 vías	24.0000	24.00	
	M01062	1.0000 h	Retroexcavadora ruedas hidráulica 71/100 CV	52.2900	52.29	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	85.5000	2.14	
	A10027	1.0000 ud	Válvula hidráulica ø 80 mm c/solenoide, instalada	162.0100	162.01	
	TAP..1	1.1000 m2	Tapa de arqueta de chapa de acero galvanizado	12.5000	13.75	
	P09012	1.1000 m	Tubo hormigón machihembrado ø 1,20 m (p.o.)	52.8400	58.12	
TOTAL PARTIDA.....					321.52	

16	TAP001	m³	Tapado de zanjas			
	M01062	0.0050 h	Retroexcavadora ruedas hidráulica 71/100 CV	52.2900	0.26	
	%2.5CI	2.5000 %	Costes indirectos 2,5%	0.2600	0.01	
TOTAL PARTIDA.....					0.27	

Zaragoza, Septiembre 2014

Fdo: La alumna Marta Elia Jiménez Híjar

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO C001 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
A01001	m³ Excavación mecánica zanja tuberías, terreno ligero Excavación mecánica de zanjas para tuberías, con retroexcavadora, en terreno ligero, medido sobre perfil.			
		8,174.60	1.88	15,368.25
TAP001	m³ Tapado de zanjas			
		12,147.00	0.27	<u>3,279.69</u>

TOTAL CAPÍTULO C001..... 18,647.94

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO C002 TUBERÍAS				
A06019	<p>m Tubería PVC, ø 160 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada</p> <p>Tubería de PVC rígida de 160 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.</p>	1,164.00	7.56	8,799.84
A06016	<p>m Tubería PVC, ø 140 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada</p> <p>Tubería de PVC rígida de 140 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.</p>	1,291.00	5.97	7,707.27
A06013	<p>m Tubería PVC, ø 125 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada</p> <p>Tubería de PVC rígida de 125 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.</p>	1,318.00	4.85	6,392.30
A06010	<p>m Tubería PVC, ø 110 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada</p> <p>Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.</p>	213.00	3.84	817.92
A06007	<p>m Tubería PVC, ø 90 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada</p> <p>Tubería de PVC rígida de 90 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.</p>	832.00	3.38	2,812.16
A06004	<p>m Tubería PVC, ø 75 mm, 0,6 MPa, junta goma o encolar, colocada</p> <p>Tubería de PVC rígida de 75 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.</p>	1,754.00	2.44	4,279.76

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
A06002	m Tubería PVC, ø 63 mm, 1,0 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	2,761.00	2.50	6,902.50
A5010A	m Tubería PVC, ø 50 mm, 1,0 MPa, junta goma o encolar, colocada Tubería de PVC rígida de 50 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye la excavación de la zanja, ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según las necesidades del proyecto.	2,814.00	1.29	3,630.06
A0800A	m Tubería PEAD 100, ø 32 mm, 0,6 MPa, inyectada Tubería de polietileno de alta densidad de 32 mm de diámetro y 0,6 MPa de presión de trabajo; incluyendo piezas especiales, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. Incluye la inyección en el terreno mediante tractor con reja.	13,500.00	0.80	10,800.00
TOTAL CAPÍTULO C002.....				52,141.81

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO C003 CONEXIONES				
CON001	ud Conjunto hidrante de conexión 6" Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 6", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.			
		2.00	2,977.97	5,955.94
CON002	ud Conjunto hidrante de conexión 4" Hidrante de 6", incluye válvula hidráulica de 4", ventosa trifuncional de 1", válvula de mariposa, manómetros, filtro en Y, calderería y arqueta, totalmente instalado y probado.			
		2.00	2,209.67	4,419.34
TOTAL CAPÍTULO C003.....				10,375.28

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO C004 VALVULERÍA				
HID-3	ud Válvula hidráulica de 3"			
		36.00	321.52	11,574.72
	TOTAL CAPÍTULO C004.....			11,574.72

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO C005 EQUIPAMIENTO DE RIEGO				
ASP001	ud Aspersor latón sectorial Aspersor de latón sectorial, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.			
		276.00	24.16	6,668.16
ASP002	ud Aspersor latón circular 360º Aspersor de latón circular 360º, para marco de riego de 18 x 18 T, incluyendo todos los materiales y mano de obra, totalmente instalado y probado.			
		930.00	18.01	16,749.30
TOTAL CAPÍTULO C006.....				<u>23,417.46</u>

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO C006 SEGURIDAD Y SALUD				
L01091	ud Ropa de trabajo: mono tipo italiano Ropa de trabajo de una pieza: mono tipo italiano, 100% algodón, con cremallera de aluminio, con anagrama en siete colores. Gramaje mínimo 280 gr/m2. Norma UNE-EN 340.	5.00	9.03	45.15
L01152	par Botas de seguridad Categoría S1+P Botas de seguridad en piel serraje (Clase I); puntera 200 J (SB); antiestática (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la perforación (P); cierre por cordones; cañas forradas y acolchados internos en caña y fuelle. Categoría: S1 + P (SB + A + E + P). Norma UNE-EN 345	5.00	14.89	74.45
L01066	ud Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.	5.00	2.43	12.15
L01134	par Guantes piel protección riesgos mecánicos Guantes de protección contra riesgos mecánicos, en piel flor vacuno de primera; resistencias mínimas: a la abrasión, 2; al corte, 1; al rasgado, 4; y a la perforación, 3. Normas UNE-EN 388, UNE-EN 420.	5.00	1.80	9.00
L01080	ud Mascarilla autofiltrante plegada, partículas, Clase FFP2D Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula; para protección contra partículas sólidas y líquidas; para más de un turno de trabajo (D). Clase FFP2D (SL) 12xTLV. Norma UNE-EN 149	5.00	1.83	9.15
L01075	ud Protector auditivo de orejeras Protector auditivo de orejeras, compuesto por dos casquetes ajustables con elementos almohadillados; sujetos por arnés; recambiables; atenuación media mínima de 28 dBA. Normas UNE-EN 352-1, UNE-EN 458.	5.00	9.42	47.10
L01087	ud Gafas montura universal, adaptable sobre gafa correctora Gafas de montura univ ersal. Campo de uso: líquidos; gotas; proyecciones; partículas mayores de 5 micras. Resistencia a impactos de baja energía (F); ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección (3-1,2), Clase Óptica 1 (trabajos continuos); resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K); tratamiento antiempañamiento; adaptable sobre gafas correctoras; posibilidad de anclaje para cordón de sujeción. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170.	5.00	4.72	23.60
L01100	ud Chaleco alta visibilidad clase 2 Chaleco alta visibilidad de color amarillo fluorescente, de clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas.	5.00	3.13	15.65
L01065	ud Gorra tipo beisbol con anagrama Gorra tipo beisbol con anagrama en siete colores.	5.00	1.00	5.00
L01123	ud Cinturón portaherramientas Cinturón portaherramientas.	5.00	6.30	31.50
L01124	ud Cinturón de seguridad de sujeción Cinturón de seguridad para sujeción en posición de trabajo y prevención de caídas en altura. Compuesto de: cinturón de sujeción, elemento de amarre con longitud máxima de 2 m, sistema de ajuste longitudinal y conector autoblock.	5.00	37.64	188.20

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
L01103	ud Traje impermeable. Clase 3. Mal tiempo. Traje impermeable de clase 3, impermeable contra la influencia del mal tiempo, viento y lluvia a temperaturas superiores a -5°C, resistente a la penetración del agua y resistente al vapor de agua (50% de poliuretano y 50% de poliamida). Norma UNE-EN 343	5.00	16.25	81.25
L01021	ud Taquilla metálica individual (1 ud x nº operarios punta x 1,20) Taquilla metálica, para uso individual con llave, (1 unidad x nº operarios punta x 1,20) colocada.	4.00	82.83	331.32
L01059	ud Botiquín portátil de obra Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997	1.00	36.71	36.71
L01062	h Formación en Seguridad y Salud Formación específica en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo según riesgos previsibles en la ejecución de la obra.	1.50	14.73	22.10
L01063	ud Reconocimiento médico obligatorio Reconocimiento médico obligatorio efectuado a los trabajadores al comienzo de la obra o transcurrido un año desde el reconocimiento inicial.	5.00	47.60	238.00
L01052	ud Baliza luminosa intermitente, colocada Baliza luminosa intermitente luz ámbar, Norma 83 IC-MOPU, colocada.	2.00	60.81	121.62
L01048	ud Cartel indicativo de riesgo con soporte, colocado Cartel indicativo de riesgo normalizado de 0.3 x 0.3 m, con soporte metálico 2.5 m, colocado.	2.00	16.59	33.18
L01049	m Cordón balizamiento, colocado Cordón de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocado	85.00	0.83	70.55
L01046	ud Señal normalizada tráfico con soporte, colocada Señal normalizada de tráfico con soporte, colocada.	2.00	69.19	138.38
L01061	ud Reunión mensual Comité Seguridad Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene según lo exija el Convenio Provincial.	1.00	133.83	133.83
TOTAL CAPÍTULO C007				1,667.89
TOTAL.....				117.825,10

RESUMEN GENERAL

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE EUROS
C001	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	18.647,94
C002	TUBERÍAS.....	52.141,81
C003	CONEXIONES.....	10.375,28
C004	VALVULERÍA.....	11.574,72
C005	EQUIPAMIENTO DE RIEGO.....	23.417,46
C006	SEGURIDAD Y SALUD.....	1.667,89
	COSTES TOTALES	117.825,10
	TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	117.825,10
	I.V.A.21,00% s/ 117.825,10	24.743,27
	Suma	142.568,37
	Total Presupuesto de Ejecución	142.568,37

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CIENTO CUARENTA Y DOS MIL QUINIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON TREINTA Y SIETE CENTIMOS

Zaragoza, a Septiembre 2014.

Fdo: La alumna Marta Elia Jiménez Híjar