

Universidad Pública de Navarra
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

Nafarroako Unibertsitate Publikoa
NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO

**MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE
RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)**

presentado por

DIEGO VILLAR SANZ

aurkeztua

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN
INGENIARITZAN GRADUA**

HORTOFRUTICULTURA, JARDINERIA Y PAISAJE

JUNIO 2017/2017ko EKAINA

RESUMEN

En el presente proyecto de fin de grado se va a realizar una modificación del sistema de riego de las parcelas 617 y 618 del polígono nº8 en el término municipal de Ablitas (Navarra), dichas parcelas se encuentran unidas, y tienen una superficie total de 6,47 hectáreas, de la que 6,4 hectáreas son regables.

Dichas parcelas disponen de un sistema de riego por goteo, este sistema limita mucho los cultivos que se pueden cultivar, proliferando las enfermedades por la escasa rotación.

Por ello se va a diseñar y dimensionar un sistema de riego por aspersión, que permitirá aumentar los tipos de cultivos que se podrán cultivar en las parcelas. El marco de aspersión utilizado es triangular, con una distancia de 15,6 m entre ramales y 18 m entre aspersores.

La instalación del sistema de riego por aspersión no va a impedir el uso del sistema de riego por goteo, ya que es un sistema muy adecuado para algunos cultivos. De este modo el promotor va a poder cultivar lo que demande la industria.

Se va a realizar una rotación con nuevos cultivos, para el nuevo sistema de riego. Los cultivos se van a escoger en función de la demanda de la industria.

Para realizar de forma adecuada el proyecto, se han realizado una serie de estudios como el estudio edafológico, calidad del agua, estudios agroclimáticas, se han calculado las necesidades hídricas de los cultivos y se va a realizar un estudio económico-financiero para comprobar la viabilidad económica del proyecto.

PALABRAS CLAVE

Riego, Aspersión, Goteo, Regadío y Cultivo

DOCUMENTO N°0: ÍNDICE GENERAL

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

DOCUMENTO N°2: ANEJOS

DOCUMENTO N°3: PLANOS

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°5: ESTADO DE MEDICIONES

DOCUMENTO N°6: PRESUPUESTO

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice Memoria

1	Objeto	3
2	Alcance	3
3	Antecedentes.....	4
4	Requisitos de diseño	5
5	Localización y emplazamiento	6
5.1	Localización.....	6
5.2	Emplazamiento	6
5.3	Descripción de la zona.....	7
6	Estudio edafológico	7
7	Estudio Calidad del agua	8
8	Estudio Agroclimático.....	9
9	Alternativa de cultivos.....	10
9.1	Rotación actual	10
9.2	Rotación propuesta	11
10	Necesidades hídricas.....	13
10.1	Determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0)	13
10.2	Determinación del coeficiente del cultivo (K_c).....	14
10.3	Determinación de las necesidades hídricas	15
11	Diseño y dimensionamiento de la red de distribución.....	17
11.1	Características iniciales	17
11.2	Características del sistema adoptado.....	17
11.3	Diseño y dimensionamiento	18
11.3.1	Diseño.....	18
11.3.2	Dimensionamiento de la red de distribución	19
12	Evaluación económico-financiera	21
13	Presupuesto.....	22
14	Bibliografía.....	24

1 Objeto

El presente proyecto tiene como objeto modificar el sistema de riego que se utiliza actualmente en las parcelas 617 y 618 del polígono nº 8 en el término municipal de Ablitas, que se encuentra en la Comunidad Foral de Navarra actualmente se encuentran unidas con una superficie total de 6,47 hectáreas, de las que 6,4 hectáreas son regables.

Actualmente las parcelas disponen de un sistema de riego por goteo, este sistema de riego es muy eficiente, pero limita mucho los cultivos que se pueden cultivar, lo que lleva a una repetición de cultivos en un periodo corto de tiempo, lo que ha desencadenado la aparición de una serie de problemas como proliferación de enfermedades, disminución del rendimiento... Por este motivo se ha optado por modificar el sistema de riego por goteo, por un sistema de riego por aspersión, que va a aumentar mucho los tipos de cultivos que se van a poder cultivar en las parcelas disminuyendo de este modo los problemas previamente comentados. La instalación del sistema de riego por aspersión no va a impedir el uso del sistema de riego por goteo, ya que este sistema es muy adecuado para algunos cultivos, de este modo el promotor va a poder cultivar lo que demande la industria pudiendo aumentar sus beneficios.

También se va a realizar una rotación de los nuevos cultivos que se van a poder cultivar una vez instalado el sistema de riego por aspersión en función de la demanda de la industria y los cultivos de la zona, por último se va a realizar una evaluación económico-financiera para ver si es viable económicamente la modificación del sistema de riego.

2 Alcance

En primer lugar se va a localizar la zona en la que se va a realizar el proyecto, con el fin de determinar las vías de acceso, características de las parcelas...

Posteriormente se van a realizar una serie de estudios con el fin de conocer las particularidades de la zona en la que se va a realizar el proyecto, así como las de las parcelas. Para descubrir posibles limitaciones que pueden afectar a las parcelas, dichas limitaciones se van a tener en cuenta a la hora de elegir los cultivos, realizar el diseño del sistema riego... El primer estudio que se va a realizar va a ser el estudio edafológico para comprobar si el suelo es regable. Posteriormente se va a realizar el estudio de calidad del agua con el fin de conocer si el agua de riego es adecuada y ver posibles limitaciones así como soluciones para corregirlas. Por último se va a hacer es un estudio agroclimático de la zona en la que se va a realizar la modificación, para conocer el clima, las limitaciones que pueden afectar a los cultivos...

Una vez se han realizado los estudios se elige la alternativa de cultivos propuesta teniendo en cuenta todas las limitaciones que pueden afectar a los cultivos así como la demanda de la industria y los cultivos que se cultivan en la zona.

Con los cultivos de la alternativa se va a calcular las necesidades hídricas para poder determinar el coste del agua, que se va a utilizar la el estudio económico-financiero.

También se pueden utilizar para diseñar los programas de riego, pero esto no es objeto de este proyecto.

Tras esto se seleccionará las características del sistema de riego por aspersión, posteriormente se realizará el diseño y dimensionamiento de la red de distribución en función de las características del hidrante, las parcelas y los requisitos propuestos por el promotor. Con el fin de desarrollar la mejor solución posible.

Por último se va a realizar un estudio económico-financiero con los costes de realización del proyecto, los flujos de caja tanto de la alternativa actual como la propuesta con el fin de comprobar la viabilidad económica del proyecto.

En este proyecto no se va a realizar como ya se ha comentado anteriormente el diseño de los programas de riego, ni la programación de los controladores del riego.

3 Antecedentes

Las parcelas 617 y 618 del polígono nº 8 en el término municipal de Ablitas que se encuentra en la Comunidad Foral de Navarra se encuentran actualmente unidas, debido a esto, la modificación del sistema de riego se va a realizar como si las dos parcelas formasen una única.

Las parcelas forman una superficie total de 6,47 hectáreas de las cuales 6,4 hectáreas son regables. Presenta una pendiente media del 3 %, una pendiente pequeña que no va a influir en gran medida en a la hora de diseñar y dimensionar la instalación.

Las parcelas actualmente ya disponen de un sistema de riego, en este caso por goteo, que se instala antes de la plantación de los cultivos. El agua es suministrada por el hidrante (H-144) con dos filtros de arena y medidores de presión y caudal.

La rotación que se utiliza actualmente en la parcela con el sistema de riego por goteo es el primer año pimiento, el segundo año cebada en secano y coliflor de verano y el tercer año calabacín. Para todos estos cultivos a excepción de la cebada es muy adecuado el sistema de riego por goteo.

La parcela únicamente tiene un acceso, por lo que para llevar a cabo las labores, hay que tener en cuenta este aspecto para evitar que se produzcan accidentes y para que el trabajo se realice de forma adecuada. Los caminos de acceso son amplios lo cual no va a perjudicar al tránsito de la maquinaria ni al transporte de los materiales.

En este caso los permisos y licencias serán por cuenta del promotor, que se encargará de pedir las al organismo correspondiente.

4 Requisitos de diseño

En el siguiente apartado se procede a describir las bases y datos de partida del promotor, del entorno y del emplazamiento, a partir de los cuales se va a realizar el presente proyecto.

Como ya se ha comentado anteriormente se va a realizar la modificación del sistema de riego en las parcelas, para aumentar los tipos de cultivos que se puedan cultivar y mejorar las producciones.

Los requisitos del promotor son los siguientes:

La modificación del sistema del sistema de riego se va a realizar en las dos parcelas como si formasen una única parcela, ya que estas están unidas y únicamente disponen de un hidrante.

El sistema de riego por el que se va a modificar sistema de riego actual es por aspersión, debido a que el promotor ya tiene conocimientos de su funcionamiento ya que tiene alguna parcela con este sistema.

El sistema de riego por aspersión va a ser permanente y con un marco mínimo de 15x15 m debido a que el promotor ya tiene parcelas con riego por aspersión y menor marco es este, de este modo el promotor no va a tener que modificar la maquinaria de la que dispone para realizar las labores dentro de las parcelas.

La instalación del sistema de riego por aspersión no impida el cultivo mediante goteo, ya que el promotor cultiva algunos cultivos mediante este sistema y quiere seguir cultivándolos.

El promotor quiere que se realice una rotación que se adecue a las características de las parcelas, que no se produzcan repeticiones de los cultivos de la misma hasta al menos pasados dos años excepto en la familia de las Solanáceas que tendrán que pasar como mínimo cuatro años, estas restricción se deben a los problemas que se producen al cabo del tiempo cuando se cultivan cultivos de la misma familia en periodos cortos de tiempo, por ello se acaban produciendo problemas de enfermedades, rendimientos... Además, la rotación tiene que coincidir con la demanda de la industria de la zona.

Se va a tener que estudiar la viabilidad económica del proyecto, con el fin de llevarlo a cabo. Para ello se va a tener en cuenta los flujos de caja que se obtienen actualmente en las parcelas, los flujos de caja de la propuesta y con el coste de llevar a cabo el proyecto.

En cuanto al entorno socio-económico no va a afectar mucho la realización del proyecto, ya que el proyecto no es grande, únicamente va a dar trabajo a unas pocas personas y durante poco tiempo, por ello el impacto socio-económico va a ser bajo, también va a ser bajo el impacto a la hora de realizar las labores de preparación de las parcelas, ya que las labores van a disminuir, pero en cambio a la hora de recolectar puede tener un impacto socio-económico más alto, en este caso para Ablitas, ya que se van a cultivar en la mayoría

de los años dos cultivos de este modo se necesitará mayor mano de obra para su recolección, pudiendo dar trabajo a algunas personas de la localidad.

Para evitar posibles problemas ambientales a la hora de realizar las obras, no se van a dejar los materiales necesarios para la realización del proyecto a la intemperie, sino que se van a llevar los materiales necesarios durante la jornada de trabajo. Tras la realización del proyecto se van a retirar todos los restos que se hayan podido producir a la hora de realizarlo como escombros, restos de tuberías...

5 Localización y emplazamiento

5.1 Localización

Las parcelas en las que se va a realizar el presente proyecto se encuentran en el término municipal de Ablitas, municipio que se encuentra al Sur de la Comunidad Foral de Navarra y hace frontera con la provincia de Zaragoza como se puede ver en el “*Plano 01-Situación*”.

El término municipal de Ablitas linda con:

- Norte: Término municipal de Tudela.
- Este: Términos municipales Fontellas, Ribaforada y Cortes.
- Sur: Términos municipales Tarazona (Zaragoza), Mallén (Zaragoza) y Borja (Zaragoza).
- Oeste: Términos municipales Cascante y Barillas.

5.2 Emplazamiento

Las parcelas en las que se va a llevar a cabo el proyecto son la parcela 617 y 618 del polígono nº 8 del término municipal de Ablitas (Comunidad Foral de Navarra). Estas parcelas se encuentran unidas actualmente. Estas parcelas se encuentran a unos 4,9 km al sureste del municipio de Ablitas.

La parcela 617 del polígono nº 8 tiene una superficie de 1,93 ha, esta parcela en su totalidad es apta para el riego. La parcela 618 del polígono nº 8 tiene una superficie de 4,54 ha de la cual únicamente es regable 4,47 ha debido a que el resto es pasto. Conformado una superficie total las dos parcelas de 6,47 ha, de las cuales 6,4 ha son regables, las parcelas tiene una pendiente media del 3 %.

Estas dos parcelas ya disponen de sistema de riego, en este caso por goteo. El suministro del agua proviene de un único hidrante para las dos parcelas (H-144). Dicho hidrante proporciona un caudal de 18,5 l/s y con una presión de 51,63 m.c.a.

Este municipio y las parcelas se encuentran muy bien comunicados, las principales vías de comunicación se encuentran en el “*Anejo I-Localización y emplazamiento*”.

En el “*Plano 02-Emplazamiento*”, se pueden ver las vías de comunicación para ir desde el municipio de Ablitas a las parcelas.

5.3 Descripción de la zona

Con el fin de determinar las particularidades de las parcelas, así como las posibles limitaciones que pueden tener, ya que estas pueden afectar al diseño y dimensionamiento del sistema de riego así como a la elección de los cultivos.

Para ello se han realizado tres estudios diferentes, en primer lugar un estudio edafológico, posteriormente un estudio de la calidad del agua y por último un estudio climático. Dichos estudios se pueden ver a continuación.

6 Estudio edafológico

Para el estudio edafológico de las parcelas se ha necesitado obtener análisis de suelo que afecten a las parcelas en las que se va a llevar a cabo el proyecto. Estos análisis han sido proporcionados por el “*Negociado de Suelos y Climatología del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local*”.

En los análisis que han sido proporcionados por este organismo se observa que a las parcelas les afectan dos unidades cartográficas, que hacen referencia al tipo de suelo correspondiente a un área determinada, estas unidades pueden representar un único tipo de suelo o a varios. En este caso como ya se ha dicho a la parcela le afectaban dos unidades cartográficas la Unidad 02 y la Unidad 04, las dos igual de representativas.

La Unidad 02 únicamente tenía un único tipo de suelo (Serie 152), en cambio la Unidad 04 tenía tres tipos de suelo diferentes (Serie 154, Serie 155 y Serie 155).

En primer lugar se ha comprobado los parámetros más importantes de cada una de las series como son la textura, estructura, profundidad efectiva, drenaje, pH, salinidad y sodicidad, materia orgánica y caliza. Obteniendo en todas las series cualidades óptimas para el cultivo en cualquiera de los suelos.

Cabe destacar que la textura de la mayoría de los suelos es franca arcillosa, es una textura que tiene una buena retención de agua así como una gran acumulación de nutrientes, pero el problema de esta textura es que presenta un mal drenaje pudiendo provocar problemas de encharcamiento, escorrentías... La estructura de todos los suelos son bloques subangulares, por lo que la estructura es adecuada. Todos los suelos tienen una profundidad efectiva elevada, por lo que no se producirá ningún problema para los cultivos anuales que se quieren cultivar en las parcelas. El pH en todos los perfiles tiene un valor próximo a 8, por lo que son suelos ligeramente alcalinos, por lo que puede que se produzca alguna limitación en nutrientes como el potasio, hierro... La mayoría de los suelos son ligeramente salinos, pero tiene un valor bajo, por lo que no se va a producir ninguna limitación. La materia orgánica en estos suelos tiene un valor medio, por lo que

se recomienda que conforme vayan pasando los años se realicen aportaciones. Por último la caliza en estos suelos tiene un valor medio aunque también se ha observado la presencia de yesos.

Por último se ha realizado una evaluación para cada uno de los suelos según el Sistema USBR, con el que se permite evaluar si las tierras son aptas para el riego. Aunque estas parcelas ya disponen de sistema de riego se quiere comprobar si se realizó de forma adecuada la transformación de secano a regadío.

El Sistema USBR clasifica en suelo en seis clases diferentes, siendo la primera la clase más favorable y la sexta la menos favorable para el riego. Para realizar esta evaluación se van a comparar los resultados de los análisis de cada uno de los suelos con las diferentes subclases en las que se divide este sistema, como son el suelo, topografía y drenaje. La clase a la que pertenece cada suelo viene determinada por la menor clase obtenida en alguno de las tres subclases, acompañada de una letra en función de su limitación:

- Suelo (s)
- Topografía (t)
- Drenaje (d)

En este caso todos los suelos pertenecen a la Clase 2, aunque pertenecen a esa clase debido a diferentes limitaciones de los suelos. Esta Clase 2 es adecuada para el riego, por lo que es adecuado instalar un sistema de riego o como en este caso modificarlo, lo único que hay que tener en cuenta es que algunos cultivos puede que no se adapten adecuadamente.

En el “*Anejo II-Estudio edafológico*”, se pueden ver todos los análisis de suelo, así como el procedimiento que se ha seguido para realizar su estudio.

7 Estudio Calidad del agua

El agua que llega al hidrante de las parcelas proviene del Canal de Lodosa, dicho canal aporta agua a una pequeña superficie del término municipal de Ablitas, donde se encuentran las parcelas.

No se han podido conseguir análisis de agua, debido a la confidencialidad de los mismos, por ello se ha optado por realizar unos análisis propios básicos del agua que llega al hidrante, con el fin de determinar si el agua de riego es apta o en su caso contrario, realizar análisis complementarios para determinar el problema y tomar las medidas para corregirlos.

En este análisis se va a medir el pH y la conductividad eléctrica del agua, ya que son unos parámetros muy importantes para determinar la calidad del agua de riego.

Los resultados del análisis son:

- El pH del agua de riego es de 7,7, un valor adecuado, ya que se encuentra dentro del rango de pH normal (6-8,5), por lo que el pH del agua es adecuado.

- La conductividad eléctrica toma un valor de 1,1 dS/m, dicho valor moderado, por lo que se va a tener que controlar realizando análisis periódicos.
- Con el valor de conductividad eléctrica se ha podido determinar la cantidad total de sólidos disueltos que toma un valor de 0,704 g/l, dicho valor también tiene un valor moderado.

Por lo que se puede concluir que el agua de riego que llega a las parcelas es Apta para el riego, por lo que no es necesario realizar análisis complementarios, pero en el “*Anejo III- Calidad del agua*” se pueden ver otros parámetros que también son importantes para determinar la calidad del agua de riego, así como los límites de cada parámetro y las afecciones que pueden producir un exceso de alguno de ellos.

8 Estudio Agroclimático

Para realizar el estudio agroclimático de las parcelas se han obtenido los datos de la estación más representativa, en este caso coincide con la más cercana a las parcelas, la estación meteorológica de Ablitas. En este caso es una estación automática, lo cual permite obtener una mayor cantidad de datos, esta estación pertenece al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Para realizar este estudio se van a utilizar los datos de temperatura, precipitación, evapotranspiración potencial y viento. Estos datos se han consultado (Gobierno de Navarra, 2017) para la estación de Ablitas.

En primer lugar se ha estudiado el régimen térmico durante el periodo de 2004 a 2017. Observando el conjunto de datos térmicos obtenidos, se puede ver que las temperaturas media mensuales en los meses de verano alcanzan los valores más elevados, tomando unos valores cercanos a 25°C, siendo Julio el mes más cálido con 23,14°C. En cambio en invierno toman unos valores de 5 a 10°C, siendo Diciembre el mes más frío con 5,3°C. Cabe destacar también las temperaturas media de las máximas registradas en la estación de Ablitas tienen unos valores muy cercanos a 30°C en los meses de verano. Por otro lado si se ven las temperaturas medias mínimas absolutas se ve que se alcanzan temperaturas por debajo de 0°C de forma bastante habitual, desde Noviembre hasta Marzo, estos valores nos proporcionan información sobre la posibilidad de heladas que se pueden dar en las parcelas. En este caso el periodo libre de heladas va desde el 29 de Marzo al 10 de Noviembre. Este factor hay que tener muy en cuenta a la hora de escoger los cultivos.

En cuanto al régimen de humedad se ha tomado el mismo periodo de tiempo, la precipitación media anual es de 297,96 mm, por lo que la precipitación en la zona en la que se va a realizar el proyecto es muy escasa, por lo que si no se dispusiese de sistema de riego se podrían cultivar solo unos pocos cultivos y con rendimientos bajos.

Para la evapotranspiración potencial (ETP) se ha utilizado el Índice Thornthwaite, el mayor valor de evapotranspiración potencial se alcanza en Julio con un valor de 142 mm, por este motivo este será el mes de más demanda hídrica. Los valores de ETP permiten

conocer las necesidades hídricas de los cultivos, aunque en este proyecto se van a calcular con la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0). Pero en este caso se van a utilizar los valores de ETP para la Clasificación de Papadakis.

Por último se ha estudiado el viento debido a que con el sistema de riego por aspersión el riego se puede ver muy perjudicado. En este caso la velocidad media del viento toma unos valores de 2,51 m/s, lo cual son valores bajos por lo que no va a afectar al riego. Pero también se han observado que se han dado velocidades de viento de hasta 44,6 m/s, velocidades muy elevadas que si que afectarían de manera negativa a la aplicación. Cuando se den velocidades de viento elevadas, no se regará a no ser que sea imprescindible.

Se ha realizado una clasificación climática mediante el modelo Papadakis, que considera tanto el régimen térmico como el de humedad. Para el régimen térmico se diferencian dos tipos, invierno y verano. En este caso para la estación meteorológica de Ablitas se tiene un invierno Avena cálido (Av) y el tipo de verano es Algodón menos cálido (g). En cuanto al régimen de humedad es Mediterráneo seco (Me), la fórmula climática será $AvgMe$. En este caso el grupo climático es Estepario templado (Et).

Una vez se han determinado el tipo de invierno, de verano y el régimen de humedad se va a comprobar si los cultivos que se quieren cultivar cumplen las exigencias climáticas de la zona. Para ello estas exigencias se han obtenido de (Elías Castillo & Ruiz Beltrán, 1986). En este caso la rotación propuesta va a constar de guisante fresco, coliflor, tomate para industria, habas fresco, brócoli de otoño, brócoli de primavera y por ultimo maíz para grano. En este caso todos estos cultivos cumplen las exigencias climatológicas en la zona donde se va a llevar a cabo el proyecto.

Total la información referente a este apartado se puede encontrar en el “*Anejo 4-Estudio agroclimático*”.

9 Alternativa de cultivos

En este apartado se van a definir los cultivos que se cultivan actualmente en las parcelas, debido a que la instalación del sistema de riego por aspersión no va impedir que se sigan cultivando mediante riego por goteo, ya que de este modo se puede adaptar a lo que demande la industria. También se van a definir los nuevos cultivos propuestos una vez instalado el sistema de riego por aspersión

9.1 Rotación actual

Como ya se ha dicho anteriormente la parcela actualmente dispone de un sistema de riego por goteo, lo cual hace que la variedad de cultivos se vea limitada. Lo que hace que se repitan cultivos de la misma familia en periodos de tiempo corto, afectando a los rendimientos, proliferación de enfermedades...

Tabla 1, rotación de cultivos actual

Año 1											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
			Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Cebada	Cebada
Año 2											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada		Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor
Año 3											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
			Calabacín	Calabacín	Calabacín	Calabacín	Calabacín	Calabacín			

En la *Tabla 1* se puede ver la rotación actual de las parcelas. El primer año se cultiva pimiento rojo para industria, posteriormente tras el cultivo del pimiento se siembra cebada, en este caso la cebada se va a cultivar en secado, ya que el sistema de riego por goteo no se adapta de manera adecuada al cultivo de la cebada. La cebada se cultiva más que por obtener un beneficio económico, para no dejar el suelo desnudo durante el invierno, de este modo se evita la pérdida de suelo de las parcelas, en este caso la cebada se va a cosechar al año siguiente y va a ir destinada para alimentación animal.

El mismo año en el que se cosecha la cebada se planta coliflor, este cultivo se adapta bien tanto a cultivo por goteo como por aspersión, en este caso las variedades son de ciclo tardío de unos 150 días y el destino es para la industria. Por último el tercer año se cultiva únicamente calabacín, un cultivo muy productivo en el que el riego por goteo es muy adecuado ya que se tiene que cosechar cada pocos días y su destino va a ser para la industria.

9.2 Rotación propuesta

Para elegir los cultivos para la nueva rotación se ha tenido las posibles limitaciones de clima, suelo o calidad del agua, en este caso no se ha encontrado ninguna limitación importante. También se ha tenido en cuenta que los cultivos se desarrollen de forma adecuada con el sistema de riego por aspersión, además de la demanda de la industria y por último los cultivos de la zona.

Tabla 2, rotación propuesta

Año 1											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Guisante	Guisante	Guisante	Guisante			Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor
Año 2											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
				Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Habas	Habas	Habas
Año 3											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Habas	Habas	Habas	Habas				Brócoli	Brócoli	Brócoli	Brócoli	
Año 4											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Brócoli	Brócoli	Brócoli	Brócoli	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz		

En la *Tabla 2* se recogen todos los cultivos de la rotación propuesta así como sus periodos de cultivo. Se ha diseñado de forma que se cumplan los requerimientos del promotor, que como mínimo pasen dos años hasta volver a cultivar dos cultivos de la misma familia a excepción de las Solanáceas que deben pasar como mínimo cuatro años.

El primer año se empieza cultivando guisante, una leguminosa que va aportar nitrógeno al suelo, lo cual va a ser beneficioso para los cultivos posteriores, en este caso el destino va a ser fresco para la industria, por ello se han escogido variedades de ciclo corto para poder llegar antes a la industria y obtener un precio superior en la venta. El mismo año en Agosto se plantará coliflor en este caso en vez de por goteo por aspersión para disminuir los costes, las variedades van a ser de ciclo tardío de unos 150 días y el destino va a ser para la industria.

El segundo año se va a cultivar tomate para industria un cultivo completamente mecanizado y con unos altos rendimientos, en este caso las variedades escogidas son “todo carne”, tiene poca agua, su destino va a ser la industria.

Después del cultivo del tomate, se sembrarán habas que serán cosechadas en el tercer año de la rotación.

El tercer año de la rotación se van a cosechar las habas que se sembraron el año anterior sobre Octubre, su destino va a ser fresco para congelado, se ha optado por una variedad semiprecoz para llegar antes a la industria y poder obtener un precio de venta mayor. Ese mismo año se va a cultivar también brócoli de otoño, todas las variedades de este cultivo presentan ciclos muy semejantes, el destino de este brócoli va a ir a industria.

El cuarto año se va a cultivar brócoli en este caso de primavera, con el mismo destino que el brócoli de otoño. Por último se va a cultivar maíz para la obtención de grano que va a ir destinado para alimentación animal. Para escoger la variedad que se adapte a la fecha de siembra de mediados de Junio ha sido necesario calcular la integral térmica desde la fecha de siembra hasta la primera helada, en este caso para que el ciclo se complete de forma adecuada se ha optado por variedades de Ciclo FAO 600.

En el “*Anejo V-Alternativa de cultivos*”, se describen las particularidades de los cultivos, así como los periodos de siembra, recolección y las variedades seleccionadas.

10 Necesidades hídricas

Se van a calcular las necesidades hídricas de los cultivos de la rotación propuesta. Ya que de este modo se va a poder calcular el coste del agua para cada uno de los cultivos. En este caso no se calculan estas necesidades hídricas para dimensionar la red de distribución, ya que en este caso la parcela ya cuenta con un hidrante que emite un caudal y una presión determinados. Por lo que condicionan esto el número de aspersores de la parcela y las dimensiones de la red de distribución.

Para determinar las necesidades hídricas de cada cultivo se ha utilizado el (Allen G., Pereira, Raes, & Smith, 2006):

- Determinar la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) de la zona en la que se encuentran las parcelas. En este caso el método utilizado es el *Penman-Monteith*.
- Determinación de los coeficientes del cultivo (K_c)
- Determinar las necesidades hídricas a partir de la ET_0 , K_c , Precipitación efectiva (P_{ef}) y Eficiencia de riego (E_a).

10.1 Determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0)

Para determinar los valores de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) se ha utilizado el método *Penman-Monteith*. En este caso estos valores han sido proporcionados por (Gobierno de Navarra, 2017). Los valores ET_0 proporcionados son de cada mes desde 2004 a 2017 en la estación meteorológica de Ablitas, por lo que ha sido necesario realizar una media para obtener los valores medio de ET_0 .

Tabla 3, evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) para la estación meteorológica de Ablitas

	Evapotranspiración de referencia ET_0 (mm/mes)
Enero	8,6
Febrero	31,0
Marzo	85,0
Abril	147,6
Mayo	217,7
Junio	258,7
Julio	279,8
Agosto	227,1
Septiembre	137,0
Octubre	62,5
Noviembre	15,3
Diciembre	4,0
Anual	1.471 mm

En la *Tabla 3* se puede ver la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) de cada uno de los meses, el mayor valor se produce en Julio con una ET_0 de 279 mm, estos valores son muy elevados, ya que en este caso en Ablitas presenta un régimen de precipitaciones muy bajo y unas altas temperaturas, sobre todo durante los meses de verano. La ET_0 anual toma un valor de 1.471 mm siendo un valor muy alto.

10.2 Determinación del coeficiente del cultivo (K_c)

El coeficiente de cultivo (K_c) permite diferenciar evapotranspiración del cultivo de referencia de la evapotranspiración de cada cultivo, este valor varía en función de la fase de desarrollo en la que se encuentra el cultivo.

Este valor varía debido a la diferencia de altura, estomas, hojas... Un valor de K_c superior a 1, significa que el cultivo tiene una evapotranspiración mayor que el cultivo de referencia.

En este caso los coeficientes de cultivo (K_c) han sido proporcionados por el “*Instituto Navarro de la Tecnología e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA)*”, en este caso los valores proporcionados son cada 10 días, pero debido a que la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) son valores mensuales se han pasado los coeficientes de cultivo a valores mensuales:

Tabla 4, coeficientes de cultivo (K_c) para los cultivos de la rotación propuesta

Cultivo	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Guisante		0,41	0,83	1,1	1,1							
Coliflor								0,3	0,47	0,68	0,9	1
Tomate					0,39	0,76	1,1	1,02	0,9			
Haba	0,6	0,65	0,76	0,95	1,1					0,4	0,5	0,55
Brócoli otoño								0,4	0,6	0,85	1	
Brócoli primavera		0,4	0,6	0,85	1							
Maíz						0,33	0,72	1,1	1,1	0,47		

En la *Tabla 4* se pueden ver los coeficientes de cultivo mensuales para cada uno de los cultivos, y se ve como va aumentando este valor conforme avanza su desarrollo.

10.3 Determinación de las necesidades hídricas

Para determinar las necesidades hídricas para cada uno de los cultivos de la rotación propuesta se van a seguir los siguientes pasos:

En primer lugar una vez se haya determinado el coeficiente de cultivo mensual (K_c), y se conozcan los valores de evapotranspiración del cultivo de referencia mensual (ET_0), se realiza el producto entre estos para obtener la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c), que proporciona información sobre la demanda hídrica de un determinado cultivo en un estado de desarrollo y un mes determinado.

Posteriormente se va a tener que calcular la precipitación efectiva (P_{ef}), esta precipitación efectiva es la precipitación acumulada durante un mes, con una probabilidad de ocurrencia del 75 %. Para ello se han obtenido los valores de precipitación acumulada desde 2004 a 2017 en la estación meteorológica de Ablitas. Esta precipitación efectiva mensual es menor que la precipitación media acumulada mensual, esto se realiza para que no se subestimen las necesidades hídricas de los cultivos.

Una vez calculada la precipitación efectiva (P_{ef}) se va a proceder a calcular la dosis netas (D_n). Para obtener dicho valor se realiza la diferencia para cada uno de los meses entre la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c) y la precipitación efectiva (P_{ef}), y de este modo conocemos la dosis neta (D_n), que sería la cantidad de agua que se debería aplicar cada mes en función del cultivo si no se produjeran pérdidas por evaporación, percolación...

Por ello se tiene en cuenta es la eficiencia de la aplicación (E_a), que en este caso en el riego por aspersión es inferior a la del riego por goteo. En el caso de riego por aspersión

la eficiencia de aplicación toma un valor del 80 % (Dechmi, Playan, Campo, Martínez-Cob, & Faci, 2000).

Para calcular la dosis bruta (D_b) es necesario hacer el cociente entre las dosis netas (D_n) con la eficiencia de aplicación (E_a), de este modo se mayor la dosis que se va a aplicar y se cumple por completo las necesidades hídricas mensuales para cada uno de los cultivos.

Tabla 5, necesidades hídricas de la rotación propuesta (mm/mes)

Cultivo	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Guisante		1,64	75,69	184,70	271,21							
Coliflor								75,66	73,11	39,50	13,34	3,00
Tomate					78,00	235,27	383,60	280,05	146,75			
Haba	0,00	10,94	68,25	157,03	271,21					17,63	5,69	0,75
Brócoli otoño								104,05	95,38	52,78	15,25	
Brócoli primavera		1,25	51,25	138,58	244,00							
Maíz						96,21	250,70	302,76	181,00	23,09		

En la *Tabla 5* se pueden ver las dosis brutas de cada uno de los cultivos para cada mes para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos. En este caso la mayor dosis bruta se produce en el tomate para industria en el mes de Julio, tomando un valor de 383,60 mm/mes.

En el “*Anejo VI-Necesidades hídricas*”, se pueden ver todas las explicaciones así como todos los cálculos realizados para cada uno de los cultivos.

La rotación propuesta va a demandar un volumen de agua anual de:

Tabla 6, necesidades hídricas que son necesarias satisfacer anualmente

Periodo	Cultivo	Necesidades cultivo (mm)	Necesidades anuales (mm)
Año 1	Guisante	533,24	737,85
	Coliflor	204,61	
Año 2	Tomate	1.123,67	1.123,67
Año 3	Haba	515,59	783,05
	Brócoli primavera	267,46	
Año 4	Brócoli otoño	435,08	1.288,84
	Maíz	853,77	

En la *Tabla 6* se puede ver el volumen de agua que se necesita aplicar cada año para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos, con estos valores se va a calcular el coste de agua anual para posteriormente realizar el estudio económico-financiero.

11 Diseño y dimensionamiento de la red de distribución

11.1 Características iniciales

En la actualidad las dos parcelas ya disponen de un sistema de riego, en este caso por goteo, este sistema se adapta muy bien pero para unos pocos cultivos, para muchos de ellos no es el sistema de riego más apropiado. Por ello el promotor ha propuesto su modificación. En este caso las parcelas disponen de un único hidrante, que tiene las siguientes características:

- Denominación: **H-144**
- Caudal máximo: **18,5 l/s**
- Presión del hidrante: **51,43 m.c.a.**

El promotor ha impuesto una serie de aspectos que se deben cumplir a la hora de diseñar e instalar el sistema de riego. Como el tipo de riego que tiene que ser riego por aspersión, este sistema debe de ser permanente, con un marco no inferior al 15x15 m, ya que el promotor tiene varias parcelas con aspersión y este es el menor marco que tiene, de este modo no va a tener que modificar la maquinaria para realizar las diferentes labores. Por último el promotor quiere poder cultivar mediante el sistema de riego por goteo después de haber instalado el sistema por aspersión.

11.2 Características del sistema adoptado

Debido a las imposiciones del promotor el sistema de riego que se va a instalar en las parcelas es por aspersión de forma permanente en el que todas las tuberías se encuentran enterradas. Para llevar a cabo esta instalación se ha utilizado (Tarjuelo Martin- Benito, 2005), para el riego por aspersión son necesarios una serie de elementos como:

- Sistema de impulsión, es necesario para conducir el agua por la red de distribución a una determinada presión para que su aplicación sea adecuada. En este caso el sistema de impulsión es el hidrante que ya se encuentra en la parcela que proporciona un caudal y una presión determinada.
- Sistema de distribución, que permite llevar el agua desde el hidrante a los diferentes aspersores, en el caso del sistema de riego por aspersión tiene tres tipos de tuberías distintas.
 - o La tubería principal, es la que suministra el agua a cada uno de los sectores de la parcela.
 - o La tubería secundaria, que distribuye el agua por todo el sector.
 - o Los ramales porta-aspersores que salen de la tubería secundaria y sobre ellos están colocados las cañas sobre las que se instalarán los aspersores.
- Dispositivos de emisión, en este caso son aspersores que se encargan de repartir el agua por la superficie de la parcela, el caudal que emiten los aspersores tiene

que ser inferior a la velocidad de infiltración, ya que si no se podrían dar problemas de escorrentía, hay dos tipos:

- Aspersores completos: funcionan a círculo completo, por lo que el caudal que emiten es mayor, se disponen en la zona central de la parcela.
- Aspersores sectoriales: solo mojan una parte del círculo, su caudal es menor, se colocan en las lindes.

Para la instalación de este sistema de riego se van a utilizar dos tipos de aspersores diferentes:

- Aspersores completos, la aplicación forma un círculo completo, por lo que el caudal en este tipo de aspersores es mayor, en este caso **0,558 l/s**.
- Aspersores sectoriales, la aplicación es un parte del círculo, por lo que el caudal es menor **0,317 l/s**.
- La presión nominal de funcionamiento de los aspersores (P_a) en este caso es de **35 m.c.a.** por lo que es necesario que a cada aspersor le llegue esa presión para una aplicación adecuada.

En este caso se ha optado por un marco triangular (tresbolillo) de 15x18 m, ya que cumple los requisitos del promotor y además proporciona una uniformidad mayor que los marcos rectangulares o cuadrados. Con este marco los obstáculos para la realización de labores serán menores, así como los costes de la instalación y el promotor no tendrá que modificar su maquinaria para realizar las labores.

11.3 Diseño y dimensionamiento

11.3.1 Diseño

Para realizar el diseño y dimensionamiento de la red de distribución, es necesario conocer la superficie y la topografía de las parcelas en las que se va a instalar el sistema de riego por aspersión, así como la localización del hidrante. En el “*Plano 03- Características parcelas*”, se puede ver las curvas de nivel de las parcelas, la localización del hidrante y la distribución de los sectores, a continuación se va a comentar como se ha diseñado el sistema:

Es necesario conocer la disposición más adecuada de los aspersores, así como conocer si van a ser aspersores completos o sectoriales, esta denominación depende de la distancia a las lindes de la parcela.

Una vez se conoce el número y tipo de aspersores se calcula la demanda de agua de todos ellos, esto se realiza para conocer el número de sectores en los que se va a dividir la parcela. En el “*Plano 04- Red de distribución*”, se puede ver la disposición de todos los aspersores así como su tipo.

Tabla 7, número de aspersores de cada tipo y el caudal total que emiten

Tipo	Número	Caudal (l/s)	Caudal total (l/s)
Completos	216	0,558	120,53
Sectoriales	40	0,317	12,68
			133,21

En la *Tabla 7* se puede ver que la demanda del conjunto de aspersores de las parcelas es de 133,22 l/s. Realizando el cociente entre este valor y el caudal máximo que proporciona el hidrante (18,5 l/s).

$$\frac{133,21}{18,5} = 7,2 \text{ sectores} \Rightarrow 8 \text{ sectores}$$

Por lo que la parcela se va a dividir en 8 sectores, cada uno de ellos va a regar de forma independiente. De este modo el hidrante puede satisfacer la demanda de cada sector, ya que va a ser inferior a 18,5 l/s.

11.3.2 Dimensionamiento de la red de distribución

Tras conocer el número de sectores en que los que se va a dividir la parcela, se definen los sectores, en el “*Plano 04-Red de distribución*”, se encuentran señalados y definidos todos los sectores, así como los aspersores de cada tipo que le corresponden a cada uno.

Una vez se han definido completamente los sectores, se procede al dimensionamiento de la red de distribución. En el “*Anejo VII-Diseño y dimensionamiento hidráulico*”, se puede ver el método utilizado para el dimensionamiento, se comienza el dimensionamiento con la tubería secundaria, posteriormente con la tubería primaria con sus correspondientes comprobaciones para asegurar que el riego va a ser uniforme y la presión que llega a los aspersores es adecuada para que la aplicación sea adecuada.

Tubería primaria

La tubería primaria es aquella que conduce el agua desde el hidrante hasta la cabecera de cada uno de los sectores, de donde salen las tuberías secundarias. La tubería primaria es de policloruro de vinilo (PVC), va a estar enterrada, son las tuberías de mayor diámetro de la red de distribución y tienen un único diámetro, pudiendo tomar unos valores de diámetro interno desde 40 mm a 160 mm. En el “*Plano 04-Red de distribución*”, se puede ver la disposición de la tubería primaria, así como su longitud de cada tramo con el diámetro correspondiente.

El diámetro de la tubería primaria se calcula teniendo en cuenta el caudal que demanda cada uno de los sectores, el mayor diámetro de las tuberías secundarias y la velocidad del agua que pasa por la tubería, ya que esta debe de estar en un rango de entre 2-0,5 m/s.

En este caso el diámetro nominal de la tubería primaria es de 125 mm, con el que se cumplen todos los requisitos anteriormente citados. En el “*Anejo VII-Diseño y dimensionamiento hidráulico*”, se pueden observar los cálculos realizados así como las comprobaciones oportunas.

Esta tubería como ya se ha dicho va a ir enterrada, para ello se van a realizar zanjas de 1 m de profundidad y 0,6 m de anchura, para poder instalarla de forma adecuada, antes de su colocación se aportará una capa de arena de 0,1 m de espesor para asegurar el contacto entre la tubería y el suelo.

Tubería secundaria

La tubería secundaria es aquella que conduce el agua desde el cabezal de cada sector hasta cada uno de los ramales porta-aspersores que conforman el sector. El caudal que pasa por esta tubería va disminuyendo conforme va suministrando agua a los ramales, por ello estas tuberías van a ser telescópicas, ya que tiene varios diámetros. Estas tuberías son de policloruro de vinilo (PVC), y van a ir enterradas. Los diámetros de estas tuberías van desde 40 mm a 160 mm. En el “*Plano 04-Red de distribución*”, se puede observar su disposición en cada uno de los sectores, así como la longitud de los tramos y el diámetro de los mismos.

Para calcular los diámetros adecuados para las tuberías secundarias es necesario conocer el número de tramos en los que se divide la tubería secundaria de un sector, así como el caudal que pasa por cada uno de ellos. Una vez se conocen estos valores de caudal se calcula el diámetro de las tuberías teniendo en cuenta que la velocidad del agua dentro de la tubería debe de estar en un rango de entre 2-0,5 m/s.

En este caso cada uno de los sectores las tuberías secundarias toman diferentes diámetros externos que en este caso van desde e 125 mm 40 mm. En el “*Anejo VII-Diseño y dimensionamiento hidráulico*”, se pueden ver todos los cálculos, así como las comprobaciones y los diámetros de cada tubería secundaria.

Esta tubería secundaria va a ir enterrada de la misma manera que la tubería principal, en una zanja de 1 m de profundidad y 0,6 m de ancho, antes de instalarla, se colocará una capa de arena para asegurar el contacto entre la tubería y el suelo.

Ramal porta-aspersores

Los ramales porta-aspersores conducen el agua desde la tubería secundaria a las cañas porta-aspersores donde se encuentran los aspersores. Estas tuberías son polietileno de alta densidad (PEAD) y solo pueden tomar un único diámetro externo, en este caso 32 mm. Estos ramales porta-aspersores van a enterrados a la misma profundidad que el resto de las tuberías pero en este caso para su colocación no se realiza una zanja sino se introduce mediante un rejón. La disposición de los ramales porta-aspersores se puede ver en el “*Plano 04-Red de distribución*”, así como la longitud de sus tramos.

Caña porta-aspersor

Se encarga de conectar el ramal porta-aspersor con el aspersor. La caña es de acero, para soportar posibles impactos de la maquinaria. La longitud de la caña porta-aspersor es de 3 m.

Se van a anclar al suelo mediante un bloque de hormigón prefabricado, para ello va a ser necesario realizar unos hoyos la introducción del bloque de 1,2 m de profundidad y 0,5x0,5 m de ancho. De este modo se realizará el anclado de la caña y su conexión con el ramal porta-asperor.

Aspersor

Como ya se ha dicho anteriormente se van a instalar dos tipos de aspersores en la parcela:

- Aspersores completo, la aplicación forma un círculo completo, en este caso emiten un caudal de 0,558 l/s y la presión nominal de funcionamiento es de 35 m.c.a.
- Aspersores sectoriales, la aplicación es una parte del círculo, en este caso emite un caudal de 0,317 l/s y la presión nominal de funcionamiento es de 35 m.c.a.

Estos aspersores se van a colocar sobre las cañas porta-aspersores.

Dispositivo para riego goteo y aspersión

Para cumplir el requisito de que el promotor pueda instalar el sistema de riego por goteo una vez se haya instalado el sistema de riego por aspersión, va a ser necesario instalar una "T" de acero que este unida al hidrante. En las dos salidas colocar unas válvulas, en este caso válvulas de mariposa para evitar que se produzcan pérdidas de agua.

Una de las dos válvulas de mariposa se conectara la red de distribución del sistema de riego por aspersión, y la otra salida únicamente se colocará la válvula de mariposa y en dicha válvula el promotor va a poder conectar el sistema de riego por goteo cuando él lo necesite, una vez instalado el sistema de riego por goteo, únicamente tendrá que cerrar la válvula que conecta el hidrante con el sistema de riego por aspersión y abrir la válvula que conecta el hidrante con el sistema de riego por goteo.

12 Evaluación económico-financiera

Antes de llevar a cabo cualquier proyecto es necesario conocer la viabilidad económica del mismo, ya que es necesario realizar una inversión económica importante. De este modo se podrá determinar en este caso que es adecuada la modificación del sistema de riego de las parcelas, así como el plazo de recuperación de la inversión.

Para conocer la viabilidad económica del proyecto se han utilizado dos indicadores:

- Valor Actual Neto (V.A.N.), en este caso se han calculado con tres tasa de actualización diferentes, ya que no se puede conocer exactamente el valor del dinero futuro:

Tabla 8, valor actual neto (V.A.N.) para cada tasa de actualización

Tasa de actualización (%)	V.A.N. (€)
6%	86.396,99
8%	71.734,90
10%	59.752,07

En la *Tabla 8* todos los valores del Valor Actual Neto para cada una de las tasas de actualización son superiores a cero, por lo que llevar a cabo la modificación del sistema de riego es viable económicamente.

- Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.), en este caso ha tomado un valor de 38 %, un valor muy superior la tasa de actualización, por lo que el proyecto es viable desde el punto de vista económico-financiero.

Es viable económicamente llevar a cabo la modificación del sistema de riego en las parcelas. En el “*Anejo VIII-Evaluación económico-financiera*”, se pueden ver los cálculos realizados para conocer la viabilidad del proyecto.

13 Presupuesto

A continuación se muestra el presupuesto de ejecución del material y el presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto. En el “*Documento nº 6-Presupuesto*”, se puede ver el presupuesto desglosado en cada uno de sus capítulos.

Tabla 9, presupuesto de ejecución material

CAPÍTULO 01: Movimiento de tierras	4.303,22
CAPÍTULO 02: Tuberías	8.216,17
CAPÍTULO 03: Valvulería	536,01
CAPÍTULO 04: Aspersores	5.453,52
CAPÍTULO 05: Programadores y automatismos	2.122,76
CAPÍTULO 06: Seguridad y salud	108,61
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION DEL MATERIAL (PEM)	20.740,28

En la *Tabla 9* se puede ver que le presupuesto de ejecución del material es de:

VEINTE MIL SETECIENTOS CUARENTA EUROS Y VEINTIOCHO CENTIMOS.

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)

Tabla 10, presupuesto ejecución por contrata

Presupuesto ejecución del material (PEM)	20.740,28
Gastos generales (9 %)	1.866,63
Beneficio industrial (6 %)	1.244,42
I.V.A. (21 %)	4.355,46
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	28.206,79

En la *Tabla 10* se puede ver que le presupuesto de ejecución por contrata es de:

VIENTIOCHO MIL DOSCIENTOS SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CENTIMOS.

14 Bibliografía

- Allen G., R., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. FAO :Estudios FAO Riego y Drenaje 56. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4529143>
- FAO. (1987). *La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO de riego y drenaje N°29. Rev i. Roma*
- Dechmi, F., Playan, E., Campo, J., Martínez-Cob, A., & Faci, J. M. (2000). EVALUACIÓN DEL RIEGO POR ASPERSIÓN EN COBERTURA TOTAL EN UNA PARCELA DE MAÍZ, (figura 1), 0–7.
- Departamento de Agricultura de Estados Unidos, & Servicio de Conservación de Recursos Naturales. (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos*. (C. A. Ortíz-Solorio, M. C. Gutiérrez-Castorena, & E. Guitierrez Castorena, Eds.) (12ª).
- Elías Castillo, F., & Ruiz Beltrán, L. (1986). *Caracterización Agroclimática de Navarra*. Instituto Navarro de suelo, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Roma, Italia.
- Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. (2009). *Análisis de la economía de los sistemas de producción . Año 2009*.
- Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. (2015). *Obtención de los Márgenes Brutos Estándar (MBE): vegetales y animales*.
- Gobierno de Navarra. (2017). *Estudio Climático de Navarra*. Retrieved March 10, 2017, from <http://estudioclimatico.navarra.es/>
- López, H., & De la Cruz, F. (2012). *Mapas agroclimáticos para el cultivo de maíz grano en España*, 1–2.
- meteo navarra. (2017). *Clasificación climática Papadakis*. Retrieved March 10, 2017, from <http://meteo.navarra.es/win/papadakis.cfm>
- Ruiz Baena, N., & Junta Andalucía. (n.d.). *CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA*, 1–5.
- Tarjuelo Martín- Benito, J. (2005). *El riego por aspersión y su tecnología* (3ª). Mundi-Prensa.

DOCUMENTO N°2: ANEJOS

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice Anejos

ANEJO I: LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

ANEJO II: ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ANEJO III: CALIDAD DEL AGUA

ANEJO IV: ESTUDIO AGROCLIMÁTICO

ANEJO V: ALTERNATIVA DE CULTIVOS

ANEJO VI: NECESIDADES HÍDRICAS

ANEJO VII: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

ANEJO VIII: ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

ANEJO I: LOZALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Localización.....	3
2	Emplazamiento	3
2.1	Características de las parcelas.....	3
2.2	Vías de acceso.....	4

1 Localización

Las parcelas objeto del presente proyecto se encuentran en el término municipal de Ablitas, al Sur de la Comunidad Foral de Navarra, haciendo frontera con la provincia de Zaragoza como se puede ver en el “*Plano 01-Situación*”. Donde se pueden observar las vías de acceso a la localidad.

El término municipal de Ablitas linda con:

- Norte: Término municipal de Tudela.
- Este: Términos municipales Fontellas, Ribaforada y Cortes.
- Sur: Términos municipales Tarazona (Zaragoza), Mallén (Zaragoza) y Borja (Zaragoza).
- Oeste: Términos municipales Cascante y Barillas.

Este municipio se encuentra a 104 km de la capital de la Comunidad Foral de Navarra (Pamplona), así como a unos 12,4 km de Tudela. Además se encuentra muy próximo a la N-121 C que va de Tudela a Tarazona y de la autopista vasco-aragonesa AP-68 que va desde Zaragoza hasta Bilbao. Por lo que es un municipio muy bien comunicado.

2 Emplazamiento

En este apartado se recogen las características de las parcelas, así como sus vías de acceso.

2.1 Características de las parcelas

Las parcelas son la 617 y 618 del polígono número 8 en el término municipal de Ablitas (Navarra). Se encuentran a unos 4,9 km al sureste del municipio.

La parcela 617 del polígono número 8 del término municipal de Ablitas tiene una superficie de 1,93 ha, toda la superficie es regadío y la parcela 618 del polígono número 8 del término municipal de Ablitas tiene una superficie de 4,54 ha, de las cuales solo son regadío 4,47 ha.

Actualmente estas parcelas están unidas, por lo que la superficie será de 6,47 ha, de la que 6,4 ha son regables. Las parcelas tienen una pendiente media del 3 %, un valor muy bajo por lo que no se van a producir problemas de escorrentía...

Las dos parcelas ya disponen de sistema de riego, en este caso por goteo, el agua para el riego proviene del hidrante (H-144) que toma el agua del Canal de Lodosa, dicho hidrante suministra agua a las dos parcelas. El hidrante proporciona un caudal de 18,5 l/s y con una presión de 51,63 m.c.a.

2.2 Vías de acceso

En el “*Plano 02-Emplazamiento*”, se pueden ver donde se encuentran situadas las parcelas, así como sus vías de comunicación.

Ablitas se encuentra 12,4 km de Tudela, por lo que para ir de Tudela a las parcelas será necesario tomar la NA-3010 hasta la localidad de Ablitas, ahí se coge la NA-3042 hasta llegar al Camino de Borja y de ahí se coge el Camino de la Fita hasta llegar a parcelas.

Estos caminos tienen una anchura suficiente para el tránsito de maquinaria que sea necesaria para la realización del proyecto.

ANEJO II: ESTUDIO EDAFOLÓGICO

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Introducción.....	3
2	Metodología.....	3
2.1	Textura.....	3
2.2	Estructura.....	4
2.3	Profundidad efectiva.....	5
2.4	Drenaje.....	5
2.5	pH.....	5
2.6	Salinidad/Sodicidad.....	6
2.7	Materia orgánica.....	7
2.8	Caliza.....	8
2.9	Sistema USBR.....	9
3	Resultados.....	12
3.1	Unidad 102.....	12
3.1.1	SERIE 152.....	12
3.2	Unidad 104.....	18
3.2.1	SERIE 154.....	18
3.2.2	SERIE 155.....	24
3.2.3	SERIE 156.....	30
4	Conclusiones.....	36

1 Introducción

En este caso las parcelas en las que se va a llevar a cabo el proyecto ya disponen de riego, en este caso por goteo, pero se va a realizar este estudio edafológico para ver si el suelo es regable o no, de este modo se va a comprobar si se realizó de forma adecuada la transformación de secano a regadío, para ello se va a comprobar si tiene buena aptitud para el riego, si presentan algún tipo de limitaciones, y si es así tomar medidas para minimizar su impacto.

En las parcelas en las que se va a realizar el proyecto le afectan dos unidades cartográficas, la Unidad 102 y la Unidad 104. La Unidad 102 únicamente está formada por una serie, en este caso la serie 152, en cambio la Unidad 104 está formada por varias series, la serie 154, 155 y 156. Por ello se va a realizar el estudio de las cuatro series.

Los datos edafológicos han sido aportados por el “*Negociado de Suelos y Climatología del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local*”.

2 Metodología

Para realizar el estudio se van a tener en cuenta diferentes aspectos que pueden afectar de forma importante al desarrollo adecuado de los cultivos, como puede ser la textura, estructura, profundidad efectiva, drenaje, pH, salinidad y sodicidad, materia orgánica, caliza y la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas.

Posteriormente se va a realizar una evaluación del suelo para ver si es regable o no según el sistema USBR.

2.1 Textura

Representa la composición granulométrica del suelo, en función de los tamaños de los diferentes elementos pueden ser: arena, limo y arcilla.

Se considera una buena textura aquella en la que la proporción de los diferentes elementos proporciona un soporte adecuado para el desarrollo de las plantas. Según el sistema utilizado Sociedad Internacional de Ciencias del Suelo (ISSS) o el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), marcan unos tamaños diferentes:

Tabla 11, granulometría según USDA

USDA	
Granulometría	Tamaño (mm)
Arena	2-0,05
Limo	0,05-0,002
Arcilla	<0,002

En la *Tabla 1* se pueden ver los tamaños de los elementos del suelo según USDA.

Tabla 12, granulometría según ISSS

ISSS	
Granulometría	Tamaño (mm)
Arena	2-0,02
Limo	0,02-0,002
Arcilla	<0,002

En la *Tabla 2* se pueden ver los tamaños de las partículas del suelo según ISSS.

En función de las proporciones de cada uno de los elementos se realiza la clasificación textural de los suelos, en este caso según la textura del USDA.

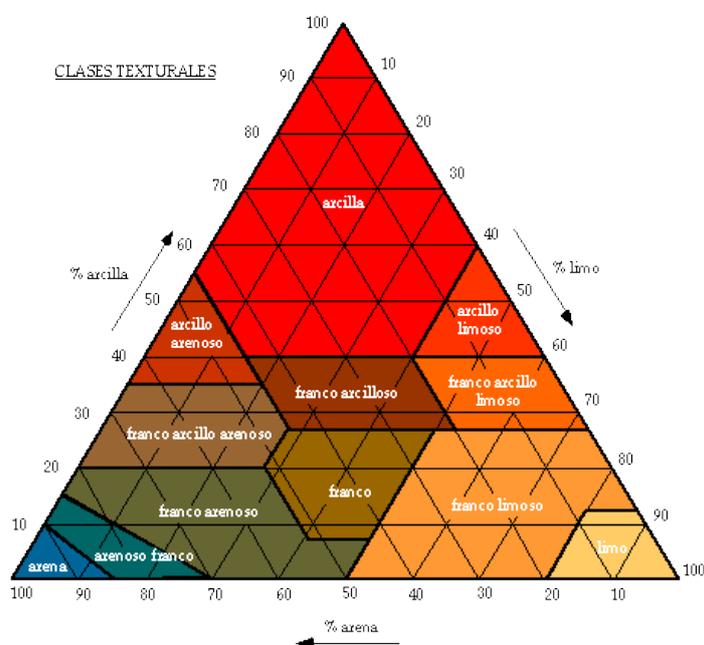


Ilustración 1, clases texturales según USDA

En la *Ilustración 1* se puede conocer la clase textural que tiene cada suelo en función a la proporción de arcilla, limo y arena.

2.2 Estructura

Es la forma en la que se agrupan las partículas individuales como arena, limo y arcilla. Estas uniones son debidas sobre todo a las partículas de arcilla así como a la materia orgánica... Una buena estructura permite una buena circulación del agua y del aire, así como mayor facilidad para el crecimiento de las raíces. Hay varios tipos de estructuras, las estructuras más adecuadas son la migajosa y subangulares, en cambio las menos favorables es la estructura masiva o laminar seguida de la prismática.

2.3 Profundidad efectiva

La profundidad efectiva es el espacio que tienen las raíces de las plantas para que puedan desarrollarse sin grandes obstáculos. Los obstáculos pueden ser presencia de horizontes endurecidos, capa freática, gran cantidad de piedras o incluso gran cantidad de sales. Este factor puede condicionar en gran medida la elección del cultivo.

2.4 Drenaje

El drenaje es la evacuación del agua en el suelo evitando que aparezcan enfermedades de las raíces, facilitando la aireación de las raíces... El drenaje es un factor muy importante que puede reducir mucho los rendimientos y está influenciado por muchos factores, como:

- Presencia de capas impermeables, lo cual hace que el agua se acumule dando lugar a encharcamientos
- Nivel freático alto, lo hace que disminuya la profundidad efectiva
- Otro factor muy importante es la conductividad hidráulica es una constante (k) de la ley de Darcy, en la que representa la facilidad en la que el medio deja pasar el flujo de agua a través de él. Esta conductividad hidráulica está muy influenciada por la textura y la estructura del suelo, texturas arcillosas hacen que ese valor de k sea más bajo ya que la conductividad es peor, al igual que una estructura mal desarrollada (masiva) hace que esos valores sean bajos.

2.5 pH

El pH proporciona una medida de actividad de los H⁺ libres en la solución del suelo. Es una medida de acidez o alcalinidad del suelo. Se mide:

$$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$$

Tabla 13, clasificación del suelo en función del pH

pH	Clasificación
3-4	Muy ácidos
4-5	Fuertemente ácidos
5-6	Moderadamente ácidos
6-7	Ligeramente ácidos
7-8	Ligeramente alcalinos
8-9	Moderadamente alcalinos
9-10	Fuertemente alcalinos
10-11	Muy alcalinos

En la *Tabla 3* se puede ver la clasificación del suelo en función del pH.

El pH en el suelo puede afectar tanto a aspectos físicos, químicos y biológicos del suelo.

- Aspectos físicos, puede afectar a la estructura del suelo, sobre todo pH alcalinos.
- Aspectos químicos, afecta a la disponibilidad de los minerales para las plantas.

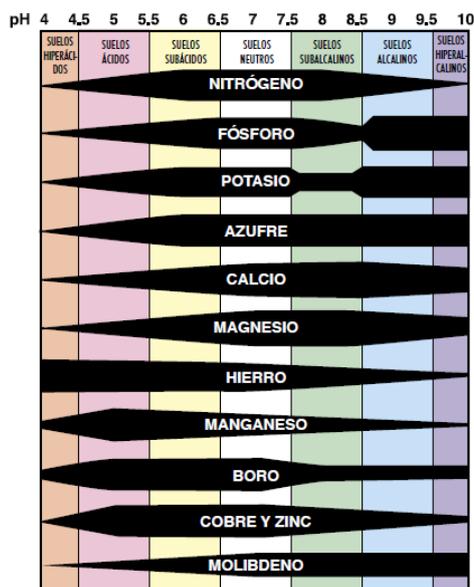


Ilustración 2, disponibilidad de nutrientes en función al pH del suelo

En la *Ilustración 2* se pueden ver las posibles deficiencias que se pueden producir en el suelo en función del pH.

- Aspectos biológicos, pueden afectar a la actividad biológica del suelo, pudiendo afectar a la descomposición de la materia orgánica...

2.6 Salinidad/Sodicidad

Es la acumulación de sales solubles en el suelo, lo cual puede conllevar una pérdida de productividad, debido a que bajan el potencial hídrico del suelo provocando problemas en la absorción de agua por las plantas.

Salinidad: se define como la presencia de sales solubles en concentraciones elevadas.

Sodicidad: abundancia de sales de sodio (Na^+)

Tabla 14, clasificación del suelo en función de la conductividad eléctrica

CE_e (dS/m) a 25°C	Clasificación
0-2	No salino
2-4	Ligeramente salino
4-8	Salino
>8	Muy salino

En la *Tabla 4* se puede ver la clasificación del suelo en función de la conductividad eléctrica que proporciona información sobre la cantidad de sales presentes en el suelo.

2.7 Materia orgánica

Es una pequeña parte de la fracción sólida del suelo, entre 1-5%, tiene gran importancia ya que influye en propiedades físicas y químicas del suelo como la estructura, almacenamiento y liberación de nutrientes, retención y suministro de agua...

Tabla 15, clasificación del suelo en función de la materia orgánica

Materia orgánica (%)	Clasificación
<1	Contenido muy bajo
1-1,9	Contenido bajo
2-2,5	Contenido normal
>2,5	Contenido alto

En la *Tabla 5* se puede ver la clasificación del suelo en función del contenido de materia orgánica.

La materia orgánica se va descomponiendo por la acción de microorganismo presentes en el suelo, la rapidez con la que descomponen esa materia orgánica es función de varios parámetros uno de ellos es la relación C/N, cuanto mayor sea esa relación más lentamente se va a descomponer la materia orgánica.

Tabla 16, clasificación del suelo en función de la cantidad de nitrógeno

Nitrógeno total (%)	Clasificación
>0,18	Alto
0,18-0,15	Ligeramente alto
0,15-0,10	normal
0,10-0,08	Ligeramente bajo
0,05-0,08	Bajo
<0,05	Muy bajo

Tabla 17, clasificación del suelo en función de la cantidad de fósforo

Fosforo ppm	Clasificación
<5	Bajo
5-10	Medio
>10	Alto

Tabla 18, clasificación del suelo en función de la cantidad de potasio

Potasio ppm	Clasificación
<50	Muy bajo
50-100	Bajo
100-150	Medio
>150	Alto

En las *Tablas 6, 7 y 8* se puede ver la clasificación de los suelos en función a la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

2.8 Caliza

Es una roca sedimentaria, compuesta mayoritariamente de CaCO_3 , se disuelve con mucha facilidad con aguas con CO_2 , y está presente en suelos neutros o alcalinos. La presencia de caliza puede afectar negativamente a la disponibilidad de algunos elementos como puede ser el hierro, pero mejora la estructura del suelo, mejorando de este modo la conductividad hidráulica, penetración de las raíces...

Tabla 19, clasificación del suelo en función al porcentaje de carbonato cálcico

% CaCO_3	Clasificación
0-5	Muy bajo
5,1-10	Bajo
10,1-20	Normal
20,1-40	Alto
>40	Muy alto

En la *Tabla 9* se puede ver la clasificación del suelo en función del porcentaje de CaCO_3 .

Caliza activa, es la caliza más fina y por ello es la más activa químicamente, si es muy alta, pueden producir inmovilizaciones de nutrientes.

Tabla 20, clasificación del suelo en función del porcentaje de caliza activa

Caliza activa (%)	Clasificación
<6	Bajo
6-9	Medio
>9	Alto

En la *Tabla 10* se puede ver la clasificación del suelo según el porcentaje de caliza activa.

2.9 Sistema USBR

El sistema USBR permite realizar una evaluación de las tierras para el riego. Este sistema tiene en cuenta muchos aspectos físicos del suelo que pueden limitar su uso agrícola como por ejemplo el riego. Este sistema clasifica las tierras en 6 clases diferentes:

Tabla 21, clasificación del suelo en función del método USBR

Clase	Denominación	Evaluación
1	Arable	Muy adecuada para el riego Nivel más alto de aptitud
2	Arable	Conveniente para el riego Exige seleccionar los cultivos
3	Arable	Marginalmente para el riego deficiencias importantes
4	Limitadamente arable	Usos restringidos Requieren usos complementarios para ver si son regables
5	No arable	Clase provisional que agrupa suelos con aptitud dudosa
6	No transformable	No cumple las condiciones mínimas exigidas

En la *Tabla 11* se puede ver la clasificación del suelo según el método USBR.

La clase a la que pertenece cada suelo viene determinada por la menor clase obtenida en alguno de las tres subclases, acompañada de una letra en función de su limitación:

- Suelo (s)
- Topografía (t)
- Drenaje (d)

Todas las clases tienen que ir acompañadas de una letra que define el tipo de limitación, menos la Clase 1 ya que esta no presenta ninguna limitación.

Subclase suelo

Tabla 22, parámetros para la clasificación del suelo para la subclase suelo

Suelo	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6
Textura superficial	Franco arenosa Franca Franco limosa Limosa Franco arcillo-arenosa Franco arcillosa	Arenosa franca Franco arcillo-limosa Arcillo limosa Arcillo arenosa	Arenosa franca arcillo limosa	Arenosa franca Arcillosa	Arenosa	Cualquiera que no cumpla los requisitos anteriores
Profundidad efectiva	> 100	75-100	50-75	25-50		
Retención de agua a los 120 cm CRAD (mm)	150	112,5-150	75-112,5	62,5-75		
Elementos gruesos permitidos (% vol) · Gravas (<6mm) · Cantos (>6mm)	15 5	35 10	55 15	70 35		
Permeabilidad en campo (K_{hcm}/h)	0,5-12,5	0,125-12,5	0,125-25	cualquiera		
Carbonatos totales (CaCO₃ %)	<35	35-50	50-65	>65		
Salinidad (CE_{ed}S/m)	<4	4-8	8-12	12-16		
·Sodicidad ·%área afectada gravedad ·PSI %	<5 ligera <15	5-15 moderada <20	15-25 moderada <30	25-35 moderada >50		
Afloramientos rocosos (separación entre ellos en m)	60	30	15	9		
Erosión	Suelos severamente erosionados descienden una clase					

En la *Tabla 12* se pueden ver todos los parámetros y los valores límite para clasificar el suelo en función de la subclase suelo.

Subclase topografía

Tabla 23, parámetros para la clasificación del suelo para la subclase topografía

Topografía	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6
Piedra a remover (m³/ha)	19	47,5	95	133		
·Pendiente (%) moderado o severamente erosionable ·Ligeramente erosionable	<2 <4	2-5 4-10	5-10 10-20	10-20 20-25		
Nivelación o deforestación	Ligera	media	grande	grande		
Método de riego						

En la *Tabla 13* se pueden ver todos los parámetros y los valores límite para clasificar el suelo en función de la subclase topografía.

Subclase drenaje

Tabla 24, parámetros para la clasificación del suelo para la subclase drenaje

Drenaje	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6
Profundidad al nivel freático (en cm) durante el periodo de crecimiento vegetativo con o sin drenaje ·Franco o más fino · Arenoso	>150 >120	100-150 75-120	50-100 50-75	25-50 25-50		
Drenaje superficial	Bueno	Bueno	restringido	restringido		
Profundidad de la capa impermeable (en cm)	>210	180-210	150-180	45-150		
Aireación	sin problemas	problemas leves	restringida	restringida		

En la *Tabla 14* se pueden ver todos los parámetros y los valores límite para clasificar el suelo en función de la subclase drenaje.

3 Resultados

3.1 Unidad 102

La serie predominante en esta unidad es la serie 152. En la que su perfil característico es el Ablitas 201.

3.1.1 SERIE 152

Localización:

X: 619138

Y: 4648649

Altitud: 296 m

Características generales:

Se ha utilizado (Departamento de Agricultura de Estados Unidos & Servicio de Conservación de Recursos Naturales, 2014) para poder conocer el tipo de suelo en función de su Clasificación Soil Taxonomy

·Clasificación Soil Taxonomy: Fluventic Haplocambids

- **Orden:** Aridisol, ya que tiene un régimen de humedad arídico, presenta un horizonte cámbico (descenso regular del contenido de materia orgánica)
- **Suborden:** Cambids, otros aridisoles, ya que no cumple las características de los otros subórdenes
- **Gran grupo:** Haplocambids, ya que no cumple las características de los otros grandes grupos
- Fluventic: materiales de los horizontes provienen de ríos

·Geomorfología: Fondo de vaguada ancho

·Geología: Materiales aluviales, cantos, arenas, gravas y arcillas

·Pendiente: 2%

Características de los perfiles:

Para la conocer el significado de cada una de las denominaciones de los horizontes se ha usado (FAO, 2009)

Horizontes: Ap, Bw1, Bw2, Bw3, C1 y C2

Caracterización:

A: mayor % materia orgánica que los horizontes inferiores, color gris oscuro o negro, pero contiene poca materia orgánica

B: horizonte enriquecidos, carbonatos, Fe y Al... Colores pardos o rojizos

C: material original. Sin desarrollo estructura edáfica, blando, suelto, puede estar edafizado.

p: horizonte arado

w: desarrollo de color o estructura (alteración)

Tabla 25, descripción del perfil característico de la serie 152

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-30	Color: 10yr5/4, Pardo amarillento, 100%. Textura: Franco arcillo limosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Débil. Poros: Tubulares, Tamaño fino y medio, Pocos. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y medio. Límite: Gradual y plano.
Bw1	30-65	Color: 10yr4/3, Pardo, 100%. Textura: Arcillo limosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Moderada. Poros: Tubulares, Tamaño fino, Bastantes. Poros Secundarios: Tubulares, Tamaño medio, Pocos. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y muy fino. Límite: Difuso.
Bw2	65-95	Color: 10yr4/3, Pardo, 100%. Textura: Arcillo limosa. Canales Lombrices: Bastantes. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño fino, Moderada. Poros: Tubulares, Tamaño fino y muy fino, Bastantes. Poros Secundarios: Tubulares, Tamaño medio, Pocos. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y muy fino. Límite: Difuso
Bw3	95-130	Color: 10yr5/3, Pardo, 100%. Textura: Franco arcillosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Moderada. Poros: Tubulares, Tamaño fino y muy fino, Muchos. Poros Secundarios: Tubulares, Tamaño grueso, Pocos. Raíces: Muy pocas, Tamaño muy fino. Límite: Gradual y plano.
C1	130-163	Color: 10yr5/6, Pardo amarillento, 100%. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Muy friable. Elementos Gruesos: 5%, con poco recubrimiento, Rodados y subangulares, . Estructura: Bloques subangulares, Tamaño fino, Débil. Poros: Tubulares, Tamaño fino y muy fino, Pocos. Raíces: No hay. Observaciones: Concreciones ocreas (reducción). Límite: Gradual y plano.
C2	163-195	Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Suelto. Elementos Gruesos: 50%, con poco recubrimiento, Rodados y subangulares, . Estructura: Masiva. Raíces: No hay.

Como se ve en la *Tabla 15*, el perfil alcanza una profundidad de 195 cm, pero toda ella no es explorable por las raíces, ya que a partir de los 163 cm hay una gran cantidad de elementos gruesos y una estructura masiva, lo cual hace que ese suelo no sea explorable por las raíces. Por ello la profundidad efectiva será de unos 163 cm.

La estructura en todo el perfil es de bloques subangulares, este tipo de estructura es un tipo de estructura que permite la infiltración del agua y el correcto desarrollo de las raíces.

Análisis físico

Se han realizado para el análisis físico del suelo de la serie 152 teniendo en cuenta dos tipos de clasificaciones texturales diferentes, ISSS y USDA

Tabla 26, granulometría de la serie 152 según ISSS y USDA

ISSS						
Horizonte	Ap	Bw1	Bw2	Bw3	C1	C2
Profundidad	0-30	30-65	65-95	95-130	130-163	163-195
Arena (2-0,02)mm	24,82	21,11	28,12	39,71		
Limo (0,02-0,002)mm	37,65	36,51	31,84	27,36		
Arcilla (<0,002)mm	37,54	42,39	40,04	32,93		
USDA						
Horizonte	Ap	Bw1	Bw2	Bw3	C1	C2
Profundidad	0-30	30-65	65-95	95-130	130-163	163-195
Arena (2-0,05)mm	7,30	6,98	13,3	22,97		
Limo (0,05-0,002)mm	55,17	50,64	46,66	44,1		
Arcilla (<0,002)mm	37,54	42,39	40,04	32,93		

En la *Tabla 16* se puede determinar que la clase textura es Franco arcillo-limosa. Este tipo de texturas son capaces de retener una gran cantidad de agua, al igual que de nutrientes, el problema es que su conductividad hidráulica es baja, por lo que puede llevar a tener problemas de drenaje si la estructura no es adecuada.

Análisis químico

Tabla 27, valores del análisis químico de la serie 152

Horizonte	Ap	Bw1	Bw2	Bw3	C1	C2
Profundidad	0-30	30-65	65-95	95-130	130-163	163-195
pH en agua (1:2,5)	7,91	8,11	8,1	8,05	8,18	
pH en CIK (1:2,5)	7,53	7,56	7,56	7,6	7,66	
C.E. (1:1) (dS/m)	2,32	1,63	1,74	1,87	1,24	
Mat. Org.						
Oxidable %	2,15	1,98	1,48	1,29		
Relación C/N	8,99					
Nitrógeno Total %	0,14					
Fósforo asimi. %	200					
Potasio asimi. %	250					

En la *Tabla 17* se pueden ver los valores obtenidos para cada uno de los horizontes de los diferentes parámetros obtenidos.

El pH en esta serie está en valores cercanos a 8 en todos los horizontes, por lo que este suelo es un suelo ligeramente alcalino, por lo que va a tener unas propiedades características, como deficiencia de algunos compuestos como Co, Cu, Fe, Mn, y Zn, al igual que va disminuyendo la disponibilidad de P y B, también se evita la disponibilidad de algunos metales pesados como el Al. Suelos con estos valores de pH suelen tener gran cantidad de carbonato cálcico, lo que hace que la estructura del suelo sea adecuada favoreciendo el desarrollo de las raíces y la conductividad hidráulica.

Para medir la salinidad se mide la conductividad eléctrica (C.E.) en este caso el horizonte superficial tiene un valor de 2,32 dS/m lo que se traduce en un horizonte ligeramente salino, en este caso no sería muy preocupante, ya que el valor no es muy elevado, y además los valores de C.E. van disminuyendo en profundidad. Lo único que se podría realizar es incorporar una fracción de agua de lado, para que ese valor de C.E. vaya disminuyendo en superficie.

La materia orgánica presente en esta serie va disminuyendo en profundidad, lo cual es lógico, ya que los restos de cultivos se van a localizar en la zona más superficial del perfil. La cantidad de materia orgánica en el horizonte superficial es de 2,15 %, lo cual es un valor relativamente alto, lo cual es adecuado ya que mejorará la estructura, la retención de agua, e incluso aporte de nutrientes cuando a esa materia orgánica se produzca el proceso de mineralización, de este modo se liberan los nutrientes presentes en el humus al suelo quedando disponibles para las plantas.

También se puede ver la relación C/N del horizonte superficial, en este caso de 8,99, es un valor muy bajo, lo cual hace que la descomposición de esa materia orgánica va a ser rápida.

La cantidad de nitrógeno en el horizonte superficial es de 0,14%, lo cual es un valor normal.

La cantidad de fósforo es de 200 ppm, un valor muy alto, lo cual hace que tenga el horizonte superficial un contenido muy alto de fósforo.

Por último la cantidad de potasio es de 250 ppm, lo cual es un contenido de potasio alto.

Caliza y yeso

Tabla 28, porcentaje de caliza, caliza activa en yeso en cada uno de los horizontes para la serie 152

Horizonte	Ap	Bw1	Bw2	Bw3	C1	C2
Profundidad	0-30	30-65	65-95	95-130	130-163	163-195
Caliza Total %	32,2	29	31	35	34,2	
Caliza Activa %	11,62	11,94				
Yeso %						

Como se puede ver en la *Tabla 18* el contenido de caliza total en todo el perfil ronda el 30%, por lo que el contenido en carbonatos es alto.

El contenido de caliza activa es muy alto, por lo que se pueden producir inmovilizaciones de algunos nutrientes.

En este caso no hay presencia de yeso en esta serie.

Sistema USBR

EN este apartado se va a realizar la evaluación de la serie 152 según el Sistema.

Subclase suelo:

Tabla 29, determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase suelo para la serie 152

Suelo	Resultados
Textura superficial	Clase 2 (Franco arcillo-limosa)
Profundidad efectiva	Clase 1 (>100)
Retención de agua a los 120 cm CRAD (mm)	Clase 1 (textura franco arcillo-limosa)
Elementos gruesos permitidos (% vol) •Gravas (<6mm) •Cantos (>6mm)	Clase 1 (0%)
Permeabilidad en campo (Kh cm/h)	Clase 1 (Franco arcillo-limosa K=2-6)
Carbonatos totales (CaCO3 %)	Clase 1 (32,2%)
Salinidad (CEedS/m)	Clase 1 (2,32)
•Sodicidad •% área afectada •gravedad •PSI %	Clase 1 (salinidad es baja)
Afloramientos rocosos (separación entre ellos en m)	Clase 1 (no haya afloramientos rocosos)
Erosión	-

En la *Tabla 19* se puede ver a la clase que se corresponde cada uno de los parámetros de esta subclase.

Subclase topografía

Tabla 30 determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase topografía para la serie 152

Topografía	Resultados
Piedra a remover (m³/ha)	Clase 1 (pedregosidad nula)
<ul style="list-style-type: none"> •Pendiente (%) moderado o severamente erosionable •Ligeramente erosionable 	Clase 1 (pendiente general 2%)
Nivelación o deforestación	Clase 1
Método de riego	-

En la *Tabla 20* se puede ver a la clase que se corresponde cada uno de los parámetros de esta subclase.

Subclase drenaje

Tabla 31 determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase drenaje para la serie 152

Drenaje	Resultados
Profundidad al nivel freático (en cm) durante el periodo de crecimiento vegetativo con o sin drenaje <ul style="list-style-type: none"> •Franco o más fino •Arenoso 	Clase 1 (capa freática a una profundidad mayor a 150 cm)
Drenaje superficial	Clase 2
Profundidad de la capa impermeable (en cm)	Clase 1 (no hay capa impermeable)
Aireación	Clase 2

En la *Tabla 21* se puede ver a la clase que se corresponde cada uno de los parámetros de esta subclase.

El suelo de la serie 152 es de Clase 2 subclase sd, ya que la limitación viene dado por la subclase suelo y drenaje, las dos limitaciones se producen por la textura. Pero un suelo de Clase 2 es un suelo adecuado para el riego, por lo que con este tipo de suelo se aconseja la modificación del sistema de riego.

3.2 Unidad 104

En esta unidad hay varias series predominantes, la serie 154, 155 y 156, cada una de ellas con su perfil característico.

3.2.1 SERIE 154

El perfil característico de la serie 154 es Ablitas 168.

Localización:

X: 617562

Y: 4646381

Altitud: 322 m

Características generales:

Se ha utilizado (Departamento de Agricultura de Estados Unidos & Servicio de Conservación de Recursos Naturales, 2014) para poder conocer el tipo de suelo en función de su Clasificación Soil Taxonomy

·Clasificación Soil Taxonomy: Typic Haplogypsis

- **Orden:** Aridisol, ya que tiene un régimen de humedad arídico, presenta un horizonte cambico (descenso regular del contenido de materia orgánica)
- **Suborden:** Gypsiargids, tienen al menos un horizonte gypsic.
- **Gran grupo:** Haplogypsis, ya que no cumple las características de los otros grandes grupos
- **Typic:** otros haplogypsis

·Geomorfología: Laderas de acumulación

·Geología: Margas (arcillas) con yesos

·Pendiente: 1%

Características de los perfiles:

Para la conocer el significado de cada una de las denominaciones de los horizontes se ha usado (FAO, 2009).

Horizontes: Ap, By y Cy

Caracterización:

A: mayor % materia orgánica que los horizontes inferiores, color gris oscuro o negro, pero contiene poca materia orgánica

B: horizonte enriquecidos, carbonatos, Fe y Al... Colores pardos o rojizos

C: material original. Sin desarrollo estructura edáfica, blando, suelto, puede estar edafizado.

p: horizonte arado

y: acumulación pedogenética de yeso

Tabla 32, descripción del perfil característico de la serie 154

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-45	Color: 10yr5/6, Pardo amarillento, 100%. Textura: Franco arcillosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño fino, Muy débil. Estructura Secundaria: Bloques subangulares, Tamaño fino, Débil. Poros: Tubulares, Tamaño medio, Bastantes. Raíces: Bastantes, Tamaño medio y grueso. Observaciones: Raíces de espárrago. Límite: Neto y plano.
By	45-80	Color: 10yr5/6, Pardo amarillento, 100%. Textura: Franco arcillosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Muy friable. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Débil. Poros: Tubulares, Tamaño fino y medio, Bastantes. Raíces: Bastantes, Tamaño medio y grueso. Observaciones: Acumulación de yesos. Raíces de espárrago. Límite: Gradual y plano.
Cy	80-160	Color: 7,5yr5/8, Pardo fuerte, 100%. Nódulos Minerales: Yesos, 20%, cristalizados y duros. Textura: Franco arenosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño fino, Muy débil. Poros: Tubulares, Tamaño muy fino, Pocos. Raíces: No hay.

Como se puede ver en la *Tabla 22*, el perfil alcanza una profundidad de elevada pudiendo llegar a los 160 cm de profundidad, ya que no hay presencia de elementos gruesos y la textura es adecuada.

La estructura en todo el perfil es de bloques subangulares, este tipo de estructura es un tipo de estructura que permite la infiltración del agua y el correcto desarrollo de las raíces.

Análisis físico

Se han realizado para el análisis físico del suelo de la serie 154 teniendo en cuenta dos tipos de clasificaciones texturales diferentes, ISSS y USDA

Tabla 33, granulometría del perfil característico de la serie 154 según USDA y ISSS

USDA			
Horizonte	Ap	By	Cy
Profundidad	0-45	45-80	80-160
Arena (2-0,05)mm	21,33	21,13	55,44
Limo (0,05-0,002)mm	46,21	46,53	25,56
Arcilla (<0,002)mm	32,47	32,36	19

ISSS			
Horizonte	Ap	By	Cy
Profundidad	0-45	45-80	80-160
Arena (2-0,02)mm	35,07	35,3	62
Limo (0,02-0,002)mm	32,47	32,36	19
Arcilla (<0,002)mm	32,47	32,36	19

En la *Tabla 23* se puede ver la granulometría del perfil, la clase textura es Franco arcillosa. Este tipo de texturas son capaces de retener una gran cantidad de agua, al igual que de nutrientes, el problema es que su conductividad hidráulica es baja, puede producir compactaciones, por lo que puede llevar a tener problemas de drenaje si la estructura no es adecuada.

Análisis químico

Tabla 34, análisis químico de cada horizonte de la serie 154

Horizonte	Ap	By	Cy
Profundidad	0-45	45-80	80-160
pH en agua (1:2,5)	7,75	7,84	7,87
pH en CIK (1:2,5)	7,56	7,69	7,72
C.E. (1:1) (dS/m)	3,41	3,12	2,77
Mat. Org. Oxidable %	1,34	0,57	0,14
Relación C/N	7,16		
Nitrógeno Total %	0,11		
Fósforo asimi. ‰	310		
Potasio asimi. ‰	240		

En la *Tabla 24* se pueden ver los valores cada uno de los parámetros medidos en el análisis químico para cada uno de los horizontes.

El pH en esta serie está en valores próximos a 8 en todos los horizontes, por lo que este suelo es un suelo ligeramente alcalino, por lo que va a tener unas propiedades características, como deficiencia de algunos compuestos como Co, Cu, Fe, Mn, y Zn, al igual que va disminuyendo la disponibilidad de P y B, también se evita la disponibilidad de algunos metales pesado como el Al. Suelos con estos valores de pH suelen tener gran cantidad de carbonato cálcico, lo que hace que la estructura del suelo sea adecuada favoreciendo el desarrollo de las raíces y la conductividad hidráulica.

En este caso la conductividad eléctrica (C.E.) es de 3,41 dS/m es algo mayor que el de la serie 152, pero aun así sigue siendo ligeramente salina, lo cual tampoco hace que el suelo tenga grandes limitaciones. . Lo único que se podría realizar es incorporar una fracción de agua de lado, para que ese valor de C.E. vaya disminuyendo en superficie.

En esta serie el contenido en materia orgánica en el horizonte superficial es de 1,34, lo cual es un valor bajo, por lo que sería aconsejable incorporar estiércol o compost, para

aumentar el contenido de materia orgánica ya que mejora la estructura, retención de agua e incorpora nutrientes al suelo.

También se puede ver la relación C/N del horizonte superficial, en este caso de 7,16, es un valor muy bajo, lo cual hace que la descomposición de esa materia orgánica va a ser rápida.

La cantidad de nitrógeno en el horizonte superficial es de 0,11%, lo cual es un valor normal.

La cantidad de fósforo es de 310 ppm, un valor muy alto incluso superior al de la serie 152, lo cual hace que tenga el horizonte superficial un contenido muy alto de fósforo.

Por último la cantidad de potasio es de 240 ppm, lo cual es un contenido de potasio alto.

Caliza y yeso

Tabla 35, porcentaje de caliza, caliza activa y yeso de la serie 154

Horizonte	Ap	By	Cy
Profundidad	0-45	45-80	80-160
Caliza Total %	32	14,4	14
Caliza Activa %	10,84		
Yeso %	4,02	37,32	32,16

El contenido de caliza total se puede ver en la *Tabla 25* que el horizonte superficial es de 32%, por lo que es un contenido alto, en los horizontes más profundos ha disminuido la cantidad de caliza, ya que en vez de caliza se encuentra yeso

El contenido de caliza activa únicamente se encuentra en el horizonte superficial, ya que el contenido de caliza ha disminuido mucho en profundidad, en ese horizonte toma un valor de 10,84%, un valor muy alto.

En este caso cabe destacar la presencia de gran cantidad de yesos sobre todo en el horizonte By y el Cy. La presencia de yeso mejora el drenaje, mejora la estructura del suelo, así como aumenta la disponibilidad de nutrientes.

Sistema USBR

En este apartado se va a realizar la evaluación de la serie 154 según el Sistema USBR.

Subclase suelo

Tabla 36, determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase suelo para la serie 154

Suelo	Resultados
Textura superficial	Clase 1 (Franco arcillosa)
Profundidad efectiva	Clase 2 (80)
Retención de agua a los 120 cm CRAD (mm)	Clase 1 (textura franco arcillosa)
Elementos gruesos permitidos (% vol) •Gravas (<6mm) •Cantos (>6mm)	Clase 1 (0%)
Permeabilidad en campo (Khcm/h)	Clase 1 (Franco arcillo-limosa K=2-6)
Carbonatos totales (CaCO3 %)	Clase 1 (32%)
Salinidad (CEedS/m)	Clase 1 (3,41)
•Sodicidad •%area afectada •gravedad •PSI %	Clase 1 (salinidad es baja)
Afloramientos rocosos (separación entre ellos en m)	Clase 1 (no haya afloramientos rocosos)
Erosión	-

En la *Tabla 26*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 154 para la subclase suelo.

Subclase topografía

Tabla 37, determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase topografía para la serie 154

Topografía	Resultados
Piedra a remover (m³/ha)	Clase 1 (pedregosidad nula)
<ul style="list-style-type: none"> • Pendiente (%) moderado o severamente erosionable • Ligeramente erosionable 	Clase 1 (pendiente general 1%)
Nivelación o deforestación	Clase 1
Método de riego	-

En la *Tabla 27*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 154 para la subclase topografía.

Subclase drenaje

Tabla 38, determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase drenaje para la serie 154

Drenaje	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> Profundidad al nivel freático (en cm) durante el periodo de crecimiento vegetativo con o sin drenaje • Franco o más fino • Arenoso 	Clase 1 (capa freática a una profundidad mayor a 150 cm)
Drenaje superficial	Clase 2
Profundidad de la capa impermeable (en cm)	Clase 1 (no hay capa impermeable)
Aireación	Clase 1

En la *Tabla 28*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 154 para la subclase drenaje.

La serie 154 pertenece a la Clase 2 sd, ya que presenta alguna limitación tanto en el suelo como en el drenaje. Los problemas se producen debido a que el drenaje no es muy adecuado es debido a la textura que presenta la serie (Franco arcillosa). Esta serie es apta para el riego, pero exige seleccionar los cultivos.

3.2.2 SERIE 155

El perfil característico de la serie 155 es Ablitas 181.

Localización:

X: 618130

Y: 4647477

Altitud: 310 m

Características generales:

Se ha utilizado (Departamento de Agricultura de Estados Unidos & Servicio de Conservación de Recursos Naturales, 2014) para poder conocer el tipo de suelo en función de su Clasificación Soil Taxonomy

·Clasificación Soil Taxonomy: Typic Calcigypsid

- **Orden:** Aridisol, ya que tiene un régimen de humedad arídico, presenta un horizonte cambico (descenso regular del contenido de materia orgánica)
- **Suborden:** Gypsiargids, tienen al menos un horizonte gypsic.
- **Gran grupo:** Calcigypsyds, tienen un horizonte cálcico en los primeros 100 cm desde la superficie del suelo
- **Typic:** otros calcigypsydis

·Geomorfología: Laderas de acumulación

·Geología: Margas (arcillas) con yesos

·Pendiente: 1%

Características de los perfiles:

Para la conocer el significado de cada una de las denominaciones de los horizontes se ha usado (FAO, 2009).

Horizontes: Ap, Bk, Cy y C

Caracterización:

A: mayor % materia orgánica que los horizontes inferiores, color gris oscuro o negro, pero contiene poca materia orgánica

B: horizonte enriquecidos, carbonatos, Fe y Al... Colores pardos o rojizos

C: material original. Sin desarrollo estructura edáfica, blando, suelto, puede estar edafizado.

p: horizonte arado

k: acumulación de carbonatos pedogénicos

y: acumulación pedrogenética de yeso

Tabla 39, descripción del perfil característico de la serie 155

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0-30	Color: 10yr4/6, Pardo amarillento oscuro, 100%. Textura: Franca. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: 5%, calizas y cuarcitas, poco recubrimiento, Angulares y subangulares, 5 cm. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Moderada. Poros: Tubulares, Tamaño medio, Pocos. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y medio. Límite: Gradual y plano.
Bk	30-70	Color: 10yr5/6, Pardo amarillento, 100%. Nódulos Minerales: Yesos, Descripción: blandos. Textura: Franco arcillosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: 5%, calizas y cuarcitas, poco recubrimiento inferior. Angulares y subangulares, 5 cm. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Moderada. Poros: Tubulares, Tamaño fino y medio, Bastantes. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y medio. Límite: Neto y plano.
Cy	70-95	Color: 10yr6/8, Amarillo parduzco, 100%. Nódulos Minerales: Yesos, Descripción: blandos. Textura: Franco arenosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Suelto. Elementos Gruesos: 13%, calizas y cuarcitas, con recubrimiento inferior., Angulares y subangulares, de yeso de 10 cm. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño fino, Muy débil. Poros: Tubulares, Tamaño fino, Pocos. Raíces: Pocas, Tamaño fino y medio. Límite: Gradual y plano.
C	95-170	Color: 10yr6/8, Amarillo parduzco, 100%. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Suelto. Elementos Gruesos: 20%, calizas y cuarcíticas con recubrimiento inferior, yeso cristalizado. Rodados y angulares. Estructura: Masiva. Raíces: No hay. Observaciones: Muchos cristales de yeso.

En la *Tabla 29* se puede ver que el perfil alcanza una profundidad de 170 cm, pero todo el perfil no es adecuado para el desarrollo de las raíces, la profundidad efectiva alcanzara los 95 cm, ya que a partir de ahí la estructura del horizonte inferior es masiva.

La estructura en todo el perfil es de bloques subangulares menos en el último horizonte, este tipo de estructura es un tipo de estructura que permite la infiltración del agua y el correcto desarrollo de las raíces. El último horizonte tiene una estructura masiva.

Análisis físico

Se han realizado para el análisis físico del suelo de la serie 155 teniendo en cuenta dos tipos de clasificaciones texturales diferentes, ISSS y USDA

Tabla 40, granulometría del perfil característico de la serie 155 según USDA y ISSS

USDA				
Horizonte	Ap	Bk	Cy	C
Profundidad	0-30	30-70	70-95	95-170
Arena (2-0,05)mm	34,19	32,22	59,1	
Limo (0,05-0,002)mm	38,96	38,69	23,41	
Arcilla (<0,002)mm	26,86	29,09	17,51	
ISSS				
Horizonte	Ap	Bk	Cy	C
Profundidad	0-30	30-70	70-95	95-170
Arena (2-0,02)mm	52,19	49,57	65	
Limo (0,02-0,002)mm	20,96	21,34	17,51	
Arcilla (<0,002)mm	26,86	29,09	17,51	

En la *Tabla 30* se puede ver la granulometría de perfil característico de la serie 155, la clase textura es Franca. Este tipo de texturas son las más adecuadas, ya que presentan las ventajas tanto de los suelos arcillosos como de los arenosos pero no sus inconvenientes. Almacenan gran cantidad de agua y nutrientes, son permeables, fáciles de labrar y no se compactan.

Análisis químico

Tabla 41, análisis químico de la serie 155

Horizonte	Ap	Bk	Cy	C
Profundidad	0-30	30-70	70-95	95-170
pH en agua (1:2,5)	8,14	8,12	7,88	
pH en CIK (1:2,5)	7,7	7,74	7,8	
C.E. (1:1) (dS/m)	1,09	1,33	2,46	
Mat. Org.				
Oxidable %	1,53	0,97	0,28	
Relación C/N	11,41			
Nitrógeno Total %	0,08			
Fósforo asimi. ‰	180			
Potasio asimi. ‰	170			

En la *Tabla 31* se pueden ver los valores de cada uno de los parámetros en los diferentes horizontes de la serie 155.

El pH en esta serie está en valores cercanos a 8 en todos los horizontes, por lo que este suelo es un suelo ligeramente alcalino, por lo que va a tener unas propiedades

características, como deficiencia de algunos compuestos como Co, Cu, Fe, Mn, y Zn, al igual que va disminuyendo la disponibilidad de P y B, también se evita la disponibilidad de algunos metales pesado como el Al. Suelos con estos valores de pH suelen tener gran cantidad de carbonato cálcico, lo que hace que la estructura del suelo sea adecuada favoreciendo el desarrollo de las raíces y la conductividad hidráulica.

En este caso la conductividad eléctrica proporciona un valor de 1,09 en el horizonte superficial, es un valor muy bajo, por lo que este suelo no es salino, no tiene ninguna restricción por ello.

La materia orgánica presente en esta serie va disminuyendo en profundidad, lo cual es lógico, ya que los restos de cultivos se van a localizar en la zona más superficial del perfil. La cantidad de materia orgánica en el horizonte superficial es de 1,53 %, es un valor bajo, por lo que sería recomendable incorporar materia orgánica al suelo para aumentar esa cantidad.

También se puede ver la relación C/N del horizonte superficial, en este caso de 11,41, es un valor bajo, lo cual hace que la descomposición de esa materia orgánica va a ser rápida.

La cantidad de nitrógeno en el horizonte superficial es de 0,08%, lo cual es un valor bajo.

La cantidad de fósforo es de 180 ppm, un valor alto, lo cual hace que tenga el horizonte superficial un contenido muy alto de fósforo.

Por último la cantidad de potasio es de 170 ppm, lo cual es un contenido de potasio alto.

Caliza y yeso

Tabla 42, porcentaje de caliza, caliza activa y yeso

Horizonte	Ap	Bk	Cy	C
Profundidad	0-30	30-70	70-95	95-170
Caliza Total %	32,6	42,6	14,2	
Caliza Activa %	11,08			
Yeso %			35,51	

El contenido de caliza total en todo el perfil varía mucho se puede ver en la *Tabla 32*, alcanzando incluso en el horizonte Bk valores de 42,6%, que son valores muy elevados

El contenido de caliza activa es muy alto, por lo que se pueden producir inmovilizaciones de algunos nutrientes.

El yeso solo está presente en un único horizonte con una cantidad importante, pero en la descripción de cada horizonte se encuentran algunos fragmentos por todo el perfil.

Sistema USBR

En este apartado se va a realizar la evaluación de la serie 155 mediante el sistema USBR.

Subclase suelo

Tabla 43, determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase suelo para la serie 155

Suelo	Resultados
Textura superficial	Clase 1 (Franca)
Profundidad efectiva	Clase 2 (95)
Retención de agua a los 120 cm CRAD (mm)	Clase 2 (textura franca)
Elementos gruesos permitidos (% vol) •Gravas (<6mm) •Cantos (>6mm)	Clase 1 (5%)
Permeabilidad en campo (Khcm/h)	Clase 1 (Franco arcillo-limosa K=2-6)
Carbonatos totales (CaCO3 %)	Clase 1 (32,6%)
Salinidad (CEedS/m)	Clase 1 (1,09)
•Sodicidad •%area afectada gravedad •PSI %	Clase 1 (salinidad es baja)
Afloramientos rocosos (separación entre ellos en m)	Clase 1 (no haya afloramientos rocosos)
Erosión	-

En la *Tabla 33*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 155 para la subclase suelo.

Subclase topografía

Tabla 44, determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase topografía para la serie 155

Topografía	Resultados
Piedra a remover (m³/ha)	Clase 1 (pedregosidad nula)
<ul style="list-style-type: none"> •Pendiente (%) moderado o severamente erosionable •Ligeramente erosionable 	Clase 1 (pendiente general 1%)
Nivelación o deforestación	Clase 1
Método de riego	-

En la *Tabla 34*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 155 para la subclase topografía.

Subclase drenaje

Tabla 45, determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase drenaje para la serie 155

Drenaje	Resultados
Profundidad al nivel freático (en cm) durante el periodo de crecimiento vegetativo con o sin drenaje <ul style="list-style-type: none"> •Franco o más fino •Arenoso 	Clase 1 (capa freática a una profundidad mayor a 150 cm)
Drenaje superficial	Clase 1
Profundidad de la capa impermeable (en cm)	Clase 1 (no hay capa impermeable)
Aireación	Clase 1

En la *Tabla 35*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 155 para la subclase drenaje.

El suelo de la serie 155 es de Clase 2 subclase s, ya que está limitado únicamente por el suelo, ya que la profundidad del perfil no es muy grande, lo cual condiciona también la capacidad de retención de agua. Pero aun así este tipo de suelo es adecuado para el riego, únicamente habría que escoger los cultivos.

3.2.3 SERIE 156

La serie predominante en esta unidad es la serie 156. En la que su perfil característico es el Ablitas 232.

Localización:

X: 615309

Y: 4648514

Altitud: 332 m

Características generales:

Se ha utilizado (Departamento de Agricultura de Estados Unidos & Servicio de Conservación de Recursos Naturales, 2014) para poder conocer el tipo de suelo en función de su Clasificación Soil Taxonomy

· Clasificación Soil Taxonomy: Fluventic Haplocambids

- **Orden:** Aridisol, ya que tiene un régimen de humedad arídico, presenta un horizonte cambico (descenso regular del contenido de materia orgánica)
- **Suborden:** Cambids, otros aridisoles, ya que no cumple las características de los otros subórdenes
- **Gran grupo:** Haplocambids, ya que no cumple las características de los otros gran grupo
- Fluventic: materiales de los horizontes provienen de río

· Geomorfología: Ladera de acumulación

· Geología: Margas (arcillas) con yesos

· Pendiente: 4%

Características de los perfiles:

Para la conocer el significado de cada una de las denominaciones de los horizontes se ha usado (FAO, 2009).

Horizontes: Ap1, Ap2, Bw1, Bw2, Cy

Caracterización:

A: mayor % materia orgánica que los horizontes inferiores, color gris oscuro o negro, pero contiene poca materia orgánica

B: horizonte enriquecidos, carbonatos, Fe y Al... Colores pardos o rojizos

C: material original. Sin desarrollo estructura edáfica, blando, suelto, puede estar edafizado.

p: horizonte arado

w: desarrollo de color o estructura (alteración)

y: acumulación pedogenética de yeso

Tabla 46, descripción del perfil característico de la serie 156

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap1	0-25	Color: 10yr5/6, Pardo amarillento, 100%. Textura: Franco arcillo limosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: 3%, calizas y cuarcitas, Subangulares. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño grueso, Muy débil. Poros: Intersticiales, Tamaño fino, Muchos. Poros Secundarios: Tubulares, Tamaño fino, Pocos. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y medio. Límite: Difuso.
Ap2	25-50	Color: 10yr5/6, Pardo amarillento, 100%. Textura: Franco arcillo limosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: 3%, calizas y cuarcitas, Subangulares. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Muy débil. Poros: Intersticiales, Tamaño fino, Muchos. Poros Secundarios: Tubulares, Tamaño fino, Pocos. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y medio. Límite: Neto y plano.
Bw1	50-80	Color: 10yr5/4, Pardo amarillento, 100%. Textura: Franco arcillo limosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: 3%, cuarcíticas con poco recubrimiento, Subangulares. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Moderada. Poros: Tubulares, Tamaño fino y muy fino, Muchos. Raíces: Bastantes, Tamaño fino y muy fino. Observaciones: Pocas eflorescencias blancas. Alguna raiz de viña descompuesta. Límite: Difuso.
Bw2	80-130	Color: 10yr5/4, Pardo amarillento, 100%. Textura: Franco limosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Friable. Elementos Gruesos: 3%, cuarcíticas con poco recubrimiento, Subangulares, 5 cm. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Moderada. Poros: Tubulares, Tamaño fino y muy fino, Bastantes. Raíces: Pocas, Tamaño fino. Observaciones: Frecuentes eflorescencias blancas. Alguna raiz de viña descompuesta (restos). Límite: Gradual y plano.
Cy	130-200	Color: 10yr6/4, Pardo amarillento claro, 50% y 10yr5/6, Pardo amarillento, 50%. Textura: Franco arcillosa. Canales Lombrices: No hay. Caracoles: No hay. Humedad/Consistencia: Poco húmedo. Muy friable. Elementos Gruesos: No. Estructura: Bloques subangulares, Tamaño medio, Débil. Poros: Tubulares, Tamaño fino y muy fino, Muchos. Raíces: No hay. Observaciones: Frecuentes cristales de yeso (15%). 10yr6/4 Bandas (2) grises de 5 cm y difusas. 10yr5/6 Matriz.

Como se puede ver en la *Tabla 36*, el perfil alcanza una profundidad de 200 cm, el cual no tiene ninguna limitación para el desarrollo de las raíces, por ello la profundidad efectiva de 200 cm.

La estructura en todo el perfil es de bloques subangulares, este tipo de estructura es un tipo de estructura que permite la infiltración del agua y el correcto desarrollo de las raíces.

Análisis físico

Se han realizado para el análisis físico del suelo de la serie 156 teniendo en cuenta dos tipos de clasificaciones texturales diferentes, ISSS y USDA

Tabla 47, granulometría del perfil característico de la serie 156 según USDA y ISSS

USDA					
Horizonte	Ap1	Ap2	Bw1	Bw2	Cy
Profundidad	0-25	25-50	50-80	80-130	130-200
Arena (2-0,05)mm	10,18	11,06	12,46	13,11	
Limo (0,05-0,002)mm	56,83	54,85	50,68	62,52	
Arcilla (<0,002)mm	33	34,1	36,87	24,37	
ISSS					
Horizonte	Ap1	Ap2	Bw1	Bw2	Cy
Profundidad	0-25	25-50	50-80	80-130	130-200
Arena (2-0,02)mm	26,78	28,34	28,88	33,71	
Limo (0,02-0,002)mm	40,23	37,57	34,26	41,92	
Arcilla (<0,002)mm	33	34,1	36,87	24,37	

En la *Tabla 37* se puede ver la granulometría de la serie 156, la clase textura es Franco arcillo-limosa. Este tipo de texturas son capaces de retener una gran cantidad de agua, al igual que de nutrientes, el problema es que su conductividad hidráulica es baja, por lo que puede llevar a tener problemas de drenaje si la estructura no es adecuada.

Análisis químico

Tabla 48, análisis químico del perfil característico de la serie 156

Horizonte	Ap1	Ap2	Bw1	Bw2	Cy
Profundidad	0-25	25-50	50-80	80-130	130-200
pH en agua (1:2,5)	8,3	8,09	8,29	8,04	8,16
pH en CIK (1:2,5)	7,8	7,76	7,79	7,79	8
C.E. (1:1) (dS/m)	1,54	2,62	1,86	3,57	3,69
Mat. Org. Oxidable %	1,42	1,3	0,95	0,91	
Relación C/N	7,03	6,67			
Nitrógeno Total %	0,12	0,11			
Fósforo asimi. ‰	180	170			
Potasio asimi. ‰	210	190			

En la *Tabla 38* se pueden ver los valores obtenidos para cada parámetro en cada uno de los horizontes del perfil característico de la serie 156.

El pH en esta serie está en valores algo superiores a 8 en todos los horizontes, por lo que este suelo es un suelo moderadamente alcalino, por lo que va a tener unas propiedades características, como deficiencia de algunos compuestos como Co, Cu, Fe, Mn, y Zn, al igual que va disminuyendo la disponibilidad de P y B, también se evita la disponibilidad de algunos metales pesado como el Al. Suelos con estos valores de pH suelen tener gran cantidad de carbonato cálcico, lo que hace que la estructura del suelo sea adecuada favoreciendo el desarrollo de las raíces y la conductividad hidráulica.

La conductividad eléctrica en los horizontes superficiales son cercanos a 2 dS/m, por lo que el suelo no es salino en los horizontes superficiales, en cambio en los horizontes más profundos, aumenta la conductividad eléctrica alcanzando valores próximos a 4 dS/m, lo cual sería horizontes ligeramente salinos

La materia orgánica presente en esta serie va disminuyendo en profundidad, lo cual es lógico, ya que los restos de cultivos se van a localizar en la zona más superficial del perfil. La cantidad de materia orgánica en el horizonte superficial es de 1,54 %, lo cual es un valor relativamente bajo, por lo que sería recomendable aumentarlo.

También se puede ver la relación C/N del horizonte superficial, en este caso de 7,03, es un valor muy bajo, lo cual hace que la descomposición de esa materia orgánica va a ser rápida.

La cantidad de nitrógeno en el horizonte superficial es de 0,12%, lo cual es un valor normal.

La cantidad de fósforo es de 180 ppm, un valor muy alto, lo cual hace que tenga el horizonte superficial un contenido muy alto de fósforo.

Por último la cantidad de potasio es de 210 ppm, lo cual es un contenido de potasio alto.

Caliza y yeso

Tabla 49, porcentaje de caliza, caliza activa y yeso

Horizonte	Ap1	Ap2	Bw1	Bw2	Cy
Profundidad	0-25	25-50	50-80	80-130	130-200
Caliza Total %	33	32,8	32,4	30	19
Caliza Activa %	10,85	11,04			
Yeso %					30,62

El contenido de caliza total en todo el perfil ronda el 30% como se puede ver en *Tabla 39*, por lo que el contenido en carbonatos es alto, menos en el perfil más profundo que disminuye por la presencia de yesos.

El contenido de caliza activa es muy alto, por lo que se pueden producir inmovilizaciones de algunos nutrientes.

No hay yesos en el perfil menos en el horizonte más profundo que tiene un 30,62% de yesos.

Sistema USBR

En este apartado se va a realizar la evaluación de la serie 156 mediante el Sistema USBR.

Subclase suelo

Tabla 50 determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase suelo para la serie 156

Suelo	Resultados
Textura superficial	Clase 2 (Franco arcillo-limosa)
Profundidad efectiva	Clase 1 (>100)
Retención de agua a los 120 cm CRAD (mm)	Clase 1 (textura franco arcillo-limosa)
Elementos gruesos permitidos (% vol) •Gravas (<6mm) •Cantos (>6mm)	Clase 1 (3%)
Permeabilidad en campo (K_hcm/h)	Clase 1 (Franco arcillo-limosa K=2-6)
Carbonatos totales (CaCO₃ %)	Clase 1 (33%)
Salinidad (CE_{ed}S/m)	Clase 1 (1,54)
•Sodicidad •%area afectada •gravedad •PSI %	Clase 1 (salinidad es baja)
Afloramientos rocosos (separación entre ellos en m)	Clase 1 (no haya afloramientos rocosos)
Erosión	-

En la *Tabla 40*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 156 para la subclase suelo.

Subclase topografía

Tabla 51 determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase topografía para la serie 156

Topografía	Resultados
Piedra a remover (m³/ha)	Clase 1 (pedregosidad nula)
<ul style="list-style-type: none"> • Pendiente (%) moderado o severamente erosionable • Ligeramente erosionable 	Clase 2 (pendiente general 4%)
Nivelación o deforestación	Clase 1
Método de riego	-

En la *Tabla 41*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 156 para la subclase topografía.

Subclase drenaje

Tabla 52 determinación de la clase correspondiente para cada uno de los parámetros de la subclase drenaje para la serie 156

Drenaje	Resultados
Profundidad al nivel freático (en cm) durante el periodo de crecimiento vegetativo con o sin drenaje <ul style="list-style-type: none"> • Franco o más fino • Arenoso 	Clase 1 (capa freática a una profundidad mayor a 150 cm)
Drenaje superficial	Clase 2
Profundidad de la capa impermeable (en cm)	Clase 1 (no hay capa impermeable)
Aireación	Clase 1

En la *Tabla 42*, se puede ver la clase para cada parámetro de la serie 156 para la subclase drenaje.

El suelo de la serie 156 es de Clase 2 subclase std, ya que la limitación viene dado por los Subclase suelo, topografía y por el drenaje, tanto el suelo como el drenaje la limitación viene dada por la textura, en cambio la topografía la limitación viene por la pendiente.

Pero un suelo de Clase 2 es un suelo adecuado para el riego, por lo que con este tipo de suelo se aconseja la modificación del sistema de riego.

4 Conclusiones

Se ha realizado el estudio de las unidades que afectan a las parcelas en las que se va a realizar el proyecto, la Unidad 102 y 104.

La Unidad 102 únicamente tiene la serie 152, tras realizar la evaluación mediante el Sistema USBR, se determina que la serie 152 pertenece a la Clase 2 y subclases sd, que son el suelo y drenaje, estas limitaciones se deben a la textura del suelo ya que limita el desarrollo de las raíces y la conductividad hidráulica es baja, pero aun así este suelo es apto para el riego aunque algún cultivo se puede ver afectado.

La Unidad 104 contiene cuatro series diferentes, la 154, 155 y 156. La serie 154 mediante la evaluación con el Sistema USBR se determina que pertenece a la Clase 2 subclases sd, que son el suelo y el drenaje, estas limitaciones se deben a la textura como ocurre en la serie 152, pero esta serie es también apta para el riego aunque podría tener alguna limitación para algún cultivo. La serie 155 se ha realizado la misma evaluación y en este caso se ha determinado que pertenece a la Clase 2 subclase s, que se debe al suelo, en este caso se debe a la profundidad efectiva que limita la capacidad de retención de agua, pero al igual que las otras series este suelo es apto para el riego aunque se pueden ver limitados algunos cultivos. Por último la serie 156 pertenece a la Clase 2 subclase std, que se debe al suelo, topografía y drenaje, estas limitaciones se deben a la textura del suelo ya que afecta a la penetración de las raíces en el suelo y al drenaje del mismo y también la pendiente que puede producir problemas de escorrentías, pérdidas de suelo, pero este suelo es apto para el riego.

Por tanto todas las series son aptas para el riego, por lo que se comprueba que la utilización del riego en las parcelas es adecuado.

ANEJO III: CALIDAD DEL AGUA

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Introducción.....	3
2	Parámetros	3
2.1	pH.....	3
2.2	Salinidad	4
2.3	Relación absorción sodio (S.A.R.).....	5
2.4	Iones.....	6
2.5	Dureza (Grados Franceses).....	6
3	Resultado	7
4	Conclusión.....	7

1 Introducción

Un aspecto que hay que tener muy en cuenta antes de diseñar el sistema de riego, es la calidad del agua que se va a aplicar en las parcelas, ya que se pueden producir una gran cantidad de inconvenientes si la calidad de esta agua no es óptima.

El agua que llega a las parcelas viene del Canal de Lodosa. Este canal aporta agua en su mayoría a la Comunidad Foral de Navarra, parte a La Rioja y Aragón. El Canal de Lodosa aporta agua a una pequeña superficie del término municipal de Ablitas, la superficie que es regada con el agua de dicho canal es la que se encuentra próxima a él y entre dicha superficie se encuentran las parcelas en las que se va a hacer la modificación del sistema de riego.

No se han podido conseguir análisis de agua debido a la confidencialidad de estos análisis, únicamente se dijo que era un agua Apta para el riego, pero se ha optado en comprobar que el agua de riego es apta realizando un análisis propio de una muestra del agua que llega al hidrante.

En este análisis propio se va a medir el pH y la conductividad eléctrica del agua, estos dos parámetros son unos de los más importantes para conocer la calidad del agua de riego.

Hay otros parámetros que también son importantes y aunque no se vayan a realizar en este análisis se va a decir cuáles son, las afecciones que puede producir un exceso de alguno de ellos y unos límites con el fin de ver la calidad de agua de riego.

2 Parámetros

En este apartado se pueden ver los diferentes parámetros que se deben de medir para realizar el análisis de calidad de agua de forma completa. En este caso se va a medir solo el pH y la conductividad eléctrica, que van a proporcionar información suficiente para detectar posibles problemas, si se detectase algún problema con estos dos parámetros, se realizarán análisis complementarios para descubrir el problema y tomar las medidas pertinentes para solucionarlo.

Los límites de pH, salinidad, relación absorción sodio (S.A.R.) y los iones se han sacado de (FAO, 1987).

2.1 pH

El pH es un indicador de la acidez o basicidad del agua. Permite detectar si el agua presenta algún problema y llevar a cabo más análisis complementario para conocerlo exactamente y poder corregirlo. El rango de pH normal en el agua de riego va de 6 a 8,5.

2.2 Salinidad

La salinidad en el agua de riego es un gran inconveniente debido a que dichas sales van a ir a parar al suelo dificultando la absorción por parte de las raíces de este modo disminuye el potencial productivo del cultivo. También se pueden producir contaminación de aguas subterráneas e incluso por el sistema de riego que se va a emplear el agua va a estar en contacto con las hojas y si dicha agua tiene una gran cantidad de sales parte de estas se van a quedar en las hojas pudiendo producir obstrucción de estomas... Por ultimo si la cantidad de sales presentes en el agua de riego es muy elevada se pueden producir problemas en el sistema de riego pudiendo afectar a la uniformidad de la aplicación.

La salinidad del agua de riego se va a medir en este caso mediante la conductividad eléctrica (C.E.) cuanto mayor contenido de sales en el agua, mayor conductividad eléctrica. El rango de conductividad eléctrica para que el agua de riego sea adecuada es de:

Tabla 53, conductividad eléctrica

	Grado de restricción		
	Ninguna	Moderado	Severo
Conductividad eléctrica (dS/m)	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0

En la *Tabla 1*, se puede ver el rango para clasificar el agua de riego en función de la conductividad eléctrica.

Pero con el valor de la conductividad eléctrica se puede obtener el contenido solidos disueltos totales (CTS) en el agua, mediante la siguiente formula:

$$CTS (mg/l) = 0,64 \cdot CE (dS/m) \cdot 1000$$

El rango del contenido sólidos disueltos totales es de:

Tabla 2, solidos disueltos totales

	Grado de restricción		
	Ninguna	Moderado	Severo
Solidos disueltos totales (mg/l)	< 450	450 - 2000	> 2000

En la *Tabla 2*, se puede ver la calificación del agua de riego en función de la cantidad total de sólidos disueltos

2.3 Relación absorción sodio (S.A.R.)

Es un parámetro que refleja la posible influencia del ion sodio sobre las propiedades del suelo, debido a la posibilidad de desplazar iones de calcio o magnesio. Los iones calcio y magnesio encargan de la formación agregados para la estructura del suelo, proporcionando una adecuada permeabilidad al suelo. Por este motivo una gran cantidad de sodio en el agua de riego favorece la degradación de la estructura del suelo. Con la relación absorción de sodio se puede ver la cantidad de sodio que contiene el agua de riego respecto a la cantidad de calcio y magnesio y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S.A.R. = \frac{|Na^+|}{\sqrt{\frac{(|Ca^{2+}| + |Mg^{2+}|)}{2}}}$$

$|Na^+|$ = concentración de sodio en meq/l

$|Ca^{++}|$ = concentración de calcio en meq/l

$|Mg^{++}|$ = concentración de magnesio en meq/l

También se puede calcular el valor de S.A.R. ajustado que en este caso se tendrán en cuenta tanto el contenido de carbonatos como el de bicarbonatos, ya que valores altos de estos causan la precipitación de calcio y magnesio provocando que el S.A.R. sea mayor.

$$S.A.R._{ajustado} = 0,08 + 1,115 \cdot (S.A.R.)$$

Se tiene que interpretar de forma conjunta el S.A.R. y la conductividad eléctrica ya que afecta de forma conjunta a la infiltración.

Tabla 3, clasificación de la conductividad eléctrica del agua de riego en función del S.A.R.

S.A.R. (meq/l)	Conductividad eléctrica (dS/m)		
	Ninguna	Moderado	Severo
0-3	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
3-6	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
6-12	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
12-20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
20-40	> 5	5 - 2,9	< 2,9

En la *Tabla 3*, se pueden ver el nivel de conductividad en el agua de riego en función al S.A.R., ya que el nivel de conductividad esta influenciado por dicho parámetro.

2.4 Iones

La presencia de algún ion de forma excesiva puede dar lugar a toxicidades y contaminación del suelo y de agua subterráneas. Algunos de los iones que se suelen medir en los análisis de agua son:

- **Sodio:** es capaz de producir toxicidades en el suelo así como la degradación de la estructura del suelo. La concentración no debe ser superior a 40 meq/l.
- **Cloro:** puede tener un efecto tóxico en la plantas pudiendo producir necrosis. La concentración no debe ser superior a 30 meq/l.
- **Sulfato:** favorece la degradación de los elementos que conforman la instalación de riego. El valor no debe ser superior a 20 meq/l.
- **Boro:** tóxico en concentraciones superiores a 2 mg/l.
- **Otros:** Calcio, Magnesio, Potasio...

2.5 Dureza (Grados Franceses)

Se clasifica el agua según la cantidad de ion calcio y magnesio. No es muy recomendable agua muy duras para suelos compactos y pesados, para conocer los límites y el método de cálculo se ha mirado (Ruiz Baena & Junta Andalucía, n.d.). Mayor posibilidad de obstrucciones con aguas duras. La dureza se mide en grados hidrométricos franceses (°F):

$$\text{Dureza (°F)} = \frac{|\text{Ca}^{2+}| \cdot 2,5 + |\text{Mg}^{2+}| \cdot 4,12}{10}$$

$|\text{Ca}^{++}|$ = concentración de calcio en mg/l

$|\text{Mg}^{++}|$ = concentración de magnesio en mg/l

Tabla 4, clasificación en función de la dureza del agua

Dureza (°F)	Tipo de agua
< 7	Muy dulce
7 - 14	Dulce
14 - 22	Medianamente dulce
22 - 32	Medianamente dura
32 - 54	Dura
> 54	Muy dura

En la *Tabla 4*, se puede ver el tipo de dureza que tiene el agua de riego.

3 Resultado

Como ya se ha comentado anteriormente al no poder disponer del análisis de agua que llega a las parcelas, se ha optado por realizar un análisis propio midiendo el pH y la conductividad eléctrica, y en este apartado se pueden ver los resultados que se han obtenido.

El agua tiene un pH de **7,7**.

La conductividad eléctrica del agua es de **1,1 dS/m**.

Con la conductividad eléctrica se ha podido calcular la cantidad total de solidos disueltos en el agua, y toma un valor de **0,704 g/l**.

4 Conclusión

Como se puede ver en los resultados, el agua de riego que llega a las parcelas tiene un valor de pH de 7,7, un valor que está dentro del rango de pH normal (6-8,5), por lo que el pH de esta agua es adecuado.

La conductividad eléctrica del agua toma un valor de 1,1 dS/m, un valor moderado, por lo que se van a tener que realizar análisis periódicos para controlar que dicho valor no aumente, pero es un valor adecuado.

Con el valor de conductividad eléctrica se ha calculado la cantidad de solidos disueltos totales. El total de solidos disueltos en el agua de riego es de 0,704 g/l, un valor moderado.

Tras observar estos valores y comprobar que están dentro de los rangos correspondientes, por lo que se puede concluir que el agua no presenta ningún problema, por lo que no sería necesario realizar un análisis complementario. El agua de riego que llega a las parcelas es Apta.

ANEJO IV: ESTUDIO AGROCLIMÁTICO

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Introducción.....	3
2	Datos Agroclimáticos	3
2.1	Régimen térmico.....	3
2.2	Régimen de humedad.....	5
2.3	Viento.....	7
2.4	Diagrama Ombrotérmico	8
3	Clasificación climática	8
3.1	Tipo de invierno.....	9
3.2	Tipo de verano	10
3.3	Régimen de humedad.....	11
3.4	Clasificación climática.....	12
4	Limitaciones Agroclimáticas de los cultivos.....	13

1 Introducción

Para realizar el estudio agroclimático de las parcelas, se van a utilizar datos que se han obtenido de la estación meteorológica de Ablitas, ya que es la estación más cercana a las parcelas y es la más representativa por su altura y localización.

La estación meteorológica de Ablitas pertenece a Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Es una estación automática, por lo que proporciona una gran cantidad de datos y en periodo de tiempo cortos, de este modo se puede realizar un estudio agroclimático mucho más exhaustivo y exacto. Para el estudio se van a utilizar datos de temperatura, precipitación, evapotranspiración potencial y viento.

Los datos utilizados para realizar este estudio se han consultado en (Gobierno de Navarra, 2017) para la estación meteorológica de Ablitas presenta las siguientes características:

Utiliza el sistema de coordenada ETRS89, proyección UTM huso 30 N.

Se encuentra en las coordenadas:

X: 612354

Y: 4650474

Se encuentra a una altura de 338 m.

2 Datos Agroclimáticos

En este apartado se recogen todos los datos de temperaturas, precipitación y viento pertenecientes a la estación meteorológica de Ablitas.

2.1 Régimen térmico

Para realizar este estudio del régimen térmico se han utilizado datos de temperatura desde el año 2004, año en que se instaló hasta el año 2017.

Se van a utilizar cinco datos de temperatura diferentes:

- Temperatura máxima absoluta: temperatura más alta que ha tenido cada mes de toda la serie de datos registrados
- Temperatura media máxima: media aritmética de las temperaturas máximas de todos los días de un determinado mes para la serie de años.
- Temperatura media: media aritmética de las temperaturas máximas y mínimas de todos los días del mes para la serie de años.
- Temperatura media mínima: media aritmética de las temperaturas mínimas de todos los días de un determinado mes para la serie de años.
- Temperatura media mínima absoluta: media aritmética de todas las temperaturas mínimas absolutas de un determinado mes para la serie de años.

- Temperatura mínima absoluta: temperatura más baja que ha tenido cada mes de toda la serie de datos registrados

Tabla 54, temperaturas de la estación meteorológica de Ablitas

	Temp. Máximas Absolutas (C°)	Temp. Medias de las Máximas (C°)	Temp. Medias (C°)	Temp. Medias de las Mínimas (C°)	Temp. media mínima absolutas del mes más frío (°C)	Temp. Mínimas Absolutas (C°)
Enero	19,30	10,05	5,40	1,10	-4,7	-7,70
Febrero	21,90	11,82	6,63	1,74	-4,1	-7,50
Marzo	26,50	15,62	9,58	3,84	-2,4	-9,10
Abril	32,00	19,15	12,88	6,96	1,8	-0,80
Mayo	33,90	22,90	16,35	10,09	5,1	1,50
Junio	38,10	28,23	20,82	13,69	8,2	0,00
Julio	39,90	31,12	23,14	15,58	11,1	8,30
Agosto	41,10	30,33	22,57	15,34	10,1	7,70
Septiembre	37,10	26,56	19,37	12,80	6,6	3,30
Octubre	31,20	21,28	14,93	9,24	1,4	-5,90
Noviembre	23,10	13,88	9,25	4,82	-3,1	-8,40
Diciembre	21,50	9,73	5,31	1,13	-5,6	-8,80
Anual	41,10	19,51	13,37	7,65	-6,6	-9,10

En la *Tabla 1* se pueden ver las diferentes temperaturas registradas en la estación meteorológica de Ablitas desde 2004 a 2017.

Tras observar los datos de temperaturas medias, se puede ver que el mes más cálido es Julio con una temperatura de 23,14°C y el mes más frío es Diciembre con una temperatura de 5,31°C. Por lo que en Ablitas los inviernos son fríos y los veranos calurosos.

Si se observan los demás datos de temperatura se ve que es frecuente que las temperaturas en verano superen los 30°C sobre todo en los meses de Julio y Agosto, y en invierno la temperatura puede estar cercana a valores negativos, sobre todo en Diciembre, Enero, Febrero y Marzo.

Si se observan en la tabla las temperaturas medias mínimas absolutas se ve que hay meses en los que se han alcanzado valores bastante negativos, llegando a alcanzar valores de hasta -5,62 °C. Estos valores negativos van desde Noviembre hasta Febrero.

Estos valores pueden afectar de manera negativa a los cultivos, pudiendo reducir considerablemente los rendimientos y condicionando el tipo de cultivos que se pueden utilizar en la zona. Por ello se va a tener en cuenta en este estudio la frecuencia en la que dichos valores negativos se pueden alcanzar en cada uno de los meses.

Para conocer la frecuencia y el periodo libre de heladas, se ha tenido en cuenta el mismo periodo de tiempo de 2004 a 2017.

Tabla 55, número de días en los que se producen heladas para cada uno de los meses

Mes	Días helada
Enero	12
Febrero	11
Marzo	3
Abril	0
Mayo	0
Junio	0
Julio	0
Agosto	0
Septiembre	0
Octubre	0
Noviembre	3
Diciembre	11
Año	40

Como se ve en la *Tabla 2*, es bastante frecuente que las temperaturas estén por debajo de 0°C en algunos periodos del año. Al cabo del año 40 días se habrían alcanzado temperaturas negativas.

El periodo libre de heladas es aquel en el que ningún día la temperatura es negativa, en este caso la primera helada se produce en torno al 10 de Noviembre y la ultima 28 de Marzo. Por lo que el periodo libre de heladas irá desde el 29 de Marzo hasta el 9 de Noviembre. Añadir que es más frecuente que las heladas que se producen se produzcan unas temperaturas cercanas a 0°C, por lo que pueden no afectar en gran medida a los cultivos.

2.2 Régimen de humedad

Para conocer el régimen de humedad de la zona de la parcela se ha utilizado un periodo de tiempo que va desde 2004 hasta 2017, para ello es necesario conocer las precipitaciones medias, evapotranspiración potencial (ETP) que varía en función de las condiciones meteorológicas, en este caso se ha utilizado el Índice de Thornthwaite, también es necesario precipitaciones máximas en 24 horas y los días de lluvia.

Tabla 56, régimen hídrico y evapotranspiración potencial de la estación meteorológica de Ablitas

	Precipitaciones Totales (mm)	Evapotranspiración potencial (ETP) (Índice Thornthwaite)	Balance	Precipitaciones Máximas en 24 horas (mm)	Días de Lluvia
Enero	19,82	10,00	9,82	27,00	11,57
Febrero	21,92	13,50	8,42	29,40	9,36
Marzo	33,57	29,20	4,37	37,10	10,07
Abril	38,32	50,10	-11,78	45,60	10,86
Mayo	45,15	81,20	-36,05	39,00	9,64
Junio	23,38	118,50	-95,12	31,50	6,21
Julio	13,77	142,00	-128,23	19,60	3,79
Agosto	15,79	127,80	-112,01	26,00	3,64
Septiembre	31,60	88,60	-57,00	77,40	4,71
Octubre	32,68	54,80	-22,12	35,60	9,07
Noviembre	32,59	22,10	10,49	38,70	10,79
Diciembre	14,78	9,30	5,48	17,60	9,43
Anual	297,96	747,10	-449,14	77,40	99,14

Como se ve en la *Tabla 3*, las precipitaciones durante todo el año son bastante escasas, son de 297,96 mm, lo cual son valores muy bajos, si no dispusiésemos de sistema de riego, pocos cultivos se podían implantar en la parcela.

Comparando la precipitación media de todos los meses no se observan grandes diferencias entre el mes más lluvioso y los menos. El mes más lluvioso es el mes de Mayo con 45,15 mm y el mes de menor precipitación media es el mes de Julio con 13,77 mm.

La evapotranspiración potencial se ve que aumenta conforme los meses se vuelven más cálidos, por ello los valores más altos se encuentran en verano, alcanzando un valor máximo de 142 mm en el mes de Julio.

Si comparamos los datos de precipitación media mensual y la ETP, se ve que el balance en la mayoría de los meses es negativo, desde Abril hasta Octubre, lo que significa que hay un déficit de agua.

La precipitación diaria en 24 h para cada mes, se alcanza los valores más altos en primavera y otoño, siendo la mayor en Septiembre con una precipitación en 24 h de 77,40 mm, siendo superior a la precipitación media acumulada en dicho mes.

Por ultimo decir la frecuencia de días, unos 100 días al año llueve. La frecuencia de lluvias es superior en los meses de otoño e invierno, siendo la mayor en el mes de Enero, lloviendo uno de cada tres días, y la menor en el mes de Julio y Agosto donde únicamente llueven en torno a 4 días al mes.

2.3 Viento

Debido a que el sistema de riego que se va a instalar puede afectarle de forma negativa el viento, por ello se va a tener en cuenta para realizar este estudio, para ello se ha tomado un periodo de tiempo de 2004 a 2017.

Tabla 57, velocidad del viento media y máxima para la estación meteorológica de Ablitas

	Velocidad del Viento Media (m/s)	Racha Máxima del Viento (m/s)
Enero	2,33	20,40
Febrero	3,13	20,30
Marzo	3,16	18,50
Abril	2,91	17,50
Mayo	2,72	15,50
Junio	2,52	14,30
Julio	2,45	44,60
Agosto	2,30	15,80
Septiembre	2,08	15,10
Octubre	2,08	14,30
Noviembre	2,41	19,40
Diciembre	2,15	19,50
Anual	2,51	44,60

Como se ve en la *Tabla 4*, todos los valores medios son superiores a 2 m/s, estos valores no son muy elevados, por lo que es adecuado implantar el sistema de riego por aspersión obteniendo una uniformidad adecuada (Dechmi, Playan, Campo, Martinez-Cob, & Faci, 2000), aunque algún día con una velocidad del viento mucho más elevada se recomendaría no regar ya que la uniformidad se verá comprometida, ya que conforme mayor sea la velocidad más baja será la uniformidad, el mayor valor de velocidad media se alcanza en el mes de Marzo y tiene un valor de 3,16 m/s.

Si observamos la velocidad máxima del viento se ve que toma valores muy altos alcanzando incluso 44,6 m/s en el mes de Julio, pero los valores oscilan entre 15-20 m/s, aun así estos valores son tan altos que si se prevé que se van a alcanzar esas velocidades no se deberá regar.

2.4 Diagrama Ombrotérmico

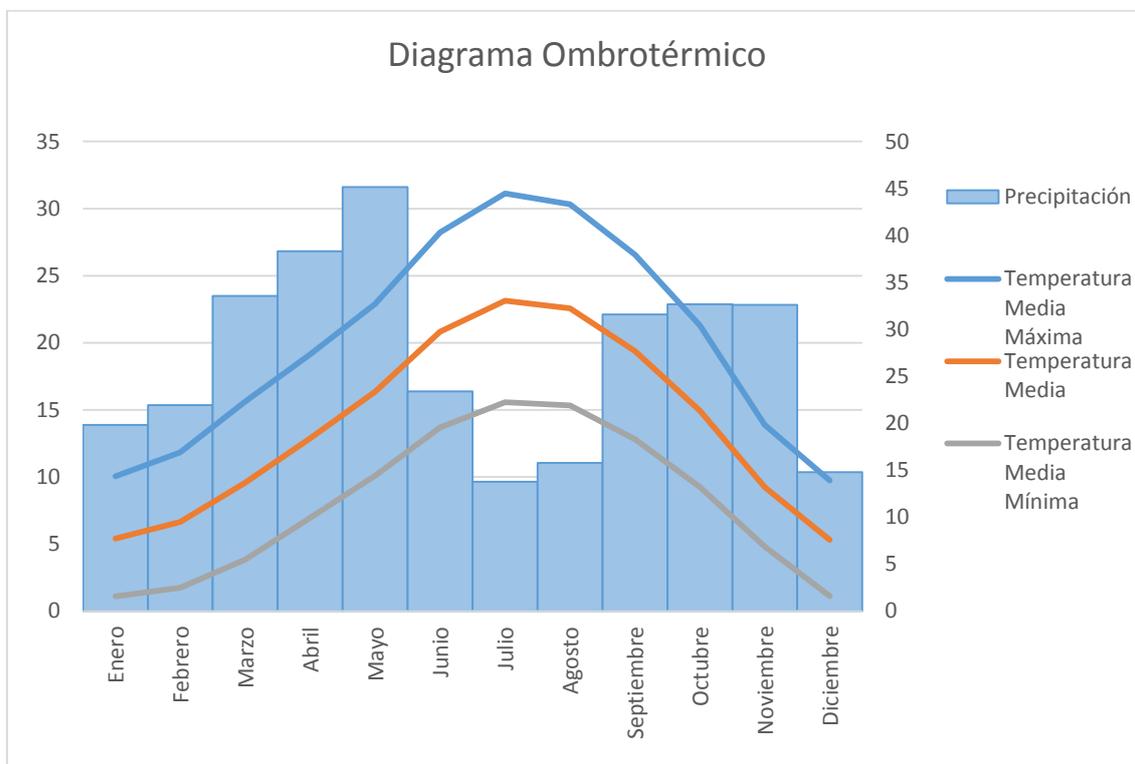


Gráfico 1, diagrama ombrotérmico

En la *Gráfico 1*, se encuentran representadas las precipitaciones mensuales para la estación climatológica de Ablitas y las temperaturas medias máximas, temperaturas medias y temperaturas medias mínimas. Como se puede ver en este Diagrama Ombrotérmico las precipitaciones disminuyen en verano y las temperaturas aumentan en verano.

3 Clasificación climática

Para realizar esta clasificación se van a utilizar los datos anteriores. La clasificación agroclimática de mediante el modelo Papadakis considera tanto el régimen térmico como el de humedad. Esta clasificación se basa en el conocimiento de las necesidades de las plantas de temperaturas, humedad...

En el régimen térmico se diferencian dos tipos, invierno y verano, se ordena los cultivos en función de sus requisitos térmicos de invierno y verano y su resistencia a heladas y sequía, y a partir de los datos climáticos y de las necesidades de cada cultivo se le denomina a la localidad o zona con el nombre del cultivo.

3.1 Tipo de invierno

El tipo invierno se apoya en cuatro parámetros meteorológicos:

- Temperatura media de las máximas del mes más cálido
- Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío
- Temperatura media de las mínimas del mes más frío
- A veces Temperatura media de las mínimas absolutas anuales

Tipos de invierno en sentido creciente: Ecuatorial, Tropical, Citrus, Avena, Triticum y Primavera.

Tabla 58, tipo de invierno según la clasificación Papadakis

Tipo	Nomenclatura	Temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío	Temperatura media de las mínimas del mes más frío	Temperatura media de las máximas del mes más frío
Ecuatorial	Ec	mayor de 7°C	mayor de 18°C	-
Tropical	Tp (cálido)	mayor de 7°C	13 a 18°C	mayor de 21°C
	tP (medio)	mayor de 7°C	8 a 13°C	mayor de 21°C
	tp (fresco)	mayor de 7°C	-	menor de 21°C
Citrus	Ct (tropical)	7 a -2,5°C	mayor de 8°C	mayor 21°C
	Ci	7 a -2,5°C	-	10 a 21°C
Avena	Av (cálido)	-2,5 a -10°C	mayor de -4°C	mayor de 10°C
	av (fresco)	mayor de -10°C	-	5 a 10°C
Triticum	Tv (trigo-avena)	-10 a -29°C	-	mayor de 5°C
	Ti (cálido)	mayor de -29°C	-	0 a 5°C
	ti (fresco)	mayor de -29°C	-	menor de 0°C
Primavera	Pr (más cálido)	menor de -29°C	-	mayor de -17,8°C
	pr (más fresco)	menor de -29°C	-	menor de -17,8°C

En la *Tabla 5*, se pueden ver los distintos tipos de invierno y las características que deben de cumplir para su denominación

En la localidad de Ablitas el tipo de invierno es Avena (Av) cálido

3.2 Tipo de verano

Tipo de verano se fundamenta en varios parámetros:

- Duración del periodo libre de heladas
- Media de la temperatura media de las máximas de los n meses más cálidos
- Temperaturas medias de las máximas del mes más cálido
- Temperaturas medias de las mínimas del mes más cálido
- A veces la temperatura media de los dos meses más cálidos

Tipos de verano en sentido decreciente: Algodón, Cafeto, Arroz, Maíz, Trigo, Polar; Frígido y Andino-Alpino.

Tabla 59, tipo de verano según la clasificación de Papadakis

Tipo	Nomenclatura	Duración de la estación libre de heladas (meses)	Media de las medias de las máximas de los n meses más cálidos	Media de las máximas del mes más cálido	Media de las mínimas del mes más cálido	Media de las medias de las mínimas de los dos meses más cálidos
Algodón	G (más cálido)	minima>4,5	>25°C n=6	>33,5°C	>20°C	-
	g (menos cálido)	minima>4,5	>25°C n=6	<33,5°C	<20°C	-
Cafeto	c	mínima 12	>21°C n=6	<33,5°C	-	-
Arroz	O	mínima>4	21 a 25°C n=6	-	-	-
Maíz	M	disponible>4,5	>21°C n=6	-	-	-
Triticum	T (más cálido)	disponible>4,5	<21°C n=6 / >17°C n=4	-	-	-
	t (menos cálido)	disponible 2,5 a 4,5	>17°C n=4	-	-	-
Polar	P	disponible <2,5	>10°C n=4	-	-	>5°C
	p	disponible <2,5	>6°C n=2	-	-	-
Frígido	F (desierto subglaciar)	-	<6°C n=2	>0°C	-	-
	f (helada permanente)	-	-	<0°C	-	-
Andino-alpino	A (alpino bajo)	disponible<2,5 / media>1	>10°C n=4	-	-	-
	a (alpino alto)	media<1	>10°C n=4	-	-	-

En la *Tabla 6*, se pueden ver los distintos tipos de verano y las características que deben de cumplir para su denominación

El tipo de verano es para la estación meteorológica de Ablitas es Algodón (g) menos cálido

3.3 Régimen de humedad

El régimen de humedad, viene dado fundamentalmente por los periodos de sequía, duración e intensidad y situación en el ciclo anual.

Tabla 60, regímenes de humedad según la clasificación de Papadakis

Regímenes fundamentales	Nomenclatura	Características
Húmedo ($I_h > 1$; $L_n > 20\%$ ETP anual)	HU (húmedo siempre)	Todos los meses son húmedos
	Hu (húmedo)	Uno de los meses son intermedios
Mediterráneo (Precipitación invernal > estival; Latitud > 20°)	ME (húmedo)	$L_n > 20\%$ ETP anual y/o $I_h > 0,88$
	Me (seco)	$L_n < 20\%$ ETP anual; $0,22 < I_h < 0,88$;
	me (semiárido)	Más seco que el anterior
Monzónico (I_{hm} de julio-agosto > I_h de abril-mayo)	MO (húmedo)	$L_n < 20\%$ ETP anual y/o $I_h > 0,88$
	Mo (seco)	$L_n < 20\%$ ETP anual; $0,44 < I_h < 0,88$
	mo (semiárido)	$I_h < 0,44$
Estepario (Latitud > 20°)	St	Precipitación de primavera cubre más de la mitad de la ETP anual
Desértico	da (absolutamente desértico)	Todos los meses con media de las máximas > 15°C; $I_{hm} < 0,25$; $I_h < 0,09$
	de (desértico mediterráneo)	No suficientemente seco para da; precipitación de invierno mayor que la de verano
	di (desértico isohigro)	Ni da, ni de, ni do
	do (desértico monzónico)	No suficientemente seco para de; julio y agosto menos secos que abril y mayo
Isohigro-semiárido	si	Demasiado seco para ser estepario y demasiado húmedo para ser desértico. Ni mediterráneo ni monzónico

En la *Tabla 7*, se pueden ver el régimen de humedad según la clasificación de Papadakis, donde;

ETP: evapotranspiración potencial (Índice Thrornthwaite)

L_n: lluvia de lavado diferencia entre precipitación y ETP, pero solo en los meses húmedo.

I_h: índice de humedad anual, cociente entre la precipitación anual y la ETP anual

Ihm: índice de humedad mensual, cociente entre la precipitación mensual y le ETP mensual

En este caso el régimen de humedad es para la estación meteorológica de Ablitas es Mediterráneo Seco (Me)

3.4 Clasificación climática

Por lo tanto la clasificación climática de la zona de estudio será:

Tabla 61, clasificación climática para la estación meteorológica de Ablitas

Grupo climático	Estepario templado (<i>Et</i>)
Tipo de invierno	Avena (<i>Av</i>)
Tipo de verano	Algodón (<i>g</i>)
Régimen de humedad	Mediterráneo seco (<i>Me</i>)
Fórmula climática	<i>AvgMe</i>

En la *Tabla 8*, se puede ver la clasificación climática de la estación climática, así como el tipo de verano, invierno, régimen de humedad y la fórmula climática.

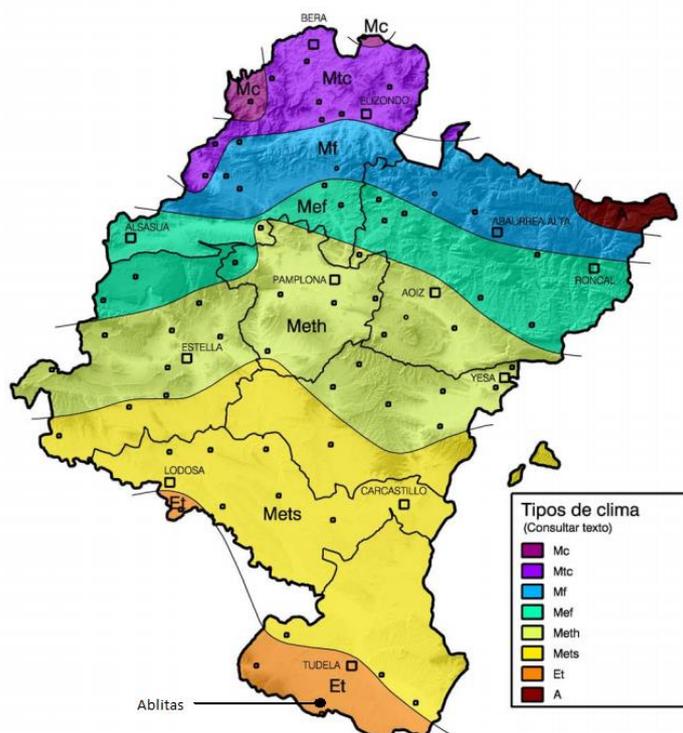


Ilustración 3, clasificación climática de la Comunidad Foral de Navarra

Como se puede ver en la *Ilustración 1*, Ablitas se encuentra dentro de la zona con un clima Estepario templado (*Et*), se encuentran dentro de este grupo climático desde *AvM* a *OST*, por lo que Ablitas se encuentra dentro de ese rango *AvMe* (meteo navarra, 2017).

4 Limitaciones Agroclimáticas de los cultivos

Para determinar si los cultivos que se pretenden cultivar en la parcela son adecuados para su cultivo, se tiene que conocer las exigencias que tienen esos cultivos. En este caso para obtener esa información se ha utilizado la publicación (Elías Castillo & Ruiz Beltrán, 1986).

Tabla 62, exigencia de los cultivos propuestos en la rotación

	Tipo invierno	Tipo verano	Régimen de humedad	Observaciones
Guisante fresco	Ti, o más suaves	t, o más cálidos	Me, o más húmedos, o bien riego	Su resistencia a los inviernos depende de variedades exigiendo alguna de ellas inviernos Ci o próximos a él. Las flores se hielan a -1°C. Temperaturas de -4°C durante media hora dañan la planta. Requiere cantidades moderadas e calor. Menos resistente a la sequía que los cereales de invierno. Las temperaturas altas provocan amarilleamiento de la planta y detiene su crecimiento
Coliflor	av, o más suaves	T, o más cálidos		En zonas donde el invierno es severo debe cosecharse antes de invierno, además el peligro de no florecer es más grande que en el caso de la col, por lo que se cultiva en regiones con inviernos largos y templados o veranos largos y frescos, temperaturas altas limitan producción. Se decolora cuando las temperaturas alcanzan -3°C. No resiste sequía
Tomate		Casi T, o más cálidos		Con altas temperaturas de 30 a 35°C acompañadas de excesiva humedad, surgen problemas. Las plantas bien desarrolladas soportan temperaturas has -1,5°C. Exigen noches frescas. Es preferible tiempo seco y regar
Habas fresco	Casi Ci ,o más suaves	t, o más suaves	Me, o más húmedos, o bien riego	Soporta heladas hasta -4°C. Exigencias en frío comparables a las de las variedades de trigo con menos exigencias. Menos resistente a la sequía que los cereales de invierno
Brócoli	av, o más suaves	T, o más cálidos		Con menos exigencias que la coliflor pues es menos probable que no se produzca la floración
Maíz		M, o más cálidos e incluso T		El periodo de crecimiento no debe ser seco. En caso contrario el rendimiento disminuye, en particular durante la formación del penacho y granazón. Días largos y noches cortas son favorables, por ello da sus más altos rendimientos en su límite polar y en tierras altas de los trópicos. Un verano G permite su cultivo pero los rendimientos son más bajos. Temperaturas > 35°C destruyen el polen. Con un periodo crítico en el mes que precede a la formación del grano

En la *Tabla 9*, se pueden ver las exigencias de los cultivos de la rotación propuesta.

Donde:

Tipo de invierno

Ti: Triticum cálido

Ci: Citrus

av: Avena fresco

Av: Avena cálido

Tipo verano

t: Triticum menos cálido

T: Triticum más cálido

M: Maíz

G: Algodón más cálido

G: Algodón menos cálido

Régimen de humedad

Me: Mediterráneo seco

Para el guisante el fresco para el tipo de invierno tiene que ser *Ti* o más suave en este caso en la zona tenemos un tipo invierno *Av*, que es más suave que *Ti*, entonces es adecuado. En el tipo de verano de forma similar la limitación viene a partir de *t*, en este caso el tipo de verano que tiene la zona es *g* que es más cálido, por lo que se cumplen las exigencias. Por último el régimen de humedad, no hay problema porque la parcela se va a regar.

Para el caso de la coliflor el tipo de invierno limitante es el *av*, con el tipo invierno que hay en la zona *Av*, que es más suave sería adecuado. El tipo de verano tiene que ser *T* o más cálido en este caso *g* por lo que se cumplen las exigencias.

En el caso de tomate únicamente tiene exigencias en el tipo de verano, el cual tiene que ser *T* o más cálido, y tenemos un verano tipo *g* por lo que se cumplen las exigencias.

Habas fresco el tipo de invierno que exige es tipo *Ci* o más suaves, en este caso tenemos un *Av* que es un poco más frío, pero es muy similar, por lo que lo sería adecuado. El tipo de verano es *t* o más suave y en este caso es *g*, es algo más cálido pero como en este caso se van a cosechar sobre Mayo no se producirán problemas. Por último el régimen de humedad no hay problema porque se va a regar.

Brócoli las exigencias de tipo de invierno son *av* o más suaves, por lo que el tipo de invierno que tenemos es más suave así que es adecuado. El tipo de verano que exige la planta del brócoli es *T* o más cálidos, por lo que con el verano que tiene la zona, no existirá ningún problema.

Por último el maíz para grano únicamente tiene exigencias en el tipo de verano, que tiene que ser *M* o más cálido, por lo que el tipo de verano que hay en la zona es adecuado para que se cultive ahí.

Se va a realizar la valoración agronómica de los cultivos según la zona en la que se vayan a cultivar. Para saber en que zona se encuentran las parcelas se ha utilizado la clasificación de Papadakis.

En este caso el que más se asemeja es la Zona VII, ya que el tipo de invierno es el mismo Avena más cálido (*Av*), el tipo de verano es Arroz (*O*) que es semejante, pero un poco más fresco que el *g* y el régimen de humedad es Mediterráneo seco (*Me*) y en nuestro caso es Mediterráneo seco (*Me*).

Tabla 63, valoración agronómica

Cultivos	Zona Agroclimática VII
Guisante fresco	2,op,r
Coliflor	2 ^t ,pv,r
Tomate industria	2 ^h ,pv,r
Habas fresco	2,op,r
Brócoli	2,pv,r
Maíz	2 ^e ,p,r

En la *Tabla 10*, se pueden ver la valoración de los cultivos de la rotación propuesta para la Zona Agroclimática VII de la Comunidad Foral de Navarra, donde se encuentra Ablitas. Donde:

2: Cumple con los requisitos exigidos por el cultivo

1: Cumple con los requisitos pero con limitaciones

0: No cumple con los requisitos exigidos por el cultivo

p: siembra en primavera

v: siembra en verano

o: siembra en otoño

i: siembra en invierno

T: siembra en las cuatro estaciones del año

s: cultivo en secano

r: cultivo en regadío

e: Temperaturas > 35°C destruyen el polen

h: Temperaturas > 35°C limitan la producción

t: 1 en siembra otoñal

ANEJO V: ALTERNATIVA DE CULTIVOS

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Rotación actual	3
1.1	Introducción	3
1.2	Características de la rotación actual.....	4
1.2.1	Pimiento.....	4
1.2.2	Cebada	4
1.2.3	Coliflor	4
1.2.4	Calabacín	5
2	Rotación propuesta	5
2.1	Introducción	5
2.2	Características de la rotación propuesta.....	6
2.2.1	Guisante	6
2.2.2	Coliflor	7
2.2.3	Tomate para industria	7
2.2.4	Habas	7
2.2.5	Brócoli	8
2.2.6	Maíz.....	8
3	Conclusión.....	9

1 Rotación actual

1.1 Introducción

Las parcelas en las que se va a realizar el presente proyecto ya cuenta con un sistema de riego, en este caso el sistema de riego que tienen las parcelas es por goteo. Este sistema permite al promotor poder cultivar una serie de cultivos en regadío.

Este tipo de sistema de riego es muy eficiente pero no se adapta bien a todos los cultivos. El goteo es utilizado en algunos cultivos de la familia de las *Solanáceas*, *Crucíferas*, *Cucurbitáceas*...

Por este motivo el abanico de cultivos que se puede cultivar en las parcelas se ve limitado, se repiten una serie de cultivos en un periodo de tiempo corto pudiendo afectar al rendimiento, proliferación de enfermedades... Estos problemas son muy comunes en las especies de la familia de las *Solanáceas*, si se cultivan en periodos de tiempo cortos especies como el tomate o el pimiento disminuye mucho la producción, además tienen unas necesidades nutricionales muy semejantes y proliferación de enfermedades que pueden afectar a las dos especies.

Este sistema de riego no es adecuado para algunos cultivos que es interesante introducirlos en una rotación como los cereales o leguminosas, siendo estas últimas muy adecuadas por la fijación de nitrógeno al suelo.

El promotor realiza una rotación en la parcela:

Tabla 64, rotación actual

Año 1											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
			Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Pimiento	Cebada	Cebada
Año 2											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada	Cebada		Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor
Año 3											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
			Calabacín	Calabacín	Calabacín	Calabacín	Calabacín	Calabacín			

Como se ve en la *Tabla 1*, la rotación solo consta de cuatro cultivos en un periodo de tres años, lo que quiere decir que cada tres años se van a repetir cada uno de los cultivos, en la mayoría de los cultivos de la rotación no es un gran inconveniente, pero como ya se ha dicho anteriormente en cultivos como el pimiento es recomendable que pase un periodo de tiempo de cuatro o cinco años hasta volver a cultivarlo.

El promotor ha escogido estos cultivos en función de la posibilidad de cultivarlos con el sistema de riego del que esta provista la parcela y de la demanda de la industria agroalimentaria de la zona.

1.2 Características de la rotación actual

1.2.1 Pimiento

El pimiento es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las *Solanáceas*.

El cultivo del pimiento comienza con su plantación a principios de Abril, su recolección es escalonada desde principios o mediados de Agosto hasta mediados de Octubre, en función de las temperaturas.

En este caso se cultivan variedades de pimiento rojo, debido a que en la zona donde se encuentra la parcela en verano hay una gran insolación, lo cual favorece la aparición del color, y además el precio de venta es más alto. Estos pimientos van destinados a la industria agroalimentaria de la zona, más concretamente a la industria del congelado.

Para este cultivo es muy adecuado el sistema por goteo, ya que este cultivo se planta en el suelo con cepellón en línea, con una cubierta plástica, que evita la nascencia de malas hierbas.

1.2.2 Cebada

La cebada es una planta monocotiledónea que pertenece a la familia *Poaceae*.

Es un cereal que en este caso se va a cultivar en secano debido a que el sistema de riego del que dispone la parcela no es adecuado. El cultivo de la cebada en secano hace que la producción sea muy inferior a la que se obtendría en regadío, pero cultivando este cereal se evita dejar el suelo descubierto, lo cual puede producir pérdidas de suelo y además se obtendría algún beneficio económico aunque sea reducido.

La cebada se sembrará a mediados de Noviembre tras haber preparado bien el terreno. La cosecha se va a producir cuando el grano este seco, eso se producirá entorno a finales de Junio, será cosechado por alguna cooperativa de la zona e irá destinado para alimentación animal.

1.2.3 Coliflor

La coliflor es una planta dicotiledónea de la Familia de las *Crucíferas*.

Se planta con cepellón a principios de Agosto, y su momento de recolección varía en función de las variedades, en este caso el promotor cultiva variedades tardías de un ciclo aproximado de 150 días, de este modo llegarán antes a la industria obteniendo un precio mayor, la producción también es más elevada que en las variedades de ciclo más largo. Se cosecha de forma escalonada desde principios de Diciembre hasta finales. Las coliflores van a ir destinadas a la industria agroalimentaria, más concretamente a la industria del congelado.

Este cultivo se puede cultivar tanto con riego por goteo como por riego por aspersión. Si se cultiva mediante riego por goteo los costes de producción son algo superiores, en cambio si se produce por aspersión, mayores problemas con la aparición de malas hierbas.

1.2.4 Calabacín

El calabacín es una planta dicotiledónea de la familia *Cucurbitáceae*.

Se planta con cepellón a mediados de Abril y se comienza a cosechar a mediados de Junio, la cosecha se prolonga durante todo el verano, incluso pudiendo alargar la cosecha hasta finales de Septiembre si el tiempo es favorable. El destino del calabacín va a ir para la industria agroalimentaria, más concretamente para congelado.

El sistema de riego por goteo le favorece a este cultivo, ya que la cosecha se realiza dos o tres veces por semana, y con este sistema de riego, permite cosechar cualquier día, en cambio por aspersión, hay que esperar un tiempo hasta poder entrar a cosechar.

2 Rotación propuesta

2.1 Introducción

Se ha realizado una nueva rotación con los nuevos cultivos que se van a poder cultivar en las parcelas tras la instalación del sistema de riego por aspersión. La mayoría de los cultivos de la propuesta son diferentes a los que se cultivaban en esa parcela, ya que algunos de ellos no sería adecuado su cultivo mediante el sistema de riego del que disponían las parcelas.

Una de las particularidades de este proyecto es que se le da al promotor la posibilidad de usar tanto el riego por aspersión como riego por goteo, de este modo el suelo se fatigará menos, ya que se ha aumentado en número de cultivos que se pueden cultivar de forma adecuada en las parcelas y además permite el cultivo de leguminosas que favorecen la fertilidad del suelo.

Con la posibilidad de utilizar los dos sistemas de riego se va a poder aumentar los beneficios, ya que se podrá cultivar el producto que demande la industria.

La rotación propuesta es la siguiente:

Tabla 65, rotación propuesta

Año 1											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Guisante	Guisante	Guisante	Guisante			Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor	Coliflor
Año 2											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
				Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Habas	Habas	Habas
Año 3											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Habas	Habas	Habas	Habas				Brócoli	Brócoli	Brócoli	Brócoli	
Año 4											
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
	Brócoli	Brócoli	Brócoli	Brócoli	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz	Maíz		

En la *Tabla 2*, se puede ver la rotación propuesta consta de cuatro años con seis cultivos diferentes. Se ha diseñado de tal forma para que no coincidan cultivos de la misma familia en años consecutivos, de este modo retrasamos la fatiga de suelo y evitamos la proliferación de enfermedades que afectan a especies de la misma familia.

Únicamente se ha introducido en la rotación una *Solanácea*, en este caso tomate para industria, ya que es un cultivo que es adecuado para su cultivo mediante aspersión, aunque también se puede cultivar por goteo, con esta rotación para volver a cultivar una *Solanácea*, pasa un periodo de cuatro años. También se han introducido dos especies de leguminosas que enriquecen el suelo, para los cultivos posteriores. Además de dos *Crucíferas*, en este caso se la coliflor debido al conocimiento que tiene el promotor de este cultivo se vuelve a cultivar pero en este caso mediante sistema por aspersión y brócoli. Por último el cereal que se ha introducido es el maíz.

2.2 Características de la rotación propuesta

2.2.1 Guisante

El guisante es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia *Fabaceae*.

Este cultivo se siembra en este caso a mediados de Febrero, el destino va a ser para fresco, para la industria agroalimentaria de la zona, más concretamente congelado. La variedad que se ha escogido “Negret de provenza”, una variedad enana de ciclo corto, el ciclo dura unos 90 días, productividad elevada y muy adecuada para la congelación. Con esta variedad la cosecha se producirá a mediados o finales de Mayo en función de las temperaturas. La introducción de este cultivo favorece el desarrollo de los siguientes cultivos.

Este cultivo es muy adecuado el sistema de riego por aspersión, ya que se siembra desde semilla, la cobertura de la superficie de cultivo es muy rápida, evitando el desarrollo de las malas hierbas, no se podría cultivar con el sistema de riego por goteo.

2.2.2 Coliflor

La coliflor es una planta dicotiledónea de la Familia de las *Crucíferas*.

Se ha escogido este cultivo ya que lo conoce el promotor, en este caso el cultivo de la coliflor es por aspersión para disminuir los costes. Se ha optado por la variedad de ciclo tardío de unos 150 días como la que se utiliza en la rotación actual, en este caso la variedad es “Telde”, se plantará a principios de Agosto y se cosecharía desde principios de Diciembre hasta finales.

El destino de la coliflor va a ser para la industria agroalimentaria, más concretamente para la industria del congelado.

2.2.3 Tomate para industria

El tomate es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las *Solanáceas*.

El tomate es un cultivo de verano, se plantará a principios de Mayo, y se realizara una única recolección de forma mecánica cuando haya un alto porcentaje de frutos rojos, eso se producirá a mediados o finales de Septiembre.

En este caso el tomate que se va a cultivar van a ser variedades “todo carne”, ya que van a ir a para a la industria agroalimentaria para congelado, y para ello es necesario que tenga el fruto poca agua.

Este cultivo es muy adecuado su cultivo por goteo, pero en este caso se ha optado por el sistema de riego por aspersión, ya que como la pendiente de la parcela es baja, no se va a producir problemas de escorrentía, pero habría que tener cuidado en la proliferación de enfermedades y malas hierbas. No se van a producir costes de instalación del acolchado ni del goteo, pero van a aumentar el coste de la aplicación de herbicidas.

2.2.4 Habas

El haba es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia *Fabaceae*.

En este caso el destino de las habas va a ser para fresco para la industria agroalimentaria, más concretamente para la industria del congelado. Se van a sembrar a mediados de Octubre y se van a cosechar entorno a mediados de Abril. La variedad va a ser “Histal” una variedad semiprecóz, con una duración de ciclo de unos 185 días.

Este cultivo no se puede cultivar mediante el sistema de riego que hay actualmente en la parcela y además es beneficios para posteriores cultivos.

2.2.5 Brócoli

El brócoli es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las *Crucíferas*.

En este caso se van a realizar dos plantaciones de brócoli, la primera plantación se va a realizar en Agosto y la segunda se realizará en Febrero, de este modo los beneficios de la explotación serán más altos.

Todas las variedades de brócoli tienen un ciclo muy similar que varía en función de las temperaturas y la época de plantación.

Para la primera plantación se ha optado por la variedad “Parthenon”, esta variedad tiene un ciclo cuando se cultiva en otoño de 96 días tras el trasplante, la recolección se realizará a finales de Noviembre.

En la segunda plantación se va a optar por la misma variedad de brócoli que en la primera “Parthenon” pero en este caso el ciclo es más corto, el ciclo tras trasplante es de unos 80 días, por lo que la plantación se realizará a finales de Febrero y la recolección se realizará a mediados o finales de Mayo.

El destino del mismo modo que los cultivos anteriores va a ser a la industria agroalimentaria, concretamente para congelado.

Del mismo modo que la coliflor, este cultivo se puede cultivar tanto por aspersión como por goteo, este último hace que aumente los costes, por ello es más apropiado utilizar el sistema de riego por aspersión.

2.2.6 Maíz

El maíz es una planta monocotiledónea de la familia *Poaceae*.

En este caso se va a utilizar para la obtención de grano, se ha escogido este cereal, ya que es uno de los cereales que mayores producciones se obtiene.

Para la elección de la variedad adecuada se ha calculado la integral térmica desde la siembra, el momento de siembra se realizará a mediados de Junio cuando ya se hayan realizado las labores adecuadas después del cultivo del brócoli hasta la primera helada, como se ve en el “*Anejo IV-Estudio agroclimático*” las heladas comienzan en Noviembre, por ello se ha calculado hasta final de Octubre.

La integral térmica sea ha calculado restando las temperaturas medias diarias con 6°C que es la temperatura a partir de la cual tiene actividad el maíz, y posteriormente realizar un sumatorio de dicha resta.

Tabla 66, integral térmica acumulada desde mediados de Junio a finales de Octubre

Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total (°C/día)
238,83	566,55	540,88	403,50	278,35	2.028,10

En la *Tabla 3*, se puede ver que la integral térmica acumulada desde mediados de Junio a finales de Octubre es de 2.028,10 °C/día para la estación meteorológica de Ablitas.

Tabla 67, ciclos FAO en función de la integral térmica acumulada Adapted from: (López & De la Cruz, 2012)

Ciclos FAO	Integral térmica (Grados/día)
< 300	< 1825
300-400	1825-2000
500-600	2000-2125
700-800	2125-2225

Con se ve en la *Tabla 4*, según la integral térmica acumulada desde mediados de Junio a finales de Octubre para la estación meteorológica de Ablitas es de Ciclo FAO 600, por lo que se optado por la variedad “SY Sincero”.

Como ya se ha dicho se sembrará a mediados de Junio y se cosechara cuando humedad del grano de sea de un 12% que en esta variedad se alcanzará a finales de Octubre. El grano que se va a cosechar lo cosechara una cooperativa de la zona e irá destinada para alimentación animal.

Este cultivo no se puede cultivar mediante el riego por goteo.

3 Conclusión

Con la rotación propuesta se evita posibles problemas por la repetición en un periodo de tiempo corto del mismo cultivo de cultivos de la misma familia que tienen unas necesidades nutricionales semejantes, se evita la proliferación de enfermedades, disminuirán los costes, aumentará los rendimientos y se alcanzarán mayores beneficios.

Esta rotación propuesta puede ser modificada en función de los gustos del promotor introduciendo nuevos cultivos, incluso utilizando el sistema de riego por goteo, de este modo tiene una gran versatilidad y la posibilidad de adecuarse a la demanda de la industria alcanzando precios de venta que aumentarán el beneficio.

ANEJO VI: NECESIDADES HÍDRICAS

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Introducción.....	3
2	Evapotranspiración	3
3	Cálculo de las necesidades hídricas.....	5
3.1	Calculo de ET_0 por el método <i>Penman-Monteith</i>	5
3.2	Coeficiente de cultivo K_c	7
3.2.1	Guisante fresco	9
3.2.2	Coliflor	10
3.2.3	Tomate de industria	11
3.2.4	Habas	12
3.2.5	Brócoli otoño	13
3.2.6	Brócoli de primavera	14
3.2.7	Maíz.....	15
3.3	Precipitación efectiva (P_{ef}).....	16
3.4	Eficiencia de aplicación de riego (E_a)	16
3.5	Necesidades hídricas	17
3.5.1	Guisante fresco	17
3.5.2	Coliflor	18
3.5.3	Tomate de industria	18
3.5.4	Haba fresco	19
3.5.5	Brócoli otoño	19
3.5.6	Brócoli primavera.....	20
3.5.7	Maíz.....	20
4	Necesidades hídricas de la rotación propuesta	21

1 Introducción

Se van a calcular las necesidades hídricas de los cultivos de la rotación propuesta para el sistema de riego por aspersión, ya que de este modo se va a poder conocer el coste del agua para cada uno de los cultivos. Con el cálculo de estas necesidades también se podrían diseñar los programas de riego adecuados para cada uno de los cultivos, conocer las dosis totales de riego, el cálculo de estas necesidades de riego pero esto no es objeto de este proyecto.

No es necesario calcular las necesidades hídricas de los cultivos para el diseño hidráulico, ya que este se va a diseñar en función de las características del hidrante, ya que condiciona el número de aspersores que aplican agua en las parcelas al mismo tiempo...

Para determinar las necesidades hídricas de cada cultivo, se van a seguir los siguientes pasos:

- Determinar la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) de la zona en la que se encuentran las parcelas. En este caso el método utilizado es el *Penman-Monteith*.
- Determinación de los coeficientes del cultivo (K_c)
- Determinar las necesidades hídricas ET_0 , K_c , Precipitación efectiva (P_{ef}) y Eficiencia de riego (E_a).

2 Evapotranspiración

El proceso de evapotranspiración (ET) es la combinación de dos procesos que se producen de forma simultánea y son difíciles de separar, son la evaporación de agua presente en el suelo y la pérdida de agua por la transpiración del cultivo. La evaporación es el paso de agua líquida a vapor de agua, esto ocurre en el suelo, aunque también en otras superficies. Al evaporarse el agua hace que la cantidad de agua presente en el suelo disminuya, afectando negativamente al cultivo. La transpiración consiste en la vaporización del agua presente en los tejidos de la planta, esa pérdida de agua se produce por los estomas, al perder agua se produce un gradiente de presión negativo que hace que las plantas puedan absorber agua y nutrientes del suelo.

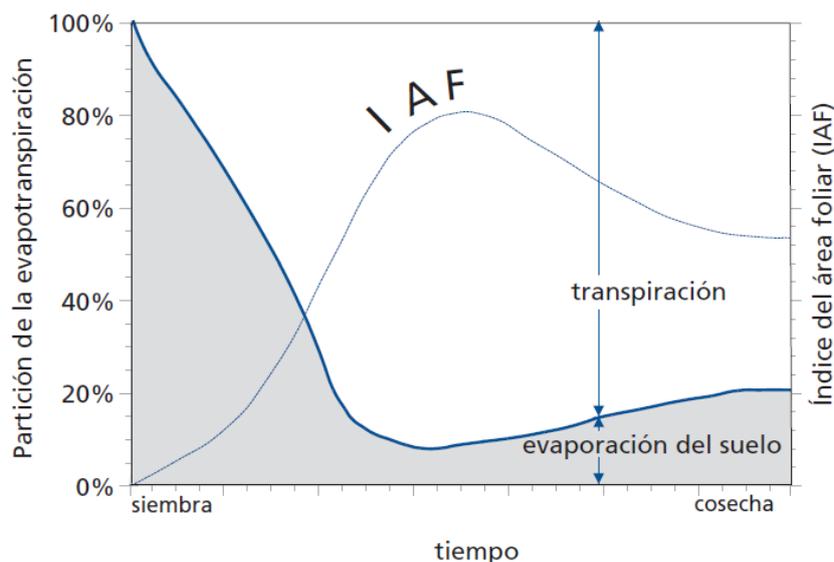


Ilustración 4, porcentaje de evapotranspiración en función ciclo de desarrollo del cultivo

En la *Ilustración 1*, se ve como afecta el Índice de área foliar (IAF) a la transpiración, cuanto mayor sea el valor del IAF mayor transpiración habrá, de modo inverso, cuanto mayor IAF menor va a ser la evaporación, el IAF está influenciado con el ciclo de la planta, al principio poco IAF, por lo que mucha evaporación poca transpiración, conforme va avanzando el ciclo se va invirtiendo esa relación.

Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0), es la tasa de evapotranspiración de una superficie de pasto, de unos 12 cm de altura, bien desarrollado y uniforme, que cubre totalmente el suelo y tiene un crecimiento activo, y esta cultivado sin restricciones de agua. Todo esto hace que dependa únicamente de las variables climáticas y por tanto es independiente del cultivo y el tipo de suelo.

Evapotranspiración potencial (ETP), es la cantidad máxima de agua que puede evapotranspirarse desde el suelo completamente cubierto de vegetación que se desarrolla en condiciones óptimas y sin limitaciones de agua.

Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c), se refiere a la evapotranspiración de un cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, buena fertilización y se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanzará la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas restantes. El cálculo de ET_c se obtiene a partir de la ET_0 y del coeficiente del cultivo (K_c)

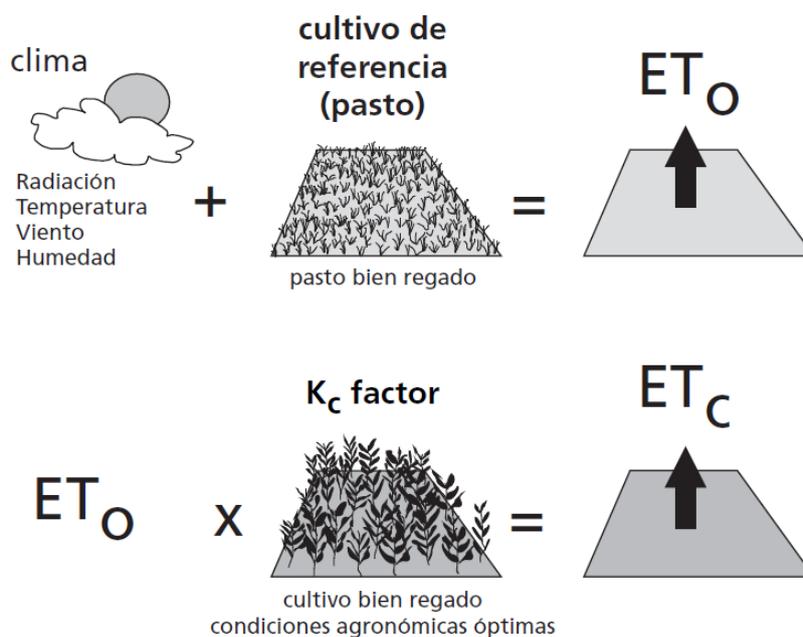


Ilustración 5, evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) y evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c)

En la *Ilustración 1*, se puede ver de forma gráfica como se calcula la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) y la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ET_c).

Evapotranspiración real (ET_r), es la evapotranspiración que ocurre en condiciones reales, teniendo en cuenta que no siempre la cubierta vegetal es completa, ni el suelo se encuentra en estado saturado.

3 Cálculo de las necesidades hídricas

Para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos se ha utilizado (Allen G., Pereira, Raes, & Smith, 2006).

3.1 Cálculo de ET_0 por el método *Penman-Monteith*

Este método es complejo, pero se obtienen valores precisos de evapotranspiración de referencia (ET_0) y fiables, por ello se utiliza mucho, pero el inconveniente es poder disponer de todos los datos necesarios para su cálculo, como es la radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Donde:

ET_0 : evapotranspiración de referencia (mm/día)

Δ : pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/°C)

R_n : radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m² día)

G : flujo de calor de suelo (MJ/m² día)

γ : constante psicométrica (kPa/°C)

T : temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

u_2 : velocidad del viento a 2 m de altura

e_s : presión de vapor de saturación (kPa)

e_a : presión real de vapor (kPa)

$(e_s - e_a)$: déficit de presión de vapor de aire (kPa)

Los valores obtenidos de ET_0 para cada día se deberían sumar para obtener la ET_0 de cada mes.

Para determinar los valores de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) se ha utilizado el método *Penman-Monteith*. En este caso estos valores han sido proporcionados por (Gobierno de Navarra, 2017). Los valores ET_0 proporcionados son de cada mes desde 2004 a 2017 en la estación meteorológica de Ablitas, por lo que ha sido necesario realizar una media para obtener los valores medio de ET_0 .

Tabla 68, evapotranspiración del cultivo de referencia mediante el método *Penman-Monteith* de la estación meteorológica de Ablitas

	Evapotranspiración de referencia ET_0 (mm/mes)
Enero	8,6
Febrero	31,0
Marzo	85,0
Abril	147,6
Mayo	217,7
Junio	258,7
Julio	279,8
Agosto	227,1
Septiembre	137,0
Octubre	62,5
Noviembre	15,3
Diciembre	4,0
Anual	1.471 mm

Como se ve en la *Tabla 1*, la evapotranspiración de referencia es mayor en los meses de primavera y verano, ya que la temperatura del aire es mayor, la radiación es alta y la humedad atmosférica menor. La evapotranspiración de referencia anual toma un valor de 1.471 mm, lo cual es un valor bastante elevado.

3.2 Coeficiente de cultivo K_c

El coeficiente del cultivo (K_c) integra los efectos de las características de cada tipo de cultivo distinguiéndolo del pasto de referencia que es el que se ha utilizado para el cálculo de la evapotranspiración de referencias (ET_0). Los distintos cultivos tienen diferentes valores de K_c , al igual que ese valor va variando durante el crecimiento del cultivo.

Este valor varía en función del tipo de cultivo, debido a las diferencias de alturas, estomas, hojas por planta etc. Cuanta mayor cantidad de hojas así como mayor altura, pueden hacer que el valor de K_c sea superior a 1, lo que implicaría que el cultivo tiene una evapotranspiración mayor que el cultivo de referencia, o al contrario pueden tener valores inferiores a 1, por lo que su evapotranspiración es inferior a la del cultivo de referencia.

También está influenciada por el clima, sobre todo el viento y la humedad, lo cual puede hacer que varíen esos valores, por ejemplo cuando la velocidad del viento es alto y la humedad es baja, el valor de K_c aumenta.

La evaporación del suelo también puede afectar, sobre todo en momentos en los que la cobertura del suelo es baja (cuando el cultivo está poco desarrollado), así como la humedad presente en el suelo.

Otro factor muy importante que hace que varíe el valor del coeficiente del cultivo es la etapa de crecimiento. A lo largo que el cultivo se desarrolla, va aumentando el área foliar, altura etc, lo cual hace que la planta demande mayor cantidad de agua. Este periodo de crecimiento se puede dividir en cuatro:

- Etapa inicial comprendida desde la siembra hasta que el cultivo cubre 10% del total. En este periodo la evapotranspiración viene dada fundamentalmente por la evaporación del agua presente en el suelo. En esta etapa los valores de K_c son bajos.
- Etapa de desarrollo del cultivo, esta etapa va desde que el cultivo cubre el 10% de la cobertura hasta que cubre completamente el suelo, se produce un aumento del valor de K_c , el fin de esta etapa en algunos cultivos termina cuando comienza la floración y otros cuando comienzan a solaparse las hojas adyacentes.
- Etapa de mediados de temporada comprende el periodo de tiempo desde la cobertura hasta el inicio de la madurez, el fin de esta etapa puede identificarse con el amarilleamiento o senescencia de las hojas en esta etapa se encuentran los mayores valores de K_c y es la etapa más larga en cultivos permanentes y para algunos cultivos anuales, e incluso siendo relativamente corta para algunos cultivos hortícolas que se cosechan en fresco.

- Etapa de finales de temporada comprende desde el inicio de madurez hasta el momento de cosecha, este valor varía según el destino del producto ejemplo si es para fresco los valores de K_c serán altos, en cambio si se permite la senescencia esos valores de K_c serán bajos.

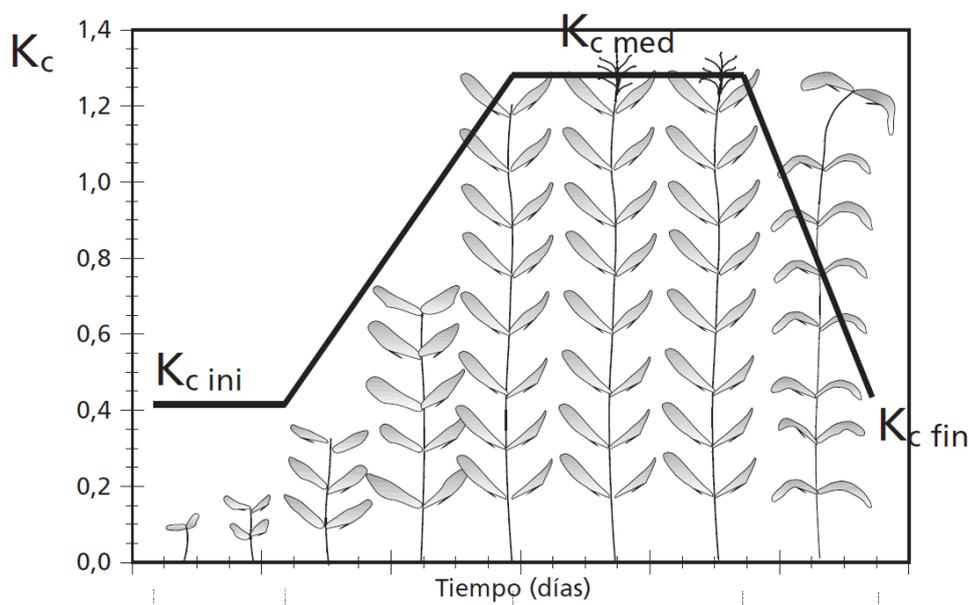


Ilustración 6, valores de K_c en función del estado de desarrollo del cultivo

En la *Ilustración 3*, se puede ver como varía el valor de K_c en función del estado de desarrollo del cultivo.

Con este valor de K_c y con el valor de la evapotranspiración de referencia (ET_0) se puede calcular el valor de la evapotranspiración del cultivo (ET_c). Ese valor está en función del tipo de cultivo, estado de desarrollo, altura condiciones climáticas...

Aquí se pueden ver los valores de K_c para cada uno de los cultivos que se van a cultivar en la parcela, así como una gráfica de cada uno de los cultivos en las que se ve como el valor de K_c va aumentando conforme va creciendo el cultivo, así como las fechas de siembra y de recolección. Dichos valores han sido proporcionados por el “*Instituto Navarro de la Tecnología e Infraestructuras Agroalimentarias (INTIA)*”, en este caso los valores proporcionados son cada 10 días, pero debido a que la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) son valores mensuales se han pasado los coeficientes de cultivo a valores mensuales.

3.2.1 Guisante fresco

En este apartado se pueden ver los valores de K_c del guisante fresco.

Tabla 69, valores de K_c cada 10 días y mensuales

Fecha	K_c (10 días)	K_c (mensual)
1-feb.	0,40	0,41
10-feb.	0,40	
20-feb.	0,42	
1-mar.	0,61	0,83
10-mar.	0,83	
20-mar.	1,06	
1-abr.	1,10	1,10
10-abr.	1,10	
20-abr.	1,10	
1-may.	1,10	1,10
10-may.	1,10	

En la *Tabla 2*, se pueden ver los valores de K_c , se puede ver que debido a que este guisante se cosecha en verde, el valor final de K_c es alto.

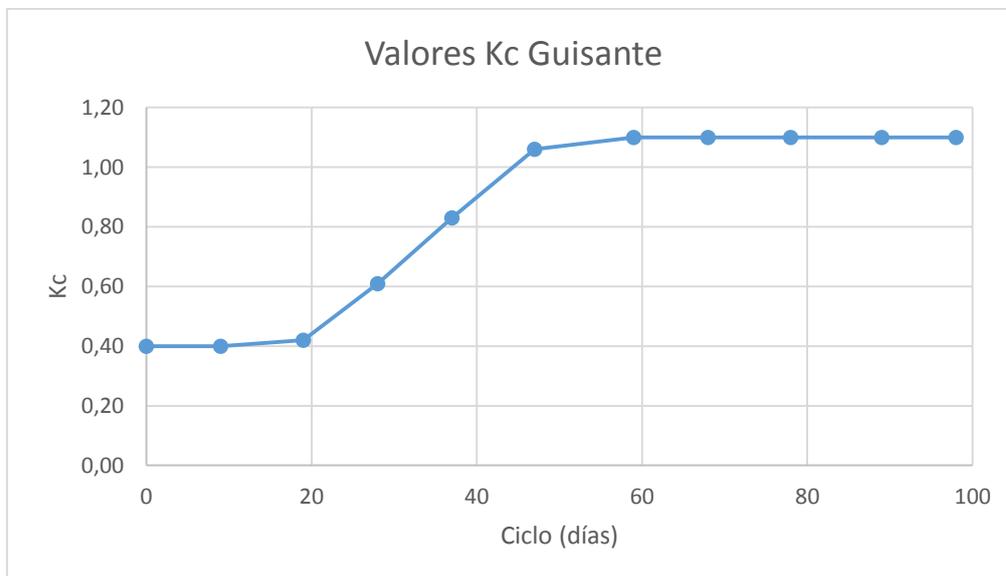


Ilustración 7, K_c en función del tiempo

En la *Ilustración 4*, se puede ver como va aumentando el valor de K_c a lo largo del ciclo.

3.2.2 Coliflor

En este apartado se pueden ver los valores de K_c de la coliflor.

Tabla 70, valores de K_c cada 10 días y mensuales

Fecha	K_c (10 días)	K_c (mensual)
10-ago.	0,20	0,30
20-ago.	0,40	
1-sep.	0,40	0,47
10-sep.	0,40	
20-sep.	0,60	
1-oct.	0,60	0,68
10-oct.	0,60	
20-oct.	0,85	
1-nov.	0,85	0,90
10-nov.	0,85	
20-nov.	1,00	
1-dic.	1,00	1,00
10-dic.	1,00	
20-dic.	1,00	

En la *Tabla 3*, se pueden ver los valores de K_c , estos valores no son muy elevados para el caso de la coliflor.

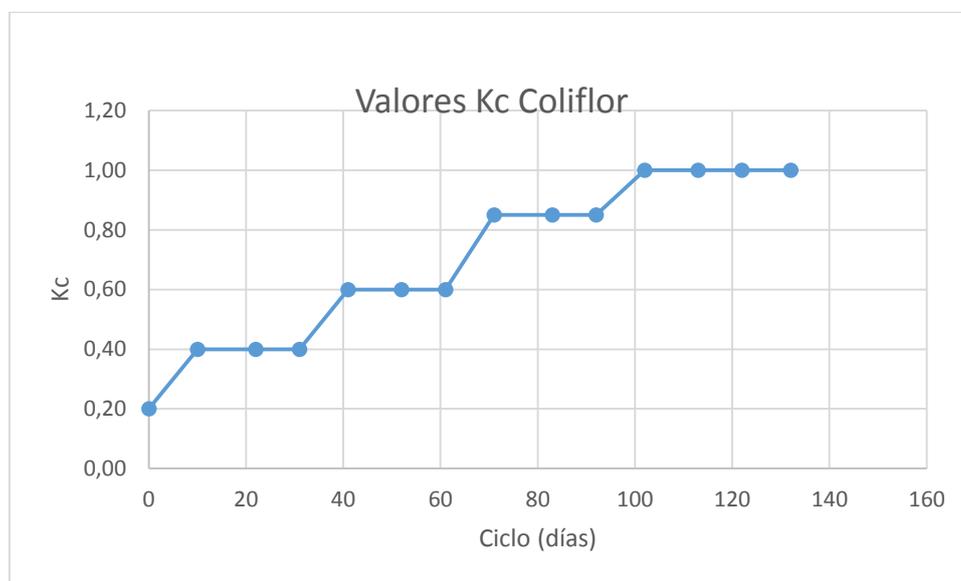


Ilustración 8, K_c en función del tiempo

En la *Ilustración 2*, se pueden ver como aumentan escalonadamente los valores de K_c , conforme va avanzando el ciclo.

3.2.3 Tomate de industria

En este apartado se pueden ver los valores de K_c del tomate de industria.

Tabla 71, valores de K_c cada 10 días y mensuales

Fecha	K_c (10 días)	K_c (mensual)
1-may.	0,36	0,39
10-may.	0,40	
20-may.	0,40	
1-jun.	0,53	0,76
10-jun.	0,76	
20-jun.	1,00	
1-jul.	1,10	1,10
10-jul.	1,10	
20-jul.	1,10	
1-ago.	1,07	1,02
10-ago.	1,02	
20-ago.	0,96	
1-sep.	0,91	0,90
10-sep.	0,88	

En la *Tabla 4*, se pueden ver los valores de K_c , se ve como al final del ciclo este valor disminuye, eso se produce para favorecer la coloración de los tomates.

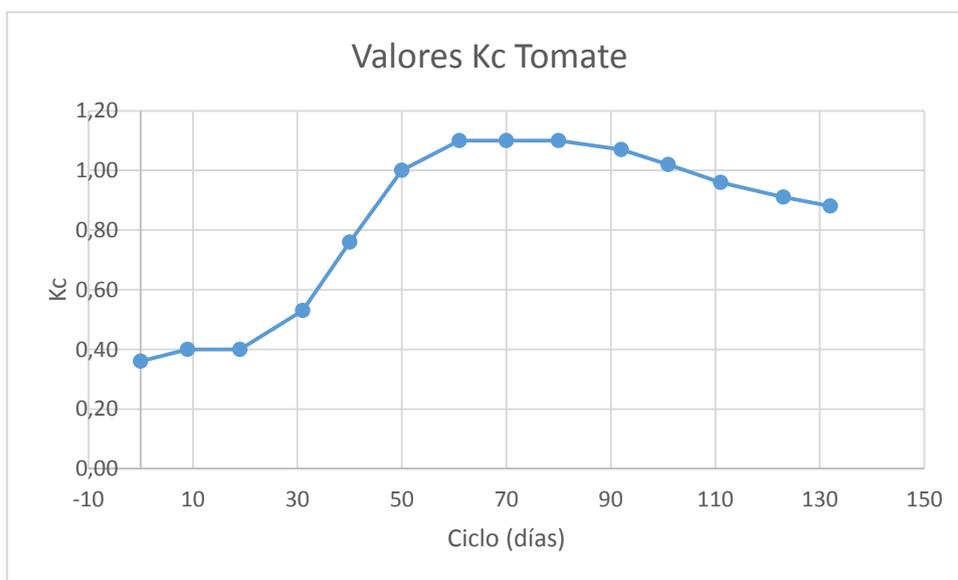


Ilustración 9, K_c en función del tiempo

En la *Ilustración 6*, se pueden ver los valores de K_c en función del tiempo para el tomate de industria.

3.2.4 Habas

En este apartado se pueden ver los valores de K_c de las habas en fresco.

Tabla 72, valores de K_c cada 10 días y mensuales

Fecha	K_c (10 días)	K_c (mensual)
20-oct	0,4	0,40
01-nov	0,5	0,50
10-nov	0,5	
20-nov	0,5	
01-dic	0,5	0,55
10-dic	0,55	
20-dic	0,6	
01-ene	0,6	0,60
10-ene	0,6	
20-ene.	0,60	
1-feb.	0,60	0,65
10-feb.	0,64	
20-feb.	0,70	
1-mar.	0,70	0,76
10-mar.	0,75	
20-mar.	0,82	
1-abr.	0,90	0,95
10-abr.	0,95	
20-abr.	1,01	
1-may.	1,10	1,10

En la *Tabla 5*, se pueden ver los valores de K_c , se puede ver que debido a que este haba se cosecha en verde, el valor final de K_c es alto.

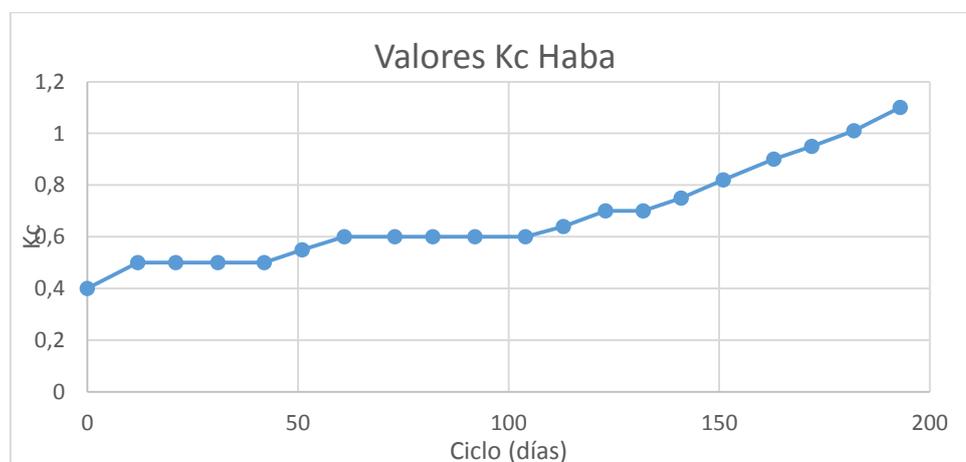


Ilustración 10, K_c en función del tiempo

En la *Ilustración 7*, se puede ver como los valores de K_c tienen una tendencia ascendente.

3.2.5 Brócoli otoño

En este apartado se pueden ver los valores de K_c del brócoli de otoño.

Tabla 73, valores de K_c cada 10 días y mensuales

Fecha	K_c (10 días)	K_c (mensual)
10-ago.	0,40	0,40
20-ago.	0,40	
1-sep.	0,60	0,60
10-sep.	0,60	
20-sep.	0,60	
1-oct.	0,85	0,85
10-oct.	0,85	
20-oct.	0,85	
1-nov.	1,00	1,00
10-nov.	1,00	
20-nov.	1,00	

En la *Tabla 6*, se pueden ver que los valores de K_c son muy similares a los de la coliflor.

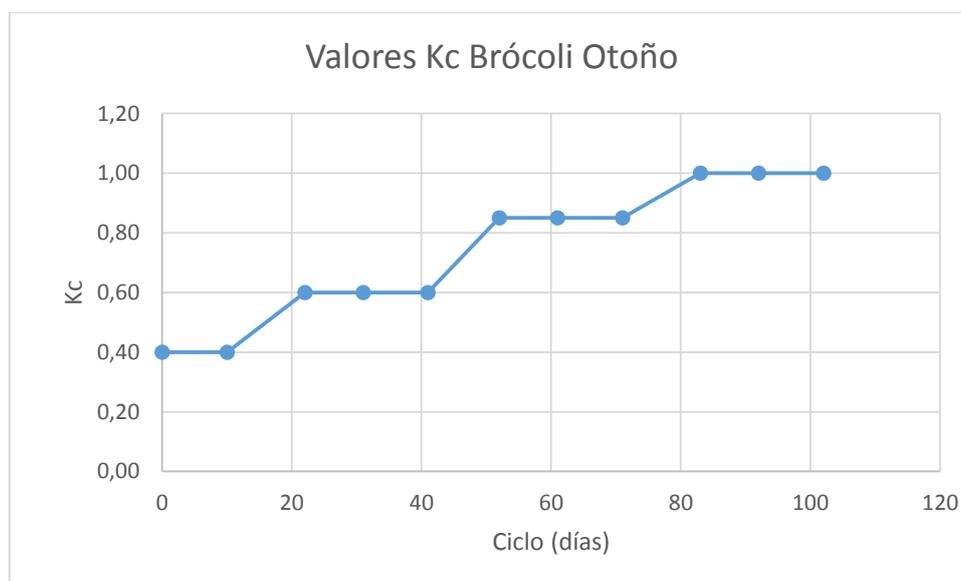


Ilustración 11, K_c en función del tiempo

En la *Ilustración 8*, se ve como van aumentando los valores de K_c conforme va avanzando el ciclo del brócoli de otoño.

3.2.6 Brócoli de primavera

En este apartado se pueden ver los valores de K_c del brócoli de primavera.

Tabla 74, valores de K_c cada 10 días y mensuales

Fecha	K_c (10 días)	K_c (mensual)
20-feb.	0,40	0,40
1-mar.	0,60	0,60
10-mar.	0,60	
20-mar.	0,60	
1-abr.	0,85	0,85
10-abr.	0,85	
20-abr.	0,85	
1-may.	1,00	1,00
10-may.	1,00	
20-may.	1,00	

En la *Tabla 7*, se pueden ver los valores de K_c para el brócoli de primavera.

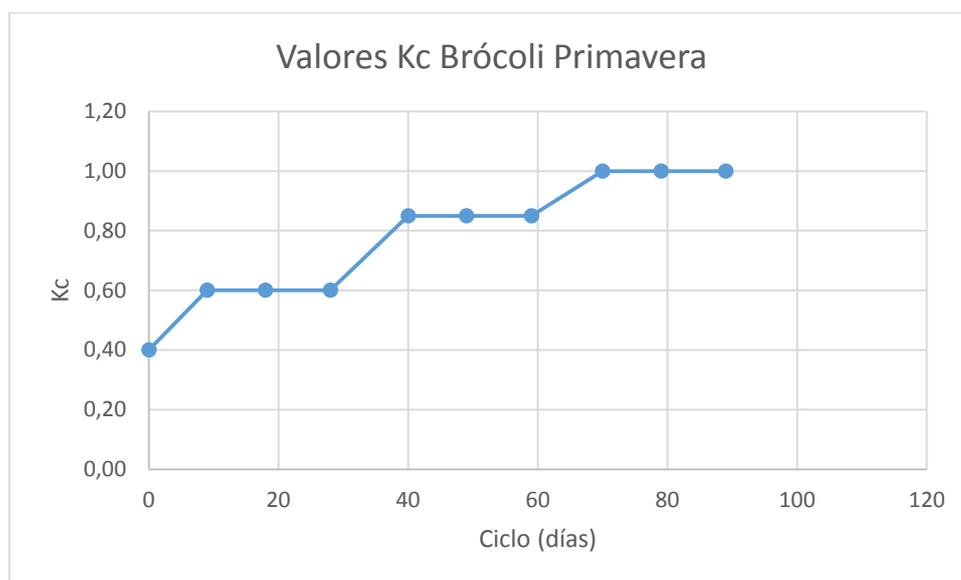


Ilustración 12, K_c en función del tiempo

En la *Ilustración 9*, se ve como se va aumentando el valor de K_c conforme pasa el tiempo.

3.2.7 Maíz

En este apartado se pueden ver los valores de K_c del maíz.

Tabla 75, valores de K_c cada 10 días y mensuales

Fecha	K_c (10 días)	K_c (mensual)
10-jun.	0,40	0,40
20-jun.	0,40	
1-jul.	0,51	0,71
10-jul.	0,71	
20-jul.	0,92	
1-ago.	1,09	1,10
10-ago.	1,10	
20-ago.	1,10	
1-sep.	1,10	1,10
10-sep.	1,10	
20-sep.	1,10	
1-oct.	0,79	0,48
10-oct.	0,54	
20-oct.	0,10	

En la *Tabla 8*, se pueden ver los valores de K_c del maíz

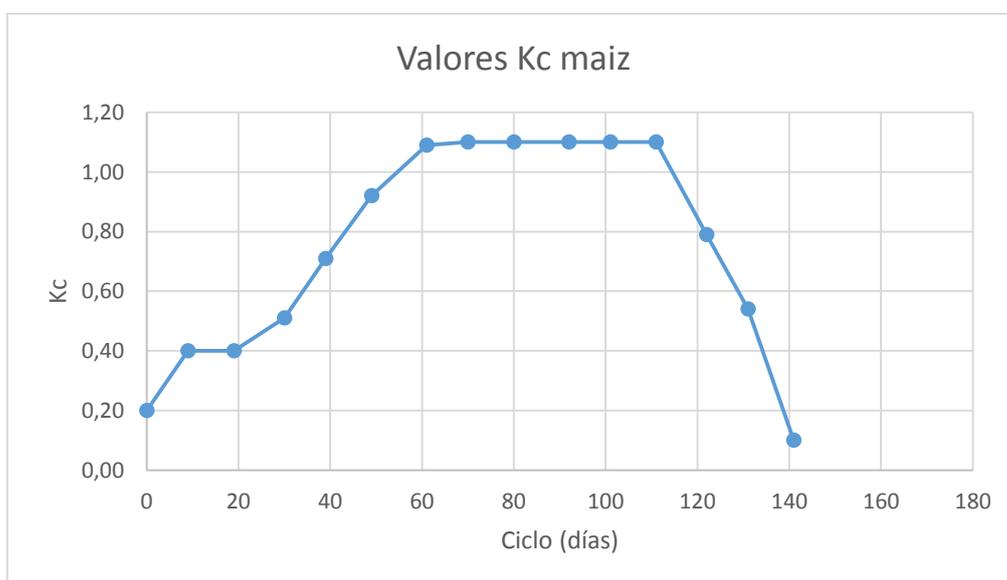


Ilustración 13, K_c en función del tiempo

En la *Ilustración 10*, se ve como el valor de K_c disminuye mucho debido a que para realizar la cosecha es necesario que el grano de maíz este seco.

3.3 Precipitación efectiva (P_{ef})

La precipitación efectiva mensual, es la cantidad de precipitación acumulada durante un mes con una probabilidad de ocurrencia del 75%. Los valores de precipitación se han obtenido de la estación automática de Ablitas y durante un periodo de tiempo desde 2004 a 2017.

Tabla 76, precipitación mensual acumulada y precipitación efectiva acumulada

	P (mm/mes)	P_{ef} (mm/mes)
Enero	19,8	10,5
Febrero	21,9	11,4
Marzo	33,6	10,0
Abril	38,3	14,6
Mayo	45,2	22,5
Junio	23,4	8,4
Julio	13,8	0,9
Agosto	15,8	7,6
Septiembre	31,6	5,9
Octubre	32,7	10,9
Noviembre	32,6	3,1
Diciembre	14,8	1,6
Anual	298,0 mm	107,4 mm

Como se ve la *Tabla 9*, la precipitación esperada es muy inferior a la precipitación media, esto es importante ya que si se calculasen las necesidades teniendo en cuenta la precipitación media, si un año fuera extremadamente seco y lloviese menos de lo esperado puede que no se pudieran cubrir las necesidades de los cultivos. Por ello si calculamos con un 75% de probabilidad es más seguro que aunque se produjese un periodo de sequía se podrían cubrir las necesidades hídricas de los cultivos.

3.4 Eficiencia de aplicación de riego (E_a)

El riego por aspersión tiene una eficiencia de riego menor que el riego por goteo, ya que parte del agua que emiten los emisores se pierde o bien por el viento o por que se evapora antes de que entre en contacto con el suelo.

Es necesario conocer la eficiencia de la aplicación, ya que si aplicásemos lo que únicamente necesitaría la planta y no se mayor ese valor, las necesidades hídricas de la planta no estaría cubiertas. En este caso la eficiencia de la aplicación es de (80%) (Dechmi, Playan, Campo, Martínez-Cob, & Faci, 2000).

De este modo calculamos las dosis brutas:

$$Db = \frac{Dn}{Ea}$$

Donde:

Db: dosis brutas

Dn: dosis netas

Ea: eficiencia de la aplicación

3.5 Necesidades hídricas

3.5.1 Guisante fresco

En el siguiente apartado se van a mostrar los diferentes parámetros que se han utilizado para conocer las dosis brutas del guisante fresco.

Tabla 77, necesidades hídricas

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
ET₀ (mm/mes)	31	85	147,6	217,7
K_c	0,41	0,83	1,1	1,1
ET_c (mm/mes)	12,71	70,55	162,36	239,47
P (mm)	21,9	33,6	38,3	45,2
P_{ef} (mm)	11,4	10,0	14,6	22,5
Dn (mm)	1,3	60,6	147,8	217,0
Db (mm)	1,64	75,69	184,70	271,21

En la *Tabla 10*, se puede ver que la mayor necesidad hídrica se alcanza en el mes de Mayo con una dosis bruta de 271,22 mm.

3.5.2 Coliflor

En el siguiente apartado se van a mostrar los diferentes parámetros que se han utilizado para conocer las dosis brutas de la coliflor.

Tabla 78, necesidades hídricas

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ET₀ (mm/mes)	227,1	137	62,5	15,3	4
K_c	0,3	0,47	0,68	0,9	1
ET_c (mm/mes)	68,13	64,39	42,5	13,77	4
P (mm)	15,8	31,6	32,7	32,6	14,8
P_{ef} (mm)	7,6	5,9	10,9	3,1	1,6
D_n (mm)	60,5	58,5	31,6	10,7	2,4
D_b (mm)	75,66	73,11	39,50	13,34	3,00

En la *Tabla 11*, se puede ver que la mayor necesidad hídrica se alcanza en el mes de Agosto con una dosis bruta de 75,66 mm.

3.5.3 Tomate de industria

En el siguiente apartado se van a mostrar los diferentes parámetros que se han utilizado para conocer las dosis brutas del tomate de industria.

Tabla 79, necesidades hídricas

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
ET₀ (mm/mes)	217,7	258,7	279,8	227,1	137
K_c	0,39	0,76	1,1	1,02	0,9
ET_c (mm/mes)	84,903	196,612	307,78	231,642	123,3
P (mm)	45,2	23,4	13,8	15,8	31,6
P_{ef} (mm)	22,5	8,4	0,9	7,6	5,9
D_n (mm)	62,4	188,2	306,9	224,0	117,4
D_b (mm)	78,00	235,27	383,60	280,05	146,75

En la *Tabla 12*, se puede ver que la mayor necesidad hídrica se alcanza en el mes de Julio con una dosis bruta de 383,60 mm.

3.5.4 Haba fresco

En el siguiente apartado se van a mostrar los diferentes parámetros que se han utilizado para conocer las dosis brutas del haba en fresco.

Tabla 80, necesidades hídricas

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
ET₀ (mm/mes)	8,6	31	85	147,6	217,7
K_c	0,6	0,65	0,76	0,95	1,13
ET_c (mm/mes)	5,16	20,15	64,6	140,22	246,001
P (mm)	19,8	21,9	33,6	38,3	45,2
P_{ef} (mm)	10,5	11,4	10,0	14,6	22,5
D_n (mm)	0,0	8,8	54,6	125,6	223,5
Db (mm)	0,00	10,94	68,25	157,03	279,38

En la *Tabla 13*, se puede ver que la mayor necesidad hídrica se alcanza en el mes de Mayo con una dosis bruta de 279,38 mm.

3.5.5 Brócoli otoño

En el siguiente apartado se van a mostrar los diferentes parámetros que se han utilizado para conocer las dosis brutas del brócoli de otoño.

Tabla 81, necesidades hídricas

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
ET₀ (mm/mes)	227,1	137	62,5	15,3
K_c	0,4	0,6	0,85	1
ET_c (mm/mes)	90,84	82,2	53,125	15,3
P (mm)	15,8	31,6	32,7	32,6
P_{ef} (mm)	7,6	5,9	10,9	3,1
D_n (mm)	83,2	76,3	42,2	12,2
Db (mm)	104,05	95,38	52,78	15,25

En la *Tabla 14*, se puede ver que la mayor necesidad hídrica se alcanza en el mes de Agosto con una dosis bruta de 104,05 mm.

3.5.6 Brócoli primavera

En el siguiente apartado se van a mostrar los diferentes parámetros que se han utilizado para conocer las dosis brutas del brócoli de primavera.

Tabla 82, necesidades hídricas

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
ET₀ (mm/mes)	31	85	147,6	217,7
K_c	0,4	0,6	0,85	1
ET_c (mm/mes)	12,4	51	125,46	217,7
P (mm)	21,9	33,6	38,3	45,2
P_{ef} (mm)	11,4	10,0	14,6	22,5
D_n (mm)	1,0	41,0	110,9	195,2
Db (mm)	1,25	51,25	138,58	244,00

En la *Tabla 15*, se puede ver que la mayor necesidad hídrica se alcanza en el mes de Mayo con una dosis bruta de 244,00 mm.

3.5.7 Maíz

En el siguiente apartado se van a mostrar los diferentes parámetros que se han utilizado para conocer las dosis brutas del maíz.

Tabla 83, necesidades hídricas

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
ET₀ (mm/mes)	258,7	279,8	227,1	137	62,5
K_c	0,33	0,72	1,1	1,1	0,47
ET_c (mm/mes)	85,371	201,456	249,81	150,7	29,375
P (mm)	23,4	13,8	15,8	31,6	32,7
P_{ef} (mm)	8,4	0,9	7,6	5,9	10,9
D_n (mm)	77,0	200,6	242,2	144,8	18,5
Db (mm)	96,21	250,70	302,76	181,00	23,09

En la *Tabla 16*, se puede ver que la mayor necesidad hídrica se alcanza en el mes de Agosto con una dosis bruta de 302,76 mm.

4 Necesidades hídricas de la rotación propuesta

Se han calculado las necesidades hídricas de cada uno de los cultivos de la rotación propuesta, se va a calcular las necesidades hídricas anuales para dicha rotación:

Tabla 84, necesidades hídricas anuales de la rotación propuesta

Periodo	Cultivo	Necesidades cultivo (mm)	Necesidades anuales (mm)
Año 1	Guisante	533,24	737,85
	Coliflor	204,61	
Año 2	Tomate	1.123,67	1.123,67
Año3	Haba	515,59	783,05
	Brócoli primavera	267,46	
Año 4	Brócoli otoño	435,08	1.288,84
	Maíz	853,77	

En la *Tabla 17*, se pueden ver las necesidades hídricas anuales para la rotación propuesta, y estos valores se van a utilizar para calcular el coste anual del agua de riego.

ANEJO VII: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Introducción.....	3
2	Características iniciales	3
3	Tipo de riego.....	3
3.1	Introducción	3
3.2	Marco de riego	5
4	Estrategia adoptada.....	5
5	Diseño hidráulico.....	6
5.1	Disposición de los aspersores	6
5.2	Calculo del número de sectores	8
5.3	Dimensionamiento de la red de distribución	9
5.3.1	Dimensionamiento de la tubería secundaria.....	9
5.3.2	Dimensionamiento de la tubería principal.....	23

1 Introducción

En este apartado se quiere mostrar, las características iniciales de las parcelas, el sistema de riego que se va a instalar, sus particularidades y el cálculo hidráulico para las parcelas en la que se va a hacer la instalación.

2 Características iniciales

En la actualidad las dos parcelas están unidas y ya dispone de un sistema de riego, en este caso es un sistema de riego por goteo, que se instala antes de la plantación de los cultivos. Este sistema de riego es muy adecuado para una serie de cultivos, pero para otros no, por ello para aumentar la variedad de cultivos que se van a poder cultivar en la parcela se va a instalar un sistema de riego por aspersión. De tal modo que el promotor puede cultivar nuevos cultivos con este nuevo sistema o incluso seguir cultivando alguno de los cultivos que cultivaba mediante el sistema por goteo.

Para las dos parcelas hay un único hidrante, el **H-144**.

El caudal máximo que emite este hidrante es de **18,5 l/s**.

La presión del hidrante es de **51,63 m.c.a.**

3 Tipo de riego

3.1 Introducción

Como ya se ha comentado, para las parcelas se va a instalar un sistema de riego por aspersión, para conocer las diferentes partes que componen dicho sistema así como sus particularidades se ha consultado (Tarjuelo Martin- Benito, 2005). Este tipo de sistema de riego proporciona agua a las plantas a partir de la dispersión de pequeñas gotas de forma uniforme por toda la superficie de cultivo, de este modo se infiltra en el suelo y está disponible para las plantas. Para la instalación de este sistema de riego son necesario:

- Sistema de impulsión, es necesario para enviar agua a la red a una determinada presión. En este caso no es necesario calcular la potencia del sistema de impulsión, ya que ya hay un hidrante en la parcela que proporciona un caudal y una presión determinada.
- Sistema de distribución, que permite llevar el agua desde el hidrante a los diferentes aspersores, en el caso del sistema de riego por aspersión tiene tres tipos de tuberías distintas.
 - o La tubería principal, es la que suministra el agua a cada uno de los sectores de la parcela.
 - o La tubería secundaria, que distribuye el agua por todo el sector.
 - o Los ramales porta-aspersores que salen de la tubería secundaria y sobre ellos están colocados las cañas sobre las que se instalarán los aspersores.

- Dispositivo de emisión, en este caso son aspersores que se encargan de repartir el agua por la superficie de la parcela, el caudal que emiten los aspersores tiene que ser inferior a la velocidad de infiltración, ya que si no se podrían dar problemas de escorrentía, hay dos tipos:
 - Aspersores completos: funcionan a círculo completo, por lo que el caudal que emiten es mayor, se disponen en la zona central de la parcela.
 - Aspersores sectoriales: solo mojan una parte del círculo, su caudal es menor, se colocan en las lindes.

Hay varios tipos de sistemas por aspersión, en este caso se sistema de riego por aspersión que se ha escogido es un sistema permanente, en el que los aspersores se colocan en el marco establecido, el sistema de tuberías está enterrado.

A continuación se muestran algunas de las ventajas e inconvenientes del sistema de riego por aspersión:

VENTAJAS

Se adapta muy bien a terrenos irregulares y con mucha pendiente.

Presenta una adecuada uniformidad en la aplicación, cuando la velocidad del viento no es muy elevada.

Tiene una eficiencia en la aplicación alta, entorno al 80%, valor elevado que permite un uso más racional del agua y disminuye los costes.

Con este sistema de riego se puede aplicar de forma conjunta con el agua de riego fertilizantes o fitohormonas e incluso productos fitosanitarios, siempre que la deriva sea mínima para evitar que estos productos lleguen a las parcelas colindantes.

Este sistema de riego se puede utilizar para el lavado de sales presentes en el suelo, se tendría que incrementar el volumen de agua aplicada.

Adecuado para el riego en suelos con baja permeabilidad, se tendría que disminuir el caudal de los aspersores y reducir el tiempo de aplicación, y hacer riegos más frecuentes.

Ahorro en mano de obra, ya que no es necesario instalar para cada cultivo el sistema de riego como en el caso de riego por goteo, incluso se puede automatizar el riego.

INCONVENIENTES

El mayor inconveniente que tiene este sistema de riego es el coste, ya que para llevarlo a cabo es necesario una importante inversión inicial. Por lo que los beneficios tienen que ser altos para que sea viable la instalación de este sistema en la parcela.

Se pueden producir problemas en la uniformidad si la velocidad del viento es alta, quedando zonas sobrerregadas y otras subregadas. El viento también afecta a la eficiencia en la aplicación reduciéndola.

La calidad del agua de riego es importante debido a posibles obstrucciones del emisor pero sobre todo los posibles efectos negativos que podrían producir por ejemplo la presencia de sales en el agua de riego en los cultivos, ya que el cultivo se moja completamente y parte de esas sales se quedarán en la planta, reduciendo su tasa de respiración...

Posibilidad de mayor incidencia de enfermedades y plagas, debido al mojado total del cultivo.

Si se aplican productos fitosanitarios o fertilizantes con una velocidad de viento elevada se producirá deriva a parcelas colindantes.

3.2 Marco de riego

Hay varios modelos de colocación los aspersores en las parcelas, así como diferentes marcos de riego. Por lo general marcos pequeños proporcionan una aplicación más uniforme y necesitan menores presiones de trabajo, ya que el radio de mojado es menor. El problema de los marcos pequeños es que la inversión es mayor, y hay mayor presencia de obstáculos para la realización de las labores. Por ello estos marcos se disponen en zonas con mucho viento y para cultivos de alto valor.

Los marcos más empleados son:

- Marco rectangular, existe una mayor distancia entre ramales que entre aspersores. Suelen ser marcos de: 12x15, 12x18.
- Marco cuadrado, la distancia entre los aspersores es la misma que la distancia entre los ramales. Suelen ser marcos de: 12x12, 15x15 o 18x18.
- Marco triangular o tresbolillo, se disponen los aspersores formando triángulos equiláteros. Suelen ser marcos de 18x15 o 21x18.

4 Estrategia adoptada

En este caso el sistema de aspersión que se va a instalar va a ser permanente. Para su instalación hay que tener en cuenta una serie de parámetros para el correcto funcionamiento de la instalación:

Como no superar el caudal máximo que emite el hidrante (18,5 l/s), por lo que cada sector tiene que emitir un caudal igual o inferior a este valor.

Otro parámetro que hay que tener en cuenta es la presión del hidrante (51,63 m.c.a.) ya que para que la aplicación sea uniforme y adecuada la suma de la presión nominal de

funcionamiento del aspersor (P_a) y las pérdidas de carga tiene que ser un valor inferior a la presión del hidrante.

Para la instalación de este sistema de riego se van a utilizar dos tipos de aspersores diferentes:

- Aspersores completos, la aplicación forma un círculo completo, por lo que el caudal en este tipo de aspersores es mayor, en este caso **0,558 l/s**.
- Aspersores sectoriales, la aplicación es un parte del círculo, por lo que el caudal es menor **0,317 l/s**.
- La presión nominal de funcionamiento del aspersor (P_a) en este caso es de **35 m.c.a.** por lo que es necesario que a cada aspersor le llegue esa presión para una aplicación adecuada.

Con el caudal que emiten tanto los aspersores completos como los sectoriales, no se supera la conductividad hidráulica del suelo, por lo que no se producirían escorrentías o encharcamientos.

Para la instalación del sistema de riego en las parcelas se ha optado por un marco a tresbolillo de 15x18.

Se ha escogido este marco ya que la velocidad del viento en la zona en la que se va a hacer la instalación no es muy elevado, por lo que se alcanzara con este marco una uniformidad adecuada, además este marco proporciona una uniformidad mayor que el marco rectangular o cuadrado. También no va a haber una gran cantidad de obstáculos para realizar las labores en la parcela, el promotor tiene varias parcelas ya con sistema de riego por aspersión y con marcos no inferiores a 15x15 m, de este modo debido a que el marco escogido es superior, no deberá realizar ningún cambio en la maquinaria para hacer las labores en estas parcelas.

La inversión también va a ser menor ya que se van a instalar menor número de aspersores y también los ramales van a estar a una distancia mayor que con el marco cuadrado o rectangular.

5 Diseño hidráulico

En este apartado se van a describir todos los pasos que se han llevado a cabo para el dimensionamiento del sistema de riego, así como los resultados obtenidos.

5.1 Disposición de los aspersores

Después de determinar el marco de riego que se va a disponer en la parcela, es necesario conocer la superficie y la topografía en la que se va a instalar el sistema de riego así como la localización del hidrante. Todo esto es necesario para disponer de forma global la disposición aproximada de las tuberías principales.

Para que su disposición sea adecuada se tienen que tener en cuenta una serie de parámetros:

- Los aspersores se tienen que orientar en este caso con el marco tresbolillo de tal forma que el eje mayor del rombo formado por cuatro aspersores sea perpendicular a la tubería primaria, por esto es necesario primero conocer la disposición aproximada de la tubería primaria. Haciendo esto se produce un ahorro de material debido a que es necesario menor número de ramales porta-aspersores, ya que estarán situadas cada 15 m y no cada 9 m si no se hubiera tenido en cuenta la orientación.
- También se tiene que tener en cuenta el tipo de aspersor que se va a instalar, para determinar el tipo de aspersor es necesario conocer su localización:
 - o Cuando los aspersores se encuentran sobre la linde de la parcela, pasaran a ser aspersores sectoriales, para no aplicar agua sobre parcelas vecinas.
 - o Si la distancia entre el aspersor y la linde es menor a 3 m, el aspersor se desplaza a la linde y el aspersor será sectorial.
 - o Si la distancia entre el porta-aspersor y la linde esta entre 3 y 5 m, se deja donde está el aspersor y es sectorial, y esa porción de parcela se deja sin regar
 - o Si la distancia entre el aspersor y la linde es superior a 5 m, se puede dejar donde esta y pasa a ser un aspersor completo, esto es adecuado cuando la distancia con la linde es grande y cuando no hay ningún problema si se riega parte de la parcela colindante, este es el caso de este proyecto, sino se debería agregar un nuevo ramal equidistante entre el ramal desplazado y su vecino.

En el “Plano 04-Red distribución” se puede ver la disposición de los aspersores en la parcela. El número total de aspersores que se van a instalar en la parcela es de:

Tabla 85, número de aspersores

Aspersores		
Completos	Sectoriales	Total
216	40	256

En la *Tabla 1*, se puede ver el número de aspersores de cada tipo, así como el total de aspersores que se van a instalar en las parcelas.

5.2 Cálculo del número de sectores

Para conocer el número de sectores en la que tiene que ser dividida se calcula es necesario conocer el caudal total que demanda el total de aspersores de la parcela, este valor se obtiene multiplicando el número de aspersores de cada tipo por el caudal correspondiente.

Tabla 86, caudal total emitido por todos los aspersores de las parcelas

Tipo	Número	Caudal (l/s)	Caudal total (l/s)
Completos	216	0,558	120,53
Sectoriales	40	0,317	12,68
			133,21

Como se ve en la *Tabla 2* el caudal total que demandan todos los aspersores de las parcelas es de 133,21 l/s, realizando el cociente entre este caudal total y el caudal que proporciona el hidrante que es de 18,5 l/s se obtiene el número de sectores en los que se tiene que dividir la parcela para que el riego sea adecuado.

$$\frac{133,21}{18,5} = 7,2 \text{ sectores} \Rightarrow 8 \text{ sectores}$$

La parcela se va a dividir en 8 sectores para que el hidrante puede satisfacer la demanda de cada sector, ya que el caudal que demande cada sector va a ser inferior a 18,5 l/s. En la siguiente tabla se recogen los caudales que demanda cada sector.

Tabla 87, caudal de cada sector

	Aspersor Completo		Aspersor Sectorial		Caudal total sector (l/s)
	Número	Caudal (l/s)	Número	Caudal (l/s)	
Sector 1	25	0,558	7	0,317	16,17
Sector 2	27	0,558	9	0,317	17,92
Sector 3	31	0,558	3	0,317	18,25
Sector 4	28	0,558	5	0,317	17,21
Sector 5	31	0,558	2	0,317	17,93
Sector 6	25	0,558	5	0,317	15,54
Sector 7	30	0,558	4	0,317	18,01
Sector 8	19	0,558	5	0,317	12,19
Total	216		40		133,21

Como se puede ver en la *Tabla 3*, en todos los sectores el caudal que demandan es inferior al máximo que puede proporcionar el hidrante.

5.3 Dimensionamiento de la red de distribución

Tras conocer el número de sectores en los que se va a dividir la parcela se va a proceder a dimensionar la red de distribución del agua de riego. Para ello se van a diferenciar tres tipos de tuberías diferentes, la tubería primaria, la tubería secundaria y los ramales porta-aspersores. El dimensionamiento va a comenzar con la tubería secundaria y posteriormente se dimensionará la tubería primaria.

La tubería primaria es aquella que va desde el hidrante hasta la cabecera de cada sector, esta tubería va a ser de policloruro de vinilo (PVC), va a estar enterrada y va a tener un único diámetro y va enterrada.

La tubería secundaria es aquella que va desde el cabezal del sector y es la que suministra de agua al sector y de ella salen todos los ramales porta-aspersores del sector, por ello esta tubería es una tubería telescópica que tiene diferentes diámetros ya que va disminuyendo el volumen de agua que conduce conforme va suministrado de agua a los ramales. Al igual que la tubería primaria es de policloruro de vinilo (PVC) y va a estar enterrada.

Por último los ramales porta-aspersores que unen la tubería secundaria con las cañas porta-aspersores, están hecho de polietileno de alta densidad (PEAD) y tiene un único diámetro de 32 mm y van enterrados.

5.3.1 Dimensionamiento de la tubería secundaria

Dimensionamiento

Como ya se ha dicho la tubería secundaria va a ser telescópica y en este caso puede tomar unos diámetros externos desde 40 mm a 160 mm.

Antes del dimensionamiento es necesario conocer la disposición exacta de todas las tuberías, las tuberías secundarias se suelen colocar en el centro del sector cuando la pendiente no es muy elevada para que por los ramales no tenga que circular un volumen de agua muy alto, que produciría unas pérdidas de carga elevadas, este es el caso de este proyecto.

Pero si la parcela tiene una pendiente muy pronunciada, la tubería secundaria no se deberá colocar en el centro, sino más cerca de los ramales con mayor cota, ya que de este modo la longitud de estos ramales será menor, por lo que se van a compensar las pérdidas de carga producidas por la fricción del agua con la tubería con las producidas por la diferencia de cota de estos ramales, y los ramales que se encuentran en zonas más bajas serán de mayor longitud, pero las pérdidas de carga producidas por esto se compensan con la ganancia de presión producida por la diferencia de cota.

Método

Procedimiento seguido para el dimensionamiento de la tubería secundaria:

- Primero es necesario conocer cuántas variaciones de caudal se producen en la tubería secundaria esas variaciones de caudal son debidas a la demanda de agua de los ramales, esas variaciones toman el nombre de tramos. El número de tramos varía en función del sector.
- Una vez conocemos el número de tramos en los que se divide la tubería secundaria se tiene que conocer el caudal que pasa por cada tramo, para ello hay que conocer el caudal que demanda cada ramal en función del número de aspersores completos y sectoriales. El primer tramo lleva el caudal necesario para satisfacer la demanda de todos los ramales del sector, el segundo tramo llevara el caudal necesario para abastecer a todos los ramales del sector menos al primero y así sucesivamente.
- Tras esto es necesario conocer el diámetro adecuado para cada tramo de tubería secundaria, para que el diámetro sea adecuado, la velocidad del agua no debe superar los 2 m/s y debe ser superior a 0,5 m/s para evitar la sedimentación en las tuberías. Para obtener el valor del diámetro se realiza por tanteo, probando diferentes diámetros hasta que la velocidad del flujo esté dentro de ese rango. La fórmula utilizada para el cálculo de la velocidad es:

$$v = \frac{q}{1000 \cdot \pi \cdot \left(\frac{\emptyset}{2000}\right)^2}$$

Donde:

v: velocidad del flujo (m/s)

q: caudal que circula por la tubería (l/s)

∅: diámetro interno de la tubería (mm)

- Una vez se han determinado todos los diámetros de la tubería secundaria es necesario conocer las pérdidas de carga que se producen en la tubería. Para el cálculo de pérdidas de carga se va a utilizar la ecuación de Hazen-Williams, a partir de la cual se pueden calcular las pérdidas de carga unitarias.

$$I = \left(\frac{v}{0,85 \cdot C \cdot \left(\frac{\emptyset}{4}\right)^{0,63}} \right)^{\frac{1}{0,54}}$$

Donde:

I: pérdida de carga unitaria de cada tramo (m/m)

v: velocidad del flujo en la tubería (m/s)

C: coeficiente que depende del material de la tubería (en este caso toma valor de 150)

Ø: diámetro de la tubería (m)

- Una vez calculadas las pérdidas de carga unitaria es necesario conocer las pérdidas de carga totales de cada tramo, para ello la pérdida de carga unitaria (I) se multiplica por la longitud del tramo, en este caso se mayor para tener en cuenta las pérdidas de carga localizadas en el tramo.

$$H_t = I \cdot L \cdot 1,1$$

Donde:

H_t: pérdidas de carga de cada tramo (m)

I: pérdida de carga unitaria de cada tramo (m/m)

L: longitud de cada tramo

- Por ultimo para conocer las pérdidas de carga de la tubería secundaria se suman las pérdidas de carga de cada tramo. Realizando el sumatorio de las pérdidas de carga en cada tramo (H_t), se obtendrían las pérdidas de carga de la tubería secundaria (H_s).

Tras determinar todas las pérdidas de carga con los diámetros teóricos se realizará una modificación de estos para evitar que la tubería secundaria tenga un gran número de diámetros, facilitando la instalación de las tuberías, esos nuevos diámetros son los diámetros prácticos, estos diámetros se utilizan para que las pérdidas de carga sean menores.

Uniformidad de riego

Se producen pérdidas de presión a lo largo de todo la red de distribución, esto hace que la aplicación no sea la misma en los distintos aspersores, provocando que haya zonas de la parcela más regadas que otras.

Estas pérdidas de presión se producen por varios motivos, uno de ellos es debido a la fricción entre el agua y la tubería, lo que hace que disminuya la presión conforme el agua va pasando por las diferentes tuberías. Por ello cuanto mayor distancia de tubería tenga que recorrer el agua va a llegar con menor presión al aspersor.

Otro factor que afecta a la presión que llega al aspersor es la cota en la que se encuentre. Cuando el aspersor está a una cota superior a la de otro aspersor va a tener unas pérdidas de presión mayores y serían debidas a la diferencia de cota, en cambio, si están en cotas inferiores su presión puede aumentar incluso superando a aspersores que hayan recorrido una distancia menor de tuberías.

Por todo esto y debido a que en la práctica no es posible que todos los aspersores emitan el mismo caudal, se ha tenido que fijar un límite que si no se supera, la uniformidad del riego va a ser adecuada.

Este límite se cumple si la diferencia de presión entre el aspersor de máxima presión y el aspersor de mínima presión en cada sector es menor al 20% de la presión nominal de funcionamiento del aspersor (P_a).

Criterios para conocer cuál es el aspersor de máxima:

- Menor distancia entre el aspersor y la tubería secundaria, para que la pérdida de carga desde la tubería secundaria hasta el aspersor sea lo más pequeña posible.
- El aspersor tenga la cota sea lo más baja posible para que la pérdida de carga debida a la diferencia de cota sea lo menor posible o incluso aumente la presión

Criterio para conocer cuál es el aspersor de mínima:

- Mayor distancia desde la cabecera del sector hasta el ramal, ya que así se habrán producido pérdidas de carga por el paso del agua a través de la tubería secundaria.
- Mayor distancia entre el aspersor y la tubería secundaria, ya que así se habrán producido pérdidas de carga por el paso del agua por los ramales.
- El aspersor tenga la cota más alta, ya que se producirá pérdida de presión por la diferencia de cota.

Método

Para calcular la diferencia de presión entre el aspersor de máxima presión y el de mínima para comprobar la uniformidad del sector es necesario conocer todas las pérdidas de carga que se producen entre los dos aspersores, en este caso hay que calcular tres pérdidas de carga que se producen en lugares diferentes:

- Pérdidas de carga del ramal del aspersor de máxima presión (h_a): estas pérdidas de carga se producen por el paso del agua por el ramal desde la tubería secundaria hasta el aspersor de máxima presión.
- Pérdidas de carga de la tubería secundaria (h_b): estas pérdidas de carga se producen desde el tramo de la tubería secundaria donde se encuentra el aspersor de máxima presión hasta el tramo de donde sale el ramal en el que se encuentra el aspersor de mínima.

- Pérdidas de carga del ramal del aspersor de mínima presión (h_c): estas pérdidas de carga se producen por el paso del agua por el ramal desde la tubería secundaria hasta el aspersor de mínima presión.

Una vez conocidas todas estas pérdidas de carga de cada ramal se procede al cálculo de la diferencia de presión entre el aspersor de máxima presión y el de mínima.

$$(P_{\text{máx}}-P_{\text{mín}})= h_b + h_c - h_a$$

$P_{\text{máx}}$: presión del aspersor de máxima presión

$P_{\text{mín}}$: presión del aspersor de mínima presión

Una vez calculado el valor de la diferencia de presión entre esos dos aspersores, para que el riego tenga una uniformidad adecuada dicho valor tiene que ser menores menor al 20% de la presión nominal de funcionamiento del aspersor que toma un valor de 35 m.c.a.:

$$P_{\text{máx}}-P_{\text{mín}} \leq 0,2 \cdot P_a$$

$$P_{\text{máx}}-P_{\text{mín}} \leq 0,2 \cdot 35$$

$$P_{\text{máx}}-P_{\text{mín}} \leq 7 \text{ m.c.a}$$

Presión de cabecera

La presión de cabecera (P_{cab}) es la presión necesaria para regar cada uno de los sectores de forma adecuada, esta presión luego se deberá comprobar con la presión que realmente llega a cada sector y comprobar si es adecuada.

Método

Para el cálculo de esta presión de cabecera se tiene en cuenta todas las pérdidas de presión que se producen desde la cabecera del sector hasta el aspersor de mínima presión:

- Pérdidas de carga desde el cabezal del sector hasta el aspersor de mínima presión ($h_{\text{cab-min}}$), se calcula sumando las pérdidas de carga de la tubería secundaria desde la cabecera hasta el ramal donde se encuentra el aspersor de mínima (h_{sc}) con las pérdidas de carga del ramal desde la tubería secundaria hasta el aspersor de mínima presión (h_c).

$$h_{\text{cab-min}} = h_{\text{sc}} + h_c$$

- Altura de la caña porta-aspersor (A_p), en este caso va a ser un valor de 3 m.
- Pérdidas de carga debidas a la caña porta-aspersor (h_{pa}) toma un valor de 1 m.c.a.
- Presión en el aspersor de mínima presión ($P_{\text{mín}}$). Este valor se obtiene haciendo la diferencia entre la presión nominal de funcionamiento del aspersor (P_a) con el

25% de la pérdidas de carga que se producen desde la cabecera hasta el aspersor de mínima presión ($h_{cab-min}$).

- También se tiene en cuenta el desnivel entre la cabecera y el aspersor de mínima (ΔZ)

$$\Delta Z = Z_{min} - Z_{cab}$$

Por tanto la presión de cabecera en cada sector será:

$$P_{cab} = h_{cab-min} + A_p + h_{pa} + P_{min} + \Delta Z$$

Resolución

Se van a mostrar todos los cálculos realizados para cada uno de los sectores para comprobar que se cumplen los requisitos necesarios para que la aplicación sea adecuada, también se pueden ver los diámetros para cada uno de los tramos, así como su longitud, estos parámetros se pueden observar también en el “*Plano 04-Red de distribución*”.

SECTOR 1

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 88, cálculos del dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	1,27	37	1,18	0,040	14,6	0,65	
2	4,93	59	1,80	0,052	15	0,85	
3	8,60	84,4	1,54	0,025	15	0,42	
4	12,50	104,6	1,46	0,018	15	0,29	
5	16,17	104,6	1,88	0,029	7,5	0,24	
						H_s	2,44

En la *Tabla 4*, se pueden ver los diámetros internos de cada tramo de la tubería secundaria, así como la velocidad del agua en cada tramo, como se ve está dentro del rango de velocidades marcadas y también se puede ver la pérdida de carga de cada uno de los tramos y la pérdida de carga de la tubería secundaria, en este caso es de 2,44 m.

Uniformidad de riego

Tabla 89, uniformidad de riego

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·P _a (m)	Resultado
2,61	2,21	2,02	1,62	7	Cumple

Como se ve en la *Tabla 5*, la diferencia de presión entre el aspersor de máxima presión y el de mínima es inferior al 20% de la presión nominal de funcionamiento del aspersor.

Presión cabecera

Tabla 90, presión de cabecera

P _{mín} (m)	33,88
h _{cab-mín} (m)	4,47
A _p (m)	3
h _{pa} (m)	1
ΔZ (m)	4,7
P _{cab} (m)	47,05

Como se ve en la *Tabla 6*, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 1 es de 47,05 m.c.a.

SECTOR 2

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 91, cálculo del dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	2,54	70,4	0,65	0,00636	15	0,10	
2	6,44	104,6	0,75	0,00519	15	0,09	
3	10,35	104,6	1,20	0,01249	15	0,21	
4	14,01	118,8	1,26	0,01178	15	0,19	
5	17,92	118,8	1,62	0,01858	7,5	0,15	
						H_s	0,74

Como se ve en la *Tabla 7*, el Sector 2 tiene unas pérdidas de carga de 0,74 m, estas pérdidas de carga son muy bajas debido a que el diámetro interno de las tuberías es muy grande en relación al caudal que pasa por ellas, esto se debe a que con menores diámetro de tubería secundaria se superaba el 20% de P_a.

Uniformidad de riego

Tabla 92, uniformidad de riego

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·P _a (m)	Resultado
0	0,59	6,06	6,65	7	Cumple

En la *Tabla 8*, se puede ver que la diferencia de presión está próxima al límite, pero no lo supera, por lo que la uniformidad en el Sector 2 será adecuada.

Presión cabecera

Tabla 93, presión de cabecera

P _{mín} (m)	33,30
h _{cab-mín} (m)	6,81
A _p (m)	3
h _{pa} (m)	1
ΔZ (m)	-0,5
P _{cab} (m)	43,61

Como se ve en la *Tabla 9*, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 2 es de 43,61 m.c.a

SECTOR 3

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 94, cálculo del dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	1,75	70,4	0,45	0,003	15	0,05	
2	5,42	70,4	1,39	0,026	15	0,43	
3	9,32	104,6	1,08	0,010	15	0,17	
4	12,11	104,6	1,41	0,017	15	0,28	
5	15,46	118,8	1,39	0,014	15	0,23	
6	18,249	118,8	1,65	0,019	7,5	0,16	
						H_s	1,32

En la *Tabla 10*, de modo similar que en el Sector 3, los diámetros internos de la secundaria en este sector son grandes para que las pérdidas de carga sean pequeñas y esté dentro de los límites de la uniformidad de riego, las pérdidas de carga toman un valor de 1,32 m.

Uniformidad de riego

Tabla 95, uniformidad de riego

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·P _a (m)	Resultado
1,23	1,16	7,07	6,99	7	Cumple

Como se ve en la *Tabla 11*, está justo en el límite de la uniformidad de riego, pero en este caso lo cumple, por lo que la uniformidad de riego en el Sector 3 será adecuada.

Presión cabecera

Tabla 96, presión de cabecera

P_{mín} (m)	32,90
h_{cab-mín} (m)	8,39
A_p (m)	3
h_{pa} (m)	1
ΔZ (m)	4,5
P_{cab} (m)	49,79

Como se ve en la *Tabla 12*, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 3 es de 49,79 m.c.a.

SECTOR 4

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 97, cálculos del dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	1,59	37	1,47	0,061	15	1,01	
2	4,93	70,4	1,27	0,022	15	0,36	
3	7,72	70,4	1,98	0,050	15	0,82	
4	11,07	118,8	1,00	0,008	15	0,13	
5	13,86	118,8	1,25	0,012	15	0,19	
6	17,209	118,8	1,55	0,017	7,5	0,14	
						H_s	2,65

Las pérdidas de carga en el Sector 4 son de 2,65 m, como se puede ver en la *Tabla 13*.

Uniformidad de riego

Tabla 98, uniformidad de riego

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·P _a (m)	Resultado
2,61	2,51	1,10	1,00	7	Cumple

En este Sector la diferencia de presiones es muy inferior al 20% de P_a como se puede ver en la *Tabla 13*.

Presión cabecera

Tabla 99, presión de cabecera

P_{mín} (m)	34,06
h_{cab-mín} (m)	3,76
A_p (m)	3
h_{pa} (m)	1
ΔZ (m)	-1,5
P_{cab} (m)	40,32

Como se ve en la *Tabla 15*, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 4 es de 40,32 m.c.a.

SECTOR 5

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 100, cálculo del dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	2,31	46,8	1,34	0,039	15	0,64	
2	4,54	70,4	1,17	0,019	15	0,31	
3	7,33	70,4	1,88	0,045	15	0,75	
4	9,56	104,6	1,11	0,011	15	0,18	
5	12,35	104,6	1,44	0,017	15	0,29	
6	15,142	118,8	1,37	0,014	15	0,22	
7	17,932	118,8	1,62	0,019	7,5	0,15	
						H_s	2,54

Las pérdidas de carga en el Sector 5 son de 2,54 m como se puede ver en la Tabla 16.

Uniformidad de riego

Tabla 101, presión de cabecera

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·Pa (m)	Resultado
0	2,39	3,15	5,54	7	Cumple

En el Sector 5 también la diferencia de presión está dentro del límite, por lo que la uniformidad será adecuada como se puede ver en la Tabla 17.

Presión cabecera

Tabla 102, presión de cabecera

P _{mín} (m)	33,58
h _{cab-mín} (m)	5,69
A _p (m)	3
h _{pa} (m)	1
ΔZ (m)	4
P _{cab} (m)	47,27

Como se ve en la Tabla 18, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 5 es de 47,27 m.c.a.

SECTOR 6

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 103, cálculo y dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	1,59	37	1,47	0,061	15	1,01	
2	4,38	59	1,60	0,041	15	0,68	
3	7,17	80,4	1,41	0,023	15	0,38	
4	9,96	80,4	1,96	0,042	15	0,69	
5	12,75	104,6	1,48	0,018	15	0,30	
6	15,535	104,6	1,81	0,027	7,5	0,22	
						H_s	3,28

Como se ve en la *Tabla 19*, las pérdidas de carga en el Sector 6 son de 3,28 m, que son debidas sobre todo al Tramo 1 ya que su diámetro interno es pequeño lo que hace que las pérdidas de carga aumenten, y si en vez de instalar ese diámetro se instala el inmediatamente superior la velocidad del agua será inferior al rango marcado pudiendo precipitar partículas presentes en el agua.

Uniformidad de riego

Tabla 104, uniformidad de riego

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·P _a (m)	Resultado
0	3,06	2,02	5,08	7	Cumple

El Sector 6 va a tener un riego uniforme como se ve en la *Tabla 20*.

Presión cabecera

Tabla 105, presión de cabecera

P_{mín} (m)	33,68
h_{cab-mín} (m)	5,30
A_p (m)	3
h_{pa} (m)	1
ΔZ (m)	-1,5
P_{cab} (m)	41,47

Como se ve en la *Tabla 21*, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 6 es de 41,47 m.c.a.

SECTOR 7

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 106, cálculos del dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	2,55	46,8	1,48	0,047	15	0,77	
2	5,34	84,4	0,95	0,010	15	0,17	
3	7,89	84,4	1,41	0,021	15	0,35	
4	10,68	84,4	1,91	0,038	15	0,62	
5	13,23	118,5	1,20	0,011	15	0,18	
6	15,459	118,5	1,40	0,014	15	0,24	
7	18,008	118,8	1,62	0,019	7,5	0,15	
						H_s	2,49

Las pérdidas de carga en el Sector 7 son de 2,49 m como se ve en la Tabla 22.

Uniformidad de riego

Tabla 107, uniformidad de riego

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·P _a (m)	Resultado
0	2,33	3,15	5,49	7	Cumple

El Sector 7 va a tener un riego uniforme como se puede observar en la Tabla 23.

Presión cabecera

Tabla 108, presión de cabecera

P_{mín} (m)	33,59
h_{cab-mín} (m)	5,64
A_p (m)	3
h_{pa} (m)	1
ΔZ (m)	3,5
P_{cab} (m)	46,73

Como se ve en la Tabla 24, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 7 es de 46,73 m.c.a.

SECTOR 8

Dimensionamiento de la tubería secundaria

Tabla 109, cálculos del dimensionamiento de la tubería secundaria

Tramo	Q (l/s)	Ø _{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	L (m)	H _t (m)	
1	0,63	37	0,59	0,011	15	0,18	
2	2,63	46,8	1,53	0,049	15	0,82	
3	5,17	70,6	1,32	0,023	15	0,39	
4	7,41	70,6	1,89	0,046	15	0,75	
5	9,96	104,6	1,16	0,012	15	0,19	
6	12,187	104,6	1,42	0,017	7,5	0,14	
						H_s	2,47

Las pérdidas de carga en el Sector 8 son de 2,47 m como se puede observar en la *Tabla 25*.

Uniformidad de riego

Tabla 110, uniformidad de riego

h _a (m)	h _b (m)	h _c (m)	P _{max} -P _{min} (m)	0,2·P _a (m)	Resultado
0	2,33	0,67	3,01	7	Cumple

El Sector 8 va a tener un riego uniforme como se ve en la *Tabla 26*.

Presión cabecera

Tabla 111, presión de cabecera

P_{mín} (m)	34,86
h_{cab-mín} (m)	3,14
A_p (m)	3
h_{pa} (m)	1
ΔZ (m)	-0,8
P_{cab} (m)	40,86

Como se ve en la *Tabla 27*, la presión necesaria para aplicar riego en el Sector 8 es de 40,86 m.c.a.

5.3.2 Dimensionamiento de la tubería principal

Dimensionamiento

La tubería primaria es aquella que va desde el hidrante hasta cada uno de los sectores, de ella salen las tuberías secundarias, esta tubería es de policloruro de vinilo (PVC) y va a estar enterrada, esta tubería tiene un único diámetro, ya que siempre va a llevar un caudal semejante, puede tomar valores de diámetro externo desde 40 mm a 160 mm.

Método

Procedimiento seguido para el dimensionamiento de la tubería primaria:

- Primero hay que conocer los caudales que demanda cada uno de los sectores así como la presión necesaria para su aplicación.
- Es necesario conocer el mayor diámetro interno de cada uno de los sectores, para que la primaria tome como valor mínimo de diámetro el máximo de la tubería secundaria.
- Tras esto es necesario conocer el diámetro adecuado para la tubería primaria, para que el diámetro sea adecuado, la velocidad del agua no debe superar los 2m/s y debe ser superior a 0,5 m/s. Para obtener el valor del diámetro se realiza por tanteo, probando diferentes diámetros hasta que la velocidad del flujo esté dentro de ese rango. La fórmula utilizada para el cálculo de la velocidad es:

$$v = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{2000}\right)^2}$$

Donde:

v: velocidad del flujo (m/s)

Q: caudal que circula por la tubería primaria (l/s)

Ø: diámetro interno de la tubería primaria (mm)

- Una vez se ha determinado el diámetro de la tubería primaria es necesario conocer las pérdidas de carga. Para el cálculo de pérdidas de carga se va a utilizar la ecuación de Hazen-Williams, a partir de la cual se pueden calcular las pérdidas de carga unitarias.

$$I = \left(\frac{v}{0,85 \cdot C \cdot \left(\frac{\phi}{4}\right)^{0,63}} \right)^{\frac{1}{0,54}}$$

Donde:

I: pérdida de carga unitaria de cada sector (m/m)

v: velocidad del flujo en la tubería (m/s)

C: coeficiente que depende del material de la tubería (en este caso toma valor de 150)

Ø: diámetro de la tubería (m)

- Una vez calculadas las pérdidas de carga unitaria es necesario conocer las pérdidas de carga totales de cada sector, para ello la pérdida de carga unitaria (I) se multiplica por la longitud del tramo, en este caso se mayor para tener en cuenta las pérdidas de carga localizadas en el tramo.

$$H_{sec}=I \cdot L \cdot 1,1$$

Donde:

H_{sec} : pérdidas de carga de cada sector (m)

I: pérdida de carga unitaria de cada sector (m/m)

L: longitud de la tubería primaria desde el hidrante a cada sector (m)

Presión de llegada

Es aquella presión que llega a la cabecera de cada sector, esta debe de ser mayor que la presión necesaria para la aplicación adecuada del riego en cada sector.

Método

- Por último es necesario conocer la presión de llegada (P_{II}) de cada uno de los sectores. Esta presión de llegada es necesario conocer:
 - o Presión del hidrante (P_h), que en este caso toma un valor de 51,63 m.c.a.
 - o Pérdidas de carga de la tubería primaria (H_{sec}) para cada uno de los sectores.
 - o La diferencia de cotas (ΔZ) entre la cota del hidrante (Z_h) y la cota del cabezal de cada sector (Z_{cab})

$$\Delta Z = Z_{cab} - Z_h$$

- o Pérdidas de carga por la válvula (h_v) que tiene cada sector en la cabecera toma un valor de 1 m.

La fórmula completa sería:

$$P_{II} = P_h - H_{sec} - \Delta Z - h_v$$

Es importante conocer las presiones de llegada a la cabecera de cada sector (P_{II}) para comprobar que tiene un valor superior a la presión de cabecera (P_{cab}), si es muy superior

será necesario colocar a la entrada de cada cabecera un regulador de presión, en el caso que las dos presiones tengan valores muy próximos no se instalará dicho regulador de presión y en cambio si es inferior sería necesaria disminuir las pérdidas de presión de la tubería primaria aumentando el diámetro para que la presión de llegada sea mayor.

Resolución

Para el dimensionamiento de la tubería primaria hay que tener una serie de valores en cuenta que ya se han calculado para cada uno de los sectores que forman la parcela.

Tabla 112, resumen de cada sector.

Sector	\varnothing_{int} (mm)	Q (l/s)	P _{cab} (m)
1	104,60	16,17	47,05
2	118,80	17,92	43,61
3	118,80	18,25	49,79
4	118,80	17,21	40,32
5	118,80	17,93	47,27
6	104,60	15,54	41,47
7	118,80	18,01	46,73
8	104,60	12,19	40,86

Como se puede ver en la *Tabla 28*, el mayor diámetro interno de las tuberías secundarias toma un valor de 118,8 mm, el caudal que demanda cada sector es inferior al que proporciona el hidrante, el sector que mayor caudal demanda es el Sector 3 (18,25 l/s), y la mayor presión de cabecera se necesita en el Sector 3 (48,79 m).

Tabla 113, cálculo del dimensionamiento de la tubería primaria

Sector	Q (l/s)	\varnothing_{int} (mm)	v (m/s)	I (m/m)	1,1 L (m)	H _{sec} (m)
1	16,17	118,8	1,46	0,015	148,5	2,28
2	17,92	118,8	1,66	0,019	148,5	2,76
3	18,25	118,8	1,65	0,019	266,75	5,13
4	17,21	118,8	1,55	0,017	276,65	4,77
5	17,93	118,8	1,62	0,019	375,65	6,99
6	15,54	118,8	1,40	0,014	385,55	5,50
7	18,01	118,8	1,62	0,019	474,65	8,90
8	12,19	118,8	1,10	0,009	464,75	4,23

En la *Tabla 29*, se puede ver el diámetro interno único que se ha escogido, en este caso es de 118,8 mm. Se ha escogido este diámetro debido a que es el mayor diámetro que tiene las tuberías secundarias y también porque la velocidad del agua dentro de la tubería está dentro del rango que se ha fijado.

También se pueden observar las pérdidas de carga que se producen en la tubería primaria en cada uno de los sectores, las mayores pérdidas de carga se producen cuando el caudal que demanda el sector es alto y la longitud desde el cabezal de cada sector hasta el hidrante es grande. Produciéndose la mayor pérdida de carga en el Sector 7.

Tabla 114, cálculo de presión de llegada a cada sector

Sector	P_h (m)	H_{sec} (m)	ΔZ (m)	h_v (m)	P_{II} (m)
1	51,63	2,28	-4,7	1	53,05
2	51,63	2,76	-4,7	1	52,57
3	51,63	5,13	-5,2	1	50,70
4	51,63	4,77	-5,2	1	51,06
5	51,63	6,99	-4,7	1	48,34
6	51,63	5,50	-5,2	1	50,33
7	51,63	8,90	-5,2	1	46,93
8	51,63	4,23	-5,7	1	52,10

En la *Tabla 30*, se puede ver la presión que llega a la cabecera de cada sector, la mayor presión llega a los dos primeros sectores, debido a que las pérdidas de presión son menores que en el resto al estar más cerca del hidrante.

Tabla 115, diferencia entre la presión de llegada y la presión de cabecera

Sector	P_{II} (m)	P_{cab} (m)	$(P_{II}-P_{cab})$ (m)
1	53,05	47,05	6,00
2	52,57	43,61	8,96
3	50,70	49,79	0,91
4	51,06	40,32	10,74
5	48,34	47,27	1,07
6	50,33	41,47	8,86
7	46,93	46,73	0,20
8	52,10	40,86	11,24

Como se puede ver en la *Tabla 31*, la diferencia entre la presión de llegada (P_{II}) y la presión de cabecera (P_{cab}) en todos los sectores es mayor que 0, por lo que el diseño hidráulico de la parcela es óptimo, hay sectores en los que las dos presiones tienen valores semejantes, como el Sector 3, 5 y 7, estos sectores tendrán una aplicación adecuada, en cambio los demás sectores llegan con una presión superior a la que demanda el sector, por ello se colocarán reguladores de presión en la cabecera de cada sector, para disminuir la presión y evitar así posibles daños o problemas que se pueden producir en la instalación.

ANEJO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice

1	Evaluación económico-financiera	3
1.1	Introducción	3
2	Situación actual	4
2.1	Cobros	4
2.1.1	Cobros ordinarios	4
2.1.2	Cobros extraordinarios	5
2.2	Pagos	5
2.2.1	Pagos ordinarios	5
2.2.2	Pagos extraordinarios	12
2.3	Flujo de caja	12
3	Situación propuesta	13
3.1	Coste de la instalación	13
3.2	Cobros	13
3.2.1	Cobros ordinarios	13
3.2.2	Cobros extraordinarios	14
3.3	Pagos	14
3.3.1	Pagos ordinarios	14
3.3.2	Pagos extraordinarios	23
3.4	Flujo de caja	24
4	Incremento de flujos de caja	25
5	Indicadores	26
5.1	Valor Actual Neto (V.A.N.)	26
5.2	Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.)	27

1 Evaluación económico-financiera

1.1 Introducción

En este documento se va a realizar un estudio económico-financiero de este proyecto, para ver si es viable económicamente, para ello se va a tener en cuenta la situación actual que se encuentra en la parcela y la situación futura.

Es necesario conocer una serie de datos y parámetros de forma previa a la realización del estudio. Los datos y los parámetros son:

- Pago de la inversión: es la cantidad en euros que es necesario desembolsar para llevar a cabo este proyecto.
- Vida útil del proyecto: es el número de años en los que se va a evaluar el proyecto para comprobar su viabilidad económica. Para este proyecto la vida útil es de 16 años.
- Flujos de caja: en este caso se van a realizar dos flujos de caja distintos, uno de la situación actual y otro de la situación propuesta, dicho flujo de caja se calculan a partir de los cobros y pagos en cada uno de los años que se va a evaluar el proyecto. A continuación se va a mostrar como se calculan los flujos de caja:

Los cobros (C) son entradas de dinero anuales que se deben a las operaciones que se llevan a cabo en la empresa. Se pueden diferenciar en dos cobros diferentes:

- Cobros ordinarios (C_o), son cobros que se producen por las propias actividades cotidianas de la empresa.
- Cobros extraordinarios (C_e), son cobros que se producen de forma ocasional y no por las actividades habituales de la empresa.

Los pagos (P) corresponden al desembolso anual previsto debido a costes operativos. Se pueden distinguir dos tipos de pagos:

- Pagos ordinarios (P_o), son costes que se deben a la propia actividad cotidiana de la empresa.
- Pagos extraordinarios (P_e), son costes que no se deben a la propia actividad de la empresa, se deben a actuaciones ocasionales y extraordinarias de la empresa.

Como ya se ha dicho en este caso se van a calcular dos flujos de caja diferentes:

- Flujo de caja inicial (F_i), que se calcula con los cobros y pagos de las actividades que se realizan actualmente en la parcela.
- Flujo de caja final (F_f), que se calcula con los cobros y pagos de las actividades que se han propuesto.

Para calcular los flujos de caja se utiliza la siguiente fórmula:

$$F = (C_o + C_e) - (P_o + P_e)$$

Los datos necesarios para calcular los cobros y gastos se han obtenido parte de los cobros y pagos del promotor, y también del (Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo

Rural y MedioAmbiente, 2009) y (Gobierno de Navarra Departamento de Desarrollo Rural y MedioAmbiente, 2015) . La información de estos dos documentos se ha contrastado, ya que el primer documento proporcionaba mucha más información, pero estaba menos actualizado.

Los indicadores que se van a utilizar para conocer la viabilidad económica del proyecto son:

- Valor Actual Neto (VAN)
- Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Para el cálculo de estos indicadores hace falta conocer la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto, modo de financiación, si va a ser necesario pedir un préstamo o no, así como los cobros y pagos a lo largo de la vida útil del proyecto, que en este caso son 16 años.

2 Situación actual

Actualmente en la parcela se utiliza una rotación de tres años con cuatro cultivos diferentes, tres de ellos se cultivan en regadío mediante goteo y otro se cultiva en secano. En el año 1 únicamente se cultiva pimiento, en el año 2 se cultiva cebada en secano y coliflor, y en el año 3 se cultiva calabacín. Primero se han calculado los cobros y los pagos de cada cultivo y posteriormente se han calculado los cobros y pagos anuales.

2.1 Cobros

2.1.1 Cobros ordinarios

En este caso se van a considera un único cobro ordinario, el que viene dado por la venta directa del producto.

Cobros de la venta del producto

Los precios percibidos para cada uno de los productos es de:

- El pimiento rojo para industria un precio de 0,30 €/kg.
- La cebada para alimentación animal tiene un valor en el mercado de 0,14 €/kg.
- La coliflor para industria un precio de 0,30 €/kg.
- El calabacín para industria tiene un precio de 0,30 €/kg.

Tabla 116, producciones de cada cultivo, cobros ordinarios de la rotación actual

Periodo	Cultivos	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (kg/ha)	Cobros cultivo (€)	Cobros (€)
Año 1	Pimiento	6,43	32.000	205.624,64	61.687,39	61.687,39
Año 2	Cebada	6,43	3.200	20.562,46	2.930,15	36.665,44
	Coliflor	6,43	17.500	112.450,98	33.735,29	
Año 3	Calabacín	6,43	32.000	205.624,64	67.149,30	67.149,30

En la *Tabla 1* se pueden ver que en el segundo año de la rotación los cobros anuales son bastante inferior que el resto de los años de la rotación.

2.1.2 Cobros extraordinarios

Son aquellas entradas de dinero que no vienen de la propia actividad de la empresa, se producen de forma ocasional. Está explotación ya lleva años en marcha, por lo que no es necesario pedir ningún préstamo, ni se ha venido maquinaria...

2.2 Pagos

2.2.1 Pagos ordinarios

Los pagos ordinarios son aquellos que se producen por la propia actividad de la empresa, como son el coste de las materias primas como la semilla, fertilizantes, fitosanitarios y otros suministros como son los acolchados, goteos... También se consideran pagos ordinarios aquellos que vienen de las labores realizadas en el campo como carburantes, repuestos y por ultimo también se tiene que considerar el coste de mano de obra, que se incluye tanto la mano de obra para realizar las labores como para la recolección.

Los pagos de cada uno de los cultivos se pueden observar en las siguientes tablas:

Pimiento

Tabla 117, pagos de cultivo ordinarios desglosados y pago de cultivo ordinario total para pimiento rojo de industria

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	1.950,00	12.530,25
Fertilizante	6,43	388,50	2.496,41
Fitosanitarios	6,43	248,40	1.596,16
Otros suministros	6,43	439,01	2.820,98
Total		3.025,91	19.443,80

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	281,69	1.810,08
Reparaciones y repuestos	6,43	161,30	1.036,48
Total		442,99	2.846,55

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	3.200,00	20.562,46
Total		3.200,00	20.562,46

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
6.668,90	42.852,82

Se puede ver en la *Tabla 2* que los pagos para la producción de pimiento en las parcelas ascienden a 42.852,82 €.

Cebada

Tabla 118, pagos de cultivo ordinarios desglosados y pago de cultivo ordinario total de cebada

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	48,42	311,14
Fertilizante	6,43	118,57	761,90
Fitosanitarios	6,43	58,81	377,90
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		225,80	1.450,94

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	49,12	315,63
Reparaciones y repuestos	6,43	49,43	317,63
Total		98,55	633,26

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	22,94	147,41
Total		22,94	147,41

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
347,29	2.231,61

Se puede ver en la *Tabla 3* que los pagos para la producción de cebada en las parcelas ascienden a 2.231,61 €.

Coliflor

Tabla 119, pagos del cultivo ordinarios desglosados y pago de cultivo ordinario total de la coliflor para industria

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	672,66	4.322,36
Fertilizante	6,43	561,01	3.604,92
Fitosanitarios	6,43	143,36	921,20
Otros suministros	6,43	320,00	2.056,25
Total		1.697,03	10.904,72

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	97,54	626,77
Reparaciones y repuestos	6,43	98,44	632,55
Total		195,98	1.259,32

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	680,00	4.369,52
Total		680,00	4.369,52

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
2.573,01	16.533,57

Se puede ver en la *Tabla 4* que los pagos para la producción de coliflor en las parcelas ascienden a 16.533,57 €.

Calabacín

Tabla 120, pagos del cultivo ordinarios desglosados y pago de cultivo ordinario total para el calabacín de industria

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	1.900,00	12.208,96
Fertilizante	6,43	1.400,00	8.996,08
Fitosanitarios	6,43	600,00	3.855,46
Otros suministros	6,43	310,00	1.991,99
Total		4.210,00	27.052,49

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	680,00	4.369,52
Reparaciones y repuestos	6,43	220,00	1.413,67
Total		900,00	5.783,19

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	3.121,00	20.054,83
Total		3.121,00	20.054,83

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
8.231,00	52.890,51

Se puede ver en la *Tabla 5* que los pagos para la producción de calabacín en las parcelas ascienden a 52.890,51 €.

Hay que incluir también en pagos ordinarios, el coste del agua, ya que estas parcelas ya disponen de sistema de riego por goteo. El agua de estas parcelas viene del Canal de Lodosa, por ello va a ser necesario conocer el pago fijo de utilización del agua y los pagos variables, que será el coste del agua consumida.

El coste fijo ha sido suministrado por la “Asociación de Regantes de Ablitas”, en el que está incluido el coste de construcción y explotación, así como el de mantenimiento

conservación y reposición también se incluyen el Impuesto sobre el Valor Añadido. Estos pagos son anuales y tienen un coste fijo 141,21 €/ha por lo que cada año para el uso del riego el promotor debe pagar 908 €.

Los costes variables se deben al volumen de agua gastado anualmente, y por ello varía en función de los cultivos que se cultiven en las parcelas, con un precio de 0,07 €/m³.

Para el cálculo de estos pagos variables se van a utilizar las necesidades hídricas de los cultivos actuales. Que se han calculado de modo similar a las necesidades hídricas de los cultivos propuestos pero debido a que el sistema de riego por goteo es más eficiente se le ha aplicado una eficiencia del 90 % en lugar del 80 % que se ha utilizado para el riego por aspersión.

Pimiento

Tabla 121, necesidades hídricas del pimiento para el municipio de Ablitas con un sistema de riego por goteo

Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total (l/m ²)
32,98	81,43	240,74	309,89	223,70	133,49	46,22	1.068,45

En la *Tabla 6* se puede ver que las necesidades hídricas del pimiento son de 1.068,45 l/m².

Cebada

Como se cultiva en seco el consumo de agua es nulo

Coliflor

Tabla 122, necesidades hídricas de la coliflor para el municipio de Ablitas con un sistema de riego por goteo

Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total (l/m ²)
67,26	64,99	35,11	11,86	2,67	181,88

En la *Tabla 7* se puede ver que las necesidades hídricas de la coliflor son de 181,88 l/m².

Calabacín

Tabla 123, necesidades hídricas del calabacín para el municipio de Ablitas con un sistema de riego por goteo

Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Total (l/m ²)
82,18	204,79	263,74	294,34	180,81	46,72	1.072,58

En la *Tabla 8* se puede ver que las necesidades hídricas del calabacín son de 181,88 l/m².

El pago variable anual por el consumo de agua de riego es de:

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO Nº 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)

Tabla 124, pago variable por el uso del agua para cada cultivo y el pago variable anual

Periodo	Cultivo	Volumen (l/m ²)	Superficie (ha)	Volumen (m ³ /ha)	Precio (€/m ³)	Pago variable cultivo (€)	Pago variable anual (€)
Año 1	Pimiento	1.068,45	6,43	68.656,14	0,07	4.805,93	4.805,93
Año 2	Cebada	0,00	6,43	0,00	0,07	0,00	818,10
	Coliflor	181,88	6,43	11.687,19	0,07	818,10	
Año 3	Calabacín	1.072,58	6,43	68.921,52	0,07	4.824,51	4.824,51

En la Tabla 9 se puede ver el pago variable del agua produciéndose una gran diferencia de gasto entre los cultivos de pimiento y calabacín con el cultivo de la coliflor.

Sumando el pago variable por el consumo de agua y el pago fijo:

Tabla 125, pago anual por el uso del agua para cada uno de los años de la rotación actual

Periodo	Pago variable anual (€)	Pago fijo anual (€)	Pago anual agua (€)
Año 1	4.805,93	908,00	5.713,93
Año 2	818,10	908,00	1.726,10
Año 3	4.824,51	908,00	5.732,51

En la Tabla 10 se pueden ver los pagos anuales del agua, se ha alcanzado un valor máximo de 5.732,51 €.

Los pagos ordinarios anuales se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 126, pago ordinario total anual para la rotación actual.

Periodo	Cultivos	Pago ordinario por cultivo (€)	Pago anual agua (€)	Pago ordinario anual (€)
Año 1	Pimiento	42.852,82	5.713,93	48.566,75
Año 2	Cebada	2.231,61	1.726,10	20.491,28
	Coliflor	16.533,57		
Año 3	Calabacín	52.890,51	5.732,51	58.623,02

En la *Tabla 11* se puede ver que los mayores pagos ordinarios anuales se alcanzan en los años de la rotación con mayores cobros.

2.2.2 Pagos extraordinarios

Los pagos extraordinarios son aquellos que se producen de forma ocasional como es el caso del pago de un préstamo... En este caso en la actividad actual no se va a considerar ya que no se ha realizado ninguna inversión y por ello no se va a tener que pagar.

2.3 Flujo de caja

En este apartado se va a calcular el flujo de caja inicial para el que no se ha tenido en cuenta los pagos extraordinario ni los cobros extraordinarios ya que la actividad ya está puesta en marcha.

Tabla 127, flujo de caja inicial

Año	Cobros Ordinarios (€)	Pagos Ordinarios (€)	Flujo de caja inicial (€)
0	0,00	0,00	0,00
1	61.687,39	48.566,75	13.120,64
2	36.665,44	20.491,28	16.174,16
3	67.149,30	58.623,02	8.526,28
4	61.687,39	48.566,75	13.120,64
5	36.665,44	20.491,28	16.174,16
6	67.149,30	58.623,02	8.526,28
7	61.687,39	48.566,75	13.120,64
8	36.665,44	20.491,28	16.174,16
9	67.149,30	58.623,02	8.526,28
10	61.687,39	48.566,75	13.120,64
11	36.665,44	20.491,28	16.174,16
12	67.149,30	58.623,02	8.526,28
13	61.687,39	48.566,75	13.120,64
14	36.665,44	20.491,28	16.174,16
15	67.149,30	58.623,02	8.526,28
16	61.687,39	48.566,75	13.120,64

En la *Tabla 12* se puede ver el flujo de caja inicial para cada uno de los años de la rotación, alcanzándose el mayor flujo de caja con la rotación del año 2 a pesar de que los cobros ordinarios son inferiores que el resto de los años de la rotación.

3 Situación propuesta

3.1 Coste de la instalación

En el “*Documento nº6-Presupuesto*”, en el que se recogen todos los costes que se van a producir para llevar a cabo el proyecto, y se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 128, presupuesto general

CAPÍTULO 01: Movimiento de tierras	4.303,22
CAPÍTULO 02: Tuberías	8.216,17
CAPÍTULO 03: Valvulería	536,01
CAPÍTULO 04: Aspersores	5.453,52
CAPÍTULO 05: Programadores y automatismos	2.122,76
CAPÍTULO 06: Seguridad y salud	108,61
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DEL MATERIAL (PEM)	20.740,28
Gastos generales (9 %)	1.866,63
Beneficio industrial (6 %)	1.244,42
I.V.A. (21 %)	4.355,46
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	28.206,79

En la *Tabla 13* se puede ver que el coste total es de 28.206,79 €. Dado que esta cantidad no es muy elevada y viendo los beneficios que el promotor va a tener cada año, no va a ser necesario recurrir a un préstamo para costear el pago de la inversión.

3.2 Cobros

3.2.1 Cobros ordinarios

Estos cobros ordinarios vienen de la nueva actividad propuesta con los nuevos cultivos, en este caso la rotación que se ha propuesto es de cuatro años en los que se van a cultivar seis cultivos diferentes. En el año 1 se cultiva guisante fresco y coliflor, en el año 2 tomate, en el año 3 se cultiva habas frescas y brócoli de otoño y en el año 4 se cultiva brócoli de primavera y maíz para grano, en el “*Anejo V-Alternativa de cultivos*” se pueden ver el periodo de cultivo de cada uno de ellos.

Los cobros ordinarios se van a calcular a partir del año 1, del mismo modo que los cobros ordinarios de la situación actual, calculando los cobros de la venta directa del producto.

Los precios que se han obtenido para cada uno de los productos son:

- El precio del guisante verde para industria es de 0,25 €/kg.
- El precio de la coliflor para industria es de 0,3 €/kg.
- El precio del tomate de industria es de 0,1 €/kg.
- El precio del haba verde para industria es de 0,6 €/kg.
- El precio del brócoli para industria es de 0,24 €/kg.
- El precio del maíz para alimentación animal es de 0,18 €/kg.

Tabla 129, cobros ordinarios por cultivo debido a la venta del producto y los cobros ordinario anuales

Periodo	Cultivos	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)	Producción (kg/ha)	Cobros por cultivo (€)	Cobros (€)
Año 1	Guisante	6,43	7.200,00	46.265,54	11.566,39	45.301,68
	Coliflor	6,43	17.500,00	112.450,98	33.735,29	
Año 2	Tomate	6,43	80.000,00	514.061,60	51.406,16	51.406,16
Año 3	Haba	6,43	3.000,00	19.277,31	11.566,39	38.554,62
	Brócoli	6,43	17.500,00	112.450,98	26.988,23	
Año 4	Brócoli	6,43	17.500,00	112.450,98	26.988,23	40.867,90
	Maíz	6,43	12.000,00	77.109,24	13.879,66	

En la *Tabla 14* se pueden ver los cobros anuales, alcanzándose el mayor valor en el año 2 cuando se cultiva tomate para industria.

3.2.2 Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios son aquellas entradas de dinero ocasionales como los préstamos, estas inyecciones de capital para llevar a cabo el proyecto, se introducirían en el año 0, antes de realizar el proyecto.

3.3 Pagos

3.3.1 Pagos ordinarios

Son aquellos costes que se producen por la propia actividad productiva, se van a dividir estos pagos de forma similar a los pagos ordinarios que se han calculado e la situación actual en pagos de materia prima, maquinaria y mano de obra. Estos pagos o costes se han calculado para cada uno de los cultivos de la rotación de forma individual.

Guisante fresco

Tabla 130, pagos ordinarios del cultivo desglosados y el total para el guisante de industria

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	324,33	2.084,07
Fertilizante	6,43	212,49	1.365,41
Fitosanitarios	6,43	129,63	832,97
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		666,45	4.282,45

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	100,97	648,81
Reparaciones y repuestos	6,43	123,61	794,29
Total		224,58	1.443,10

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	78,99	507,57
Total		78,99	507,57

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
970,02	6.233,13

Se puede ver en la *Tabla 15* que los pagos para la producción de guisante en las parcelas ascienden a 6.233,13 €.

Coliflor

Tabla 131, pagos ordinarios del cultivo desglosados y el total para la coliflor para industria mediante aspersión

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	672,66	4.322,36
Fertilizante	6,43	561,01	3.604,92
Fitosanitarios	6,43	143,36	921,20
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		1.377,03	8.848,48

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	82,00	526,91
Reparaciones y repuestos	6,43	98,44	632,55
Total		180,44	1.159,47

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	480,00	3.084,37
Total		480,00	3.084,37

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
2.037,47	13.092,31

Se puede ver en la *Tabla 16* que los pagos para la producción de la coliflor en las parcelas ascienden a 13.092,31€, el coste es inferior que si se cultivase mediante goteo.

Tomate de industria

Tabla 132, pagos ordinarios del cultivo desglosados y el total para el tomate de industria

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	1.349,04	8.668,62
Fertilizante	6,43	516,41	3.318,33
Fitosanitarios	6,43	514,55	3.306,38
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		2.380,00	15.293,33

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	114,32	734,59
Reparaciones y repuestos	6,43	116,85	750,85
Total		231,17	1.485,45

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	527,94	3.392,42
Total		527,94	3.392,42

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
3.139,11	20.171,20

Se puede ver en la *Tabla 17* que los pagos para la producción de tomate para industria en las parcelas ascienden a 20.171,20 €.

Haba fresco

Tabla 133, pagos ordinarios del cultivo desglosados y el total para las habas fresco

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	208,79	1.341,64
Fertilizante	6,43	138,50	889,97
Fitosanitarios	6,43	125,37	805,60
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		472,66	3.037,20

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	107,01	687,62
Reparaciones y repuestos	6,43	157,29	1.010,71
Total		264,3	1.698,33

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	78,26	502,88
Total		78,26	502,88

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
815,22	5.238,42

Se puede ver en la *Tabla 18* que los pagos para la producción de haba para industria en las parcelas ascienden a 5.238,42 €.

Brócoli otoño

Tabla 134, pagos ordinarios del cultivo desglosados y el total para el brócoli de otoño

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	441,71	2.838,33
Fertilizante	6,43	314,19	2.018,91
Fitosanitarios	6,43	215,52	1.384,88
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		971,42	6.242,12

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	99,05	636,47
Reparaciones y repuestos	6,43	86,76	557,50
Total		185,81	1.193,97

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	358,23	2.301,90
Total		358,23	2.301,90

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
1.515,46	9.738,00

Se puede ver en la *Tabla 19* que los pagos para la producción de brócoli de otoño para industria en las parcelas ascienden a 9.738,00 €.

Brócoli primavera

Tabla 135, pagos ordinarios del cultivo desglosados y el total para el brócoli de primavera

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	441,71	2.838,33
Fertilizante	6,43	314,19	2.018,91
Fitosanitarios	6,43	215,52	1.384,88
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		971,42	6.242,12

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	99,05	636,47
Reparaciones y repuestos	6,43	86,76	557,50
Total		185,81	1.193,97

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	358,23	2.301,90
Total		358,23	2.301,90

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
1.515,46	9.738,00

Se puede ver en la *Tabla 20* que los pagos para la producción de brócoli de primavera para industria en las parcelas ascienden a 9.738,00 €.

Como se ve el pago ordinario del brócoli de primavera y verano es el mismo, ya que se utiliza el mismo marco y se realizan las mismas labores, pero va a variar el pago ordinario total porque el gasto de agua es diferente.

Maíz

Tabla 136, pagos ordinarios del cultivo desglosados y el total para el maíz

Materia prima	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Semilla / Plántula	6,43	161,01	1.034,61
Fertilizante	6,43	313,03	2.011,46
Fitosanitarios	6,43	65,54	421,14
Otros suministros	6,43	0,00	0,00
Total		539,58	3.467,22

Maquinaria	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Carburantes y lubricantes	6,43	72,85	468,12
Reparaciones y repuestos	6,43	72,69	467,09
Total		145,54	935,21

Mano de obra	Superficie (ha)	Pago (€/ha)	Pago (€)
Mano de obra y cargas sociales	6,43	125,67	807,53
Total		125,67	807,53

Total	
Pago hectárea (€/ha)	Pago Total Ordinario (€)
810,79	5.209,95

Se puede ver en la *Tabla 21* que los pagos para la producción de maíz para alimentación animal en las parcelas ascienden a 5.209,95 €.

También hay que añadir a estos pagos ordinarios el coste del agua, que tiene una parte fija y una parte variable que depende del volumen de agua gastado.

Como ya se ha dicho en la situación actual el coste fijo del agua tiene un valor de 141,21 €/ha, por lo que cada año el coste fijo del agua asciende a 908 €.

Los costes variable del agua dependen del volumen gasto de agua, el precio es de 0,07 €/m³. El volumen de agua consumida de cada cultivo al cabo del año se puede ver en el “Anejo VI-Necesidades hídricas”.

Tabla 137, necesidades hídricas de los cultivos de la rotación propuesta

Periodo	Cultivo	Necesidades cultivo (l/m ²)
Año 1	Guisante	533,24
	Coliflor	204,61
Año 2	Tomate	1.123,67
Año 3	Haba	515,59
	Brócoli primavera	267,46
Año 4	Brócoli otoño	435,08
	Maíz	853,77

En la Tabla 22 se pueden ver las necesidades hídricas de cada uno de los cultivos de la rotación, alcanzándose los mayores valores en los cultivos de verano.

Tabla 138, pago variable por el uso del agua para cada cultivo y el pago variable anual

Periodo	Cultivo	Volumen (m ³ /ha)	Pago variable cultivo (€)	Pago variable anual (€)
Año 1	Guisante	34.249,35	2.397,45	3.317,80
	Coliflor	13.147,77	920,34	
Año 2	Tomate	72.204,45	5.054,31	5.054,31
Año 3	Haba	33.117,78	2.318,24	3.521,29
	Brócoli	17.186,36	1.203,05	
Año 4	Brócoli	27.957,24	1.957,01	5.797,30
	Maíz	54.861,30	3.840,29	

En la Tabla 23 se puede ver el pago variable del agua alcanzándose el mayor pago en el cuarto año de rotación.

Sumando el pago variable por el consumo de agua y el pago fijo:

Tabla 139, pago anual del agua de riego para la rotación propuesta

Periodo	Pago variable anual (€)	Pago fijo anual (€)	Pago anual agua (€)
Año 1	3.317,80	908,00	4.225,80
Año 2	5.054,31	908,00	5.962,31
Año 3	3.521,29	908,00	4.429,29
Año 4	5.797,30	908,00	6.705,30

En la *Tabla 24* se pueden ver los pagos anuales del agua, en este caso se alcanza un valor máximo de 6.705,30 €.

Los pagos ordinarios anuales se pueden ver en la siguiente tabla:

Tabla 140, pago ordinario anual total

Periodo	Cultivos	Pago ordinario por cultivo (€)	Pago anual agua (€)	Pago ordinario anual (€)
Año 1	Guisante	6.233,13	4.225,80	23.551,24
	Coliflor	13.092,31		
Año 2	Tomate	20.171,20	5.962,31	26.133,51
Año 3	Haba	5.238,42	4.429,29	14.976,41
	Brócoli	9.738,00		
Año 3	Brócoli	9.738,00	6.705,30	14.947,95
Año 4	Maíz	5.209,95		

En la *Tabla 25* se puede ver que los mayores pagos ordinarios anuales se alcanzan en el año donde se cultiva tomate para industria, que es el año en el que mayores cobros se obtienen.

3.3.2 Pagos extraordinarios

Son aquellos pagos que no se producen por la actividad propia de la empresa, por ejemplo pagos de las inversiones. En este caso no hay, ya que no se ha pedido ningún préstamo.

3.4 Flujo de caja

En este apartado se va a calcular el flujo de caja final, para ello únicamente se ha tenido en cuenta los cobros ordinario y pagos ordinarios de la situación propuesta, ya que no se ha producido ningún cobro ni pago extraordinario, así como el pago de la inversión.

Tabla 141, flujo de caja final

Año	Cobros Ordinarios (€)	Pagos Ordinarios (€)	Flujo de caja final (€)	Pago de la inversión (€)
0	0,00	0,00	0,00	28.206,79
1	45.301,68	23.551,24	21.750,44	0,00
2	51.406,16	26.133,51	25.272,65	0,00
3	38.554,62	14.976,41	23.578,21	0,00
4	40.867,90	14.947,95	25.919,95	0,00
5	45.301,68	23.551,24	21.750,44	0,00
6	51.406,16	26.133,51	25.272,65	0,00
7	38.554,62	14.976,41	23.578,21	0,00
8	40.867,90	14.947,95	25.919,95	0,00
9	45.301,68	23.551,24	21.750,44	0,00
10	51.406,16	26.133,51	25.272,65	0,00
11	38.554,62	14.976,41	23.578,21	0,00
12	40.867,90	14.947,95	25.919,95	0,00
13	45.301,68	23.551,24	21.750,44	0,00
14	51.406,16	26.133,51	25.272,65	0,00
15	38.554,62	14.976,41	23.578,21	0,00
16	40.867,90	14.947,95	25.919,95	0,00

En la *Tabla 26* se puede ver el flujo de caja final para cada uno de los años de la rotación propuesta, alcanzándose en todos los años unos flujos de caja semejantes y superior a los flujos de caja iniciales, esto es debido a que los costes se han reducido, en algunos años se cultivan dos cultivos, lo que hace que se obtengan mayores beneficios.

4 Incremento de flujos de caja

En este apartado se va a realizar la diferencia entre el flujo de caja inicial y el flujo de caja final, este incremento se va a utilizar para comprobar la viabilidad económica del proyecto.

Tabla 142, incremento del flujo de caja durante la vida útil del proyecto

Año	Flujo de caja final (€)	Flujo de caja inicial (€)	Incremento Flujos de caja (€)
0	0,00	0,00	0,00
1	21.750,44	13.120,64	8.629,80
2	25.272,65	16.174,16	9.098,49
3	23.578,21	8.526,28	15.051,93
4	25.919,95	13.120,64	12.799,31
5	21.750,44	16.174,16	5.576,28
6	25.272,65	8.526,28	16.746,37
7	23.578,21	13.120,64	10.457,56
8	25.919,95	16.174,16	9.745,79
9	21.750,44	8.526,28	13.224,16
10	25.272,65	13.120,64	12.152,00
11	23.578,21	16.174,16	7.404,04
12	25.919,95	8.526,28	17.393,67
13	21.750,44	13.120,64	8.629,80
14	25.272,65	16.174,16	9.098,49
15	23.578,21	8.526,28	15.051,93
16	25.919,95	13.120,64	12.799,31

En la *Tabla 27* se puede ver que el incremento durante la vida útil del proyecto es positiva, ya que modificando el sistema de riego, algunos años se van a cultivar dos cultivos, disminuye los costes.

5 Indicadores

Se van a utilizar dos indicadores diferentes, el Valor Actual neto (V.A.N.) y la Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.). Con estos dos indicadores se quiere comprobar si el proyecto es viable económicamente en función del flujo de caja de la empresa y la inversión que es necesaria para llevar a cabo el proyecto.

5.1 Valor Actual Neto (V.A.N.)

El Valor Actual Neto se calcula el valor presente de los flujos de cajas futuros, originados por el coste del proyecto. Estos flujos de caja se calculan durante la vida útil del proyecto, en este caso durante 15 años. Para ello es necesario conocer la tasa de actualización, ya que permite traducir el dinero futuro en dinero presente. La fórmula para calcular el Valor Actual Neto es:

$$V.A.N. = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Donde:

I: Inversión inicial (€)

Q_n : Flujos de caja (€)

N: vida útil (años)

r: tasa de actualización (%)

En este caso se van a utilizar tres tasas de actualización diferentes, ya que no se puede conocer exactamente el valor del dinero futuro, por ello se van a calcular el Valor Actual Neto con una tasa de actualización del 6 %, 8 % y 10 %.

Para conocer la viabilidad económica del proyecto:

V.A.N. > 0 (Viable)

V.A.N. < 0 (No viable)

Tabla 143, valores del Valor Actual Neto (VAN) para las diferentes tasas de actualización

Tasa de actualización (%)	V.A.N. (€)
6%	86.396,99
8%	71.734,90
10%	59.752,07

En la *Tabla 28* todos los valores del Valor Actual Neto para cada una de las tasas de actualización son superiores a cero, por lo que llevar a cabo la modificación del sistema de riego es viable económicamente.

5.2 Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.)

La Tasa Interna de Rentabilidad es la tasa de actualización que proporciona el Valor Actual Neto es cero. El T.I.R. da una medida relativa de la rentabilidad, ya que el resultado es un porcentaje, y proporciona información sobre cual es la mínima tasa de actualización a partir de la cual el proyecto sería viable. Para calcular la Tasa Interna de Rentabilidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{T.I.R.} \Rightarrow 0 = - I + \frac{Q_1}{(1+r)} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Donde:

I: Inversión inicial (€)

Q_n: Flujos de caja (€)

N: vida útil (años)

r: tasa de actualización (%)

Para conocer la viabilidad económica del proyecto:

- Si la T.I.R. > tasa actualización, el proyecto es viable económicamente, debido a que la rentabilidad del proyecto es mayor a la rentabilidad mínima requerida.
- Si la T.I.R. < tasa de actualización, el proyecto no es viable económicamente, ya que la rentabilidad del proyecto será inferior a la rentabilidad mínima requerida.

Para este proyecto se ha obtenido una Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.) del 38 %. El proyecto entonces es viable porque dicho valor es muy superior a la tasa de actualización de las inversiones. Por ello la modificación del sistema de riego se considera viable desde el punto de vista económico-financiero y proporcionará más beneficios que con el sistema de riego actual.

DOCUMENTO N°3: PLANOS

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

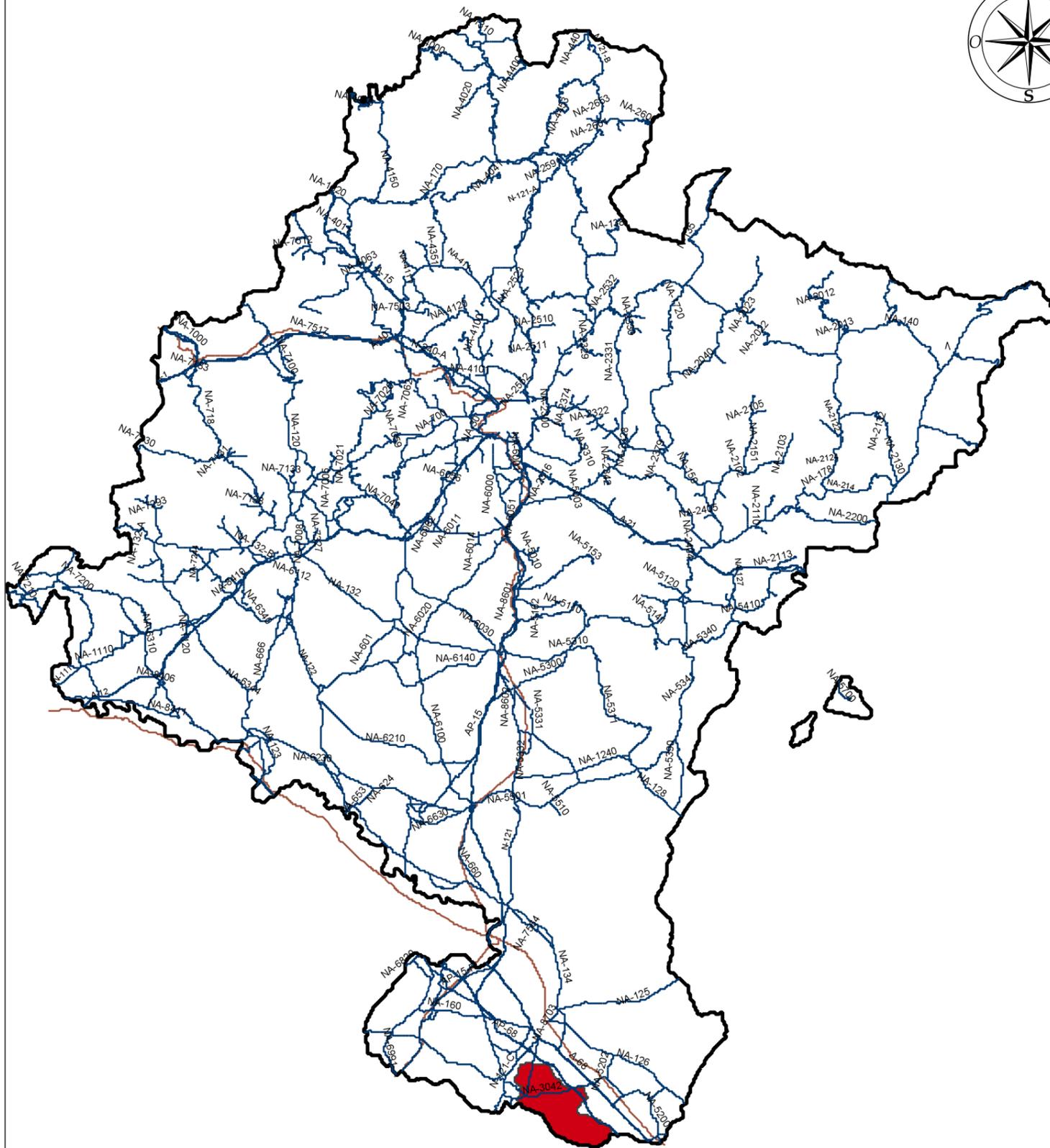
Índice Planos

PLANO Nº1: SITUACIÓN

PLANO Nº2: EMPLAZAMIENTO

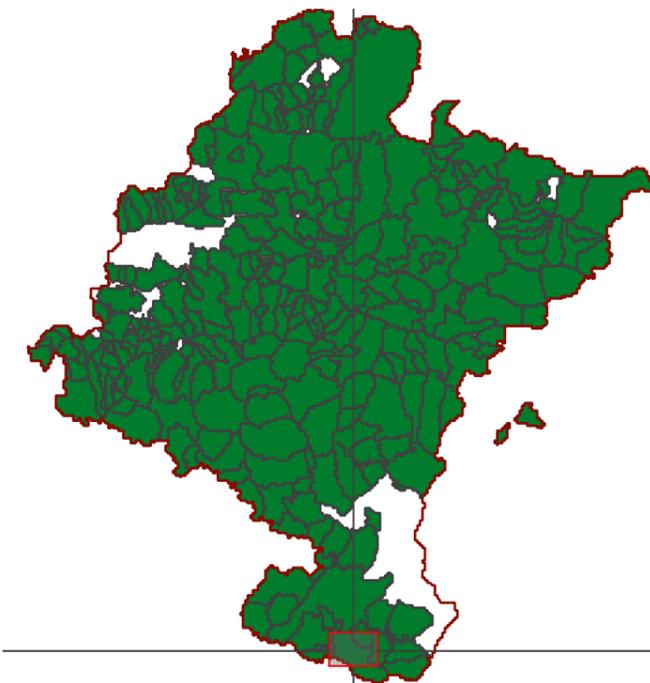
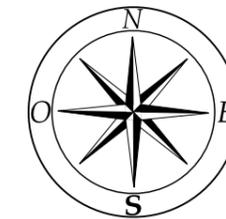
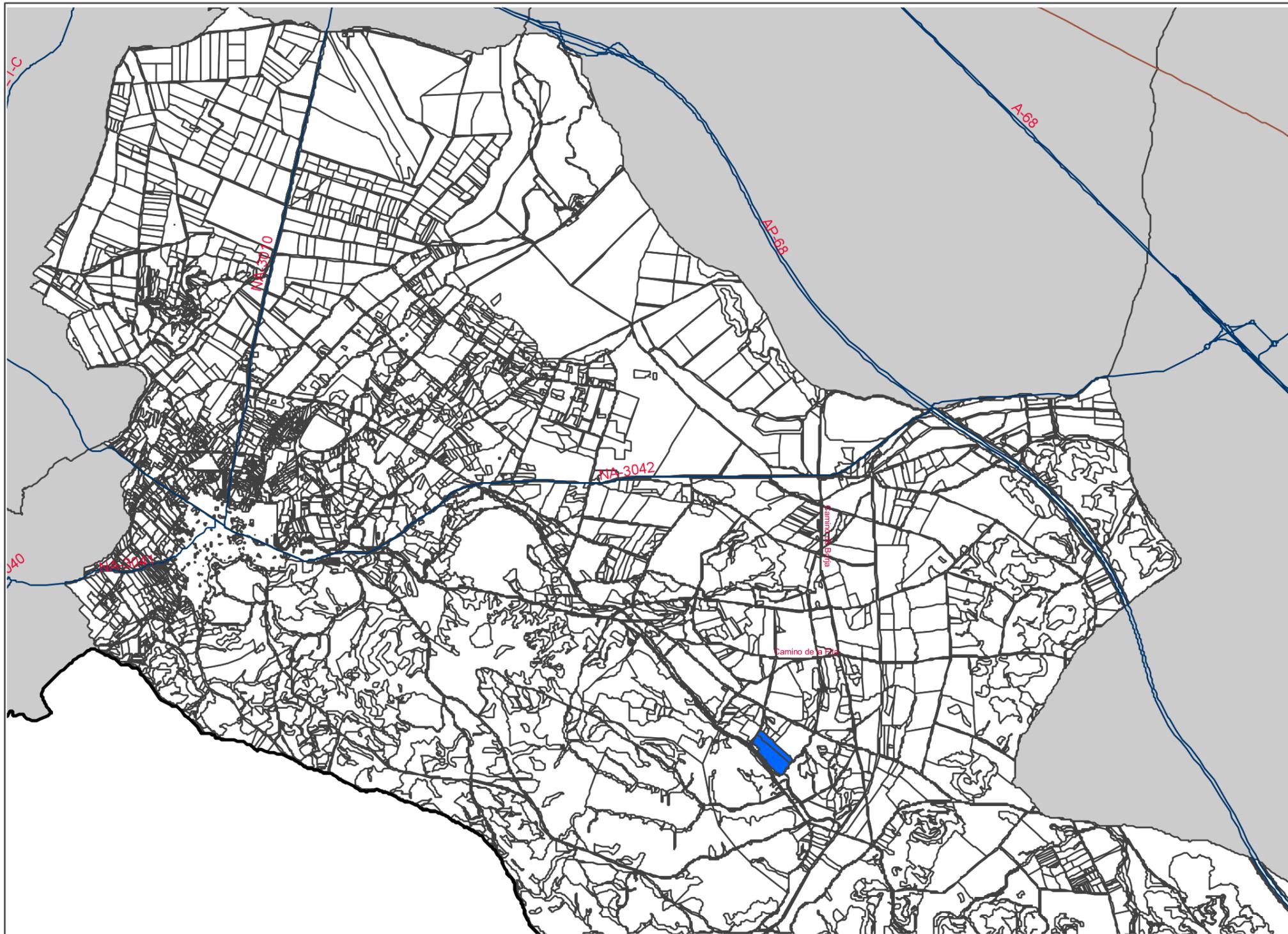
PLANO Nº3: CARACTERÍSTICAS PARCELAS

PLANO Nº4: RED DISTRIBUCIÓN



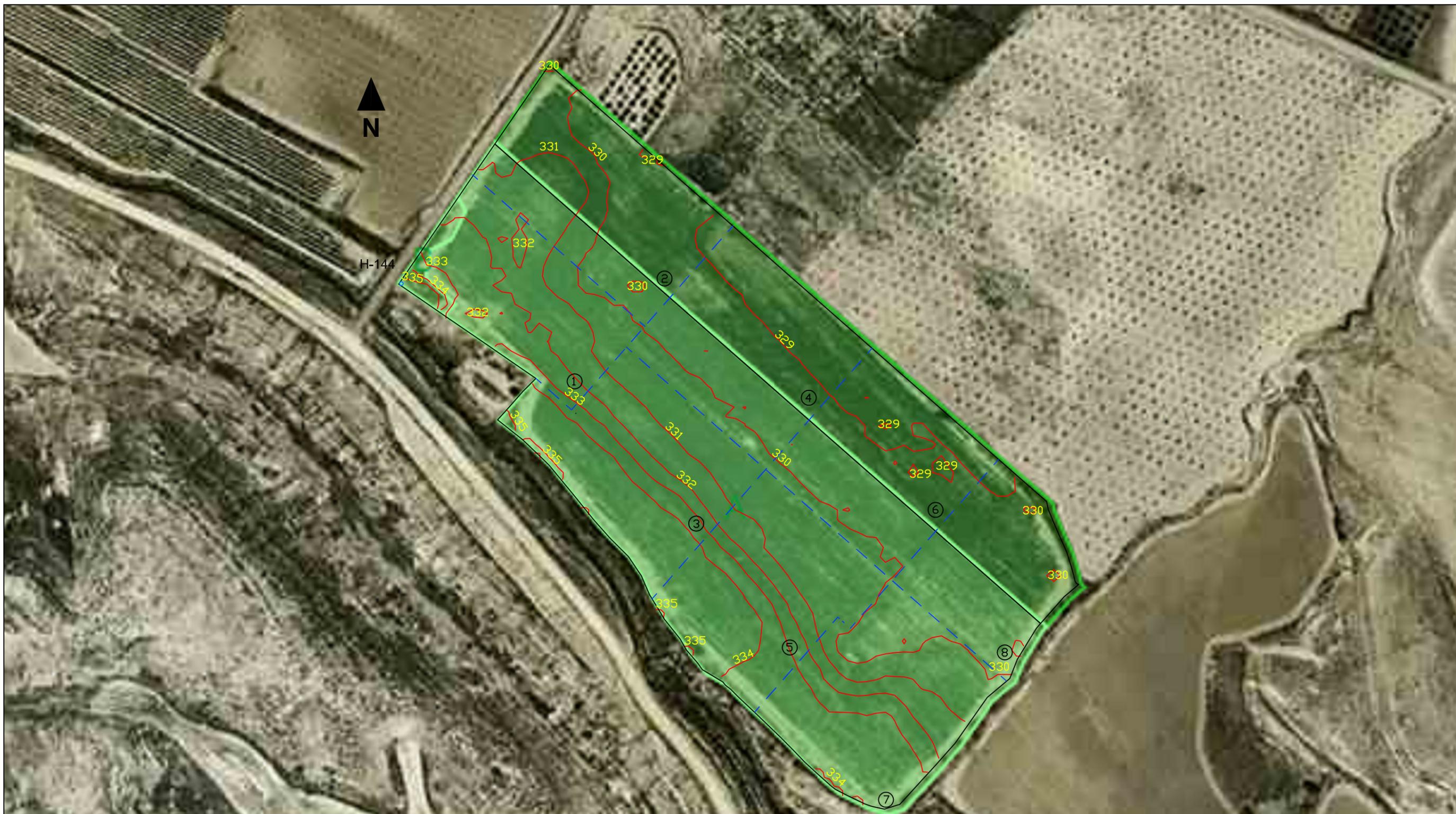
LEYENDA	
	Carretera
	Límite Navarra
	Línea ferroviaria
	Municipio de Ablitas

	E.T.S.I.A.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	PROYECTOS E INGENIERIA RURAL		
TÍTULO:	MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO N°8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)		AUTOR	
PLANO			FIRMA:	
PLANO DE SITUACIÓN		Nº PLANO	ESCALA:	FECHA:
		1	1:700000	06/2017



LEYENDA	
	Parcelas
	Carreteras
	Limite de Navarra
	Red ferroviaria
	Cartografía Ablitas
	Municipios

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.A. GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL	DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERIA RURAL		
	TÍTULO: MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO N°8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)		AUTOR DIEGO VILLAR SANZ	
PLANO PLANO EMPLAZAMIENTO	N° PLANO 2	ESCALA: 1:40000	FECHA: 06/2017	



LEYENDA

- 329 Curvas de nivel
- - - Sectores
- Limite parcelas
- Hidrante
- ① Número del sector

upna

E.T.S.I.A.

GRADO EN INGENIERÍA
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO
RURAL

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERÍA RURAL

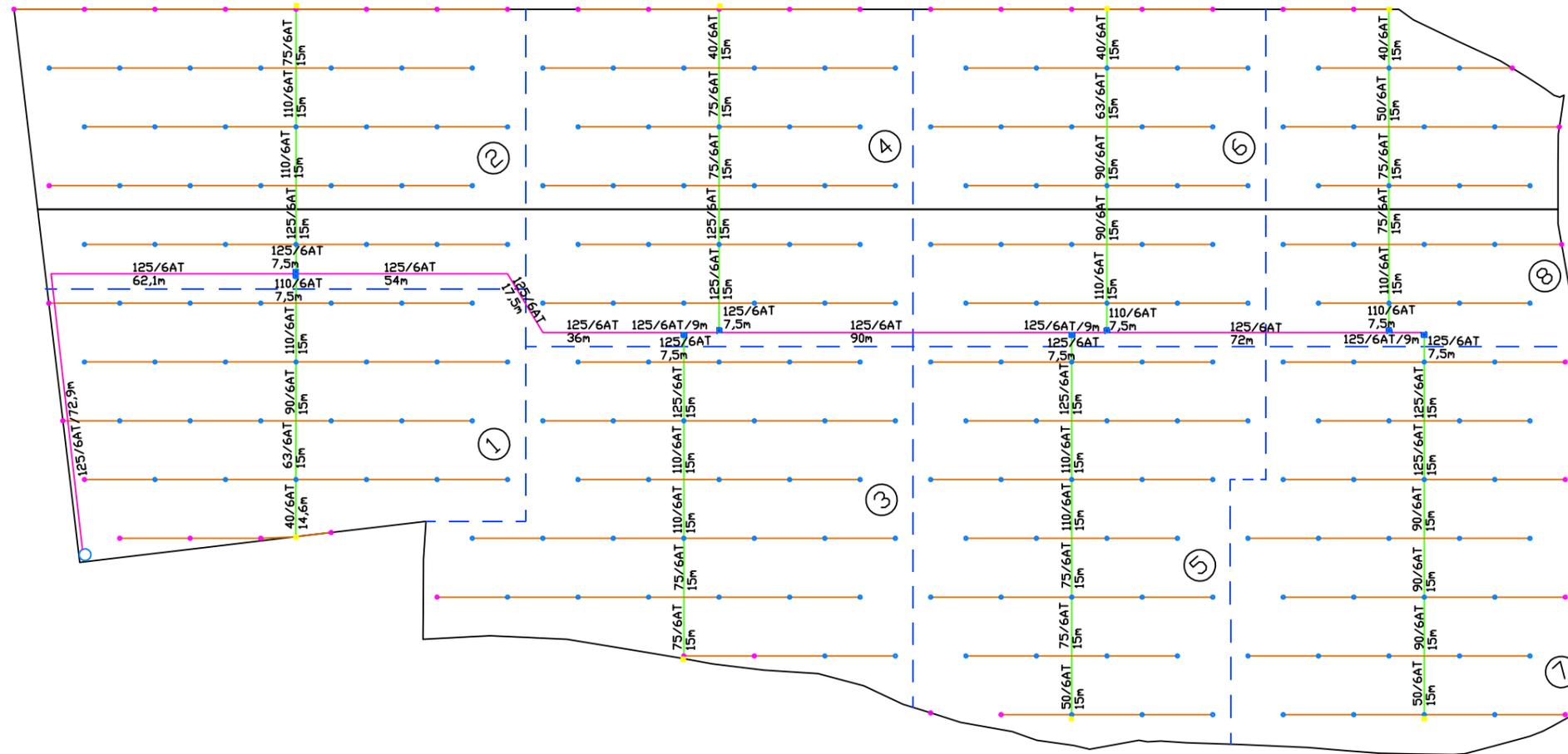
TÍTULO
MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EN LAS
PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO Nº8
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)

AUTOR
DIEGO VILLAR SANZ

FIRMA

PLANO
CARACTERÍSTICAS PARCELAS

Nº PLANO	ESCALA	FECHA
3	1/2000	06/2017



LEYENDA

- Tubería primaria
- Tubería secundaria
- Ramal porta-aspersor
- Aspersor completo
- Aspersor sectorial
- Válvula hidráulica
- Válvula desagüe
- - - Sector
- Limite parcelas
- Hidrante
- 1 Número sector
- $\frac{125}{6AT}$ $\frac{72.9m}{72.9m}$ Dimensiones tuberías (Ø(mm)/presión(atm))
(longitud(m))

upna

E.T.S.I.A.

GRADO EN INGENIERIA
AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO
RURAL

DEPARTAMENTO:
PROYECTOS E
INGENIERÍA RURAL

TÍTULO
MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS
PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO Nº8 EN
EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)

AUTOR
DIEGO VILLAR SANZ

FIRMA

PLANO
RED DE DISTRIBUCIÓN

Nº PLANO	ESCALA	FECHA
4	1/1500	06/2017

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice Pliego de condiciones

1	Objeto	3
2	Antecedentes.....	3
3	Especificaciones técnicas del material necesario para la realización del proyecto ..	3
3.1	Red de distribución	3
3.1.1	Conexión de los hidrantes con la tubería primaria y con el sistema de riego por goteo.....	3
3.1.2	Tuberías primarias que conducen el agua desde el hidrante hasta la cabecera de cada sector.....	4
3.1.3	Tuberías secundarias conducen el agua desde la tubería primaria hasta los ramales porta-aspersores.....	4
3.1.4	Ramales porta-aspersores conducen el agua desde la tubería secundaria hasta las cañas porta-aspersores	5
3.1.5	Cañas porta-aspersores conducen el agua desde los ramales hasta los aspersores	5
3.1.6	Aspersores emiten agua a la parcela.....	5
3.2	Elementos especiales	6
3.2.1	Programadores y automatismos.....	6
3.2.2	Mecanismos de medida	6
3.2.3	Mecanismo de filtrado	7
3.2.4	Válvulas de desagüe	7
4	Ejecución de las obras	7
4.1	Normas generales.....	7
4.2	Replanteo	8
4.3	Excavado y tapado de zanjas	9
4.4	Instalación de la red de distribución	10
4.4.1	Transporte y manipulación de los elementos de la red de distribución....	10
4.4.2	Montaje de los tubos de PVC	10
4.4.3	Ramales porta-aspersores y cañas	11
4.4.4	Anclajes y uniones de las tuberías.....	11
4.4.5	Programadores y solenoides	12
4.4.6	Pruebas de la tubería instalada.....	12
4.5	Conclusión de las obras	14

1 Objeto

El Pliego de Prescripciones Técnicas tiene como objeto definir las obras que se van a llevar a cabo para realizar el proyecto de “Modificación del sistema de riego de las parcelas 617 y 618 del polígono nº 8 en el término municipal de Ablitas (Navarra)”, así como la características y calidades que tienen que tener los materiales que van a ser empleados para su realización como son las tuberías, aspersores, válvulas... Además de las obligaciones del Contratista y de la Dirección de la Obra desde la puesta en marcha del proyecto hasta su entrega a la propiedad.

2 Antecedentes

Actualmente las parcelas ya dispone de sistema de riego, en este caso es por goteo, por lo que ya disponen del hidrante, el cual abastece de agua a la red de distribución, pero también las parcelas disponen de dos filtros de arena que están conectados al hidrante para eliminar posibles partículas presentes en el agua de riego que pueden provocar obstrucciones, también dispone de elementos de medida como son los manómetros y caudalímetros.

3 Especificaciones técnicas del material necesario para la realización del proyecto

3.1 Red de distribución

La red de distribución se va a dividir en las siguientes partes:

- Conexión de los hidrantes con la tubería primaria y con el sistema de riego por goteo
- Tuberías primarias que conducen el agua desde el hidrante hasta la cabecera de cada sector.
- Tuberías secundarias conducen el agua desde la tubería primaria hasta los ramales porta-aspersores
- Ramales porta-aspersores conducen el agua desde la tubería secundaria hasta las cañas porta-aspersores
- Cañas porta-aspersores conducen el agua desde los ramales hasta los aspersores
- Aspersores emiten agua a la parcela

3.1.1 Conexión de los hidrantes con la tubería primaria y con el sistema de riego por goteo

El hidrante es el encargado de abastecer de agua a las parcelas, ya que regula el paso del agua desde la tubería general al sistema de riego. Se encuentra en el interior de una arqueta en uno de los puntos más elevados de la parcela, y como ya se han dicho en los antecedentes ya dispone de sistema de filtrado y elementos de medida.

La conexión del sistema de riego al hidrante va a ser posterior al sistema de filtrado, y se va a unir mediante una “T” de acero que deberá cumplir con la normativa vigente para conducciones a presión, conducciones en el exterior... Se va a utilizar dicha pieza para que el promotor pueda utilizar el sistema de riego que mejor se adapte a sus necesidades, en una de las dos salidas irá unida la tubería primaria del sistema de riego por aspersor con una válvula que controla la apertura y cierre y en la otra salida se dejara únicamente la válvula para que se pueda instalar ahí el sistema de riego por goteo.

3.1.2 Tuberías primarias que conducen el agua desde el hidrante hasta la cabecera de cada sector

La tubería primaria se encarga de conducir el agua desde el hidrante hasta las tuberías secundarias. La tubería primaria va a estar fabricada de policloruro de vinilo (PVC) y va a tener un único diámetro, en el caso de este proyecto un diámetro nominal de 125 mm.

Las tuberías de PVC deberán cumplir las especificaciones de la normativa vigente, en lo que se refiere a las presiones de trabajo, diámetro y demás características.

En este proyecto la presión de trabajo de estas tuberías es de 6 atm, por lo que las tuberías como mínimo deben de soportar dicha presión.

La conexión entre la tubería primaria y la tubería secundaria va a ser mediante “T” de PVC con el diámetro correspondiente en función del diámetro de la tubería secundaria, dichas “T” van a llevar unas válvulas hidráulicas que se controlaran de forma automática un programador que controla unos solenoides para controlar la entra del agua.

3.1.3 Tuberías secundarias conducen el agua desde la tubería primaria hasta los ramales porta-aspersores

Las tuberías secundarias conducen el agua desde la tubería principal hasta cada uno de los ramales que conforman el sector, en este caso estas tuberías secundarias están fabricadas de PVC, por lo que deben de cumplir la normativa vigente en lo que se refiere a conducciones de agua a presión, enterradas, diámetros...

Las tuberías secundarias van a ser telescópicas, por lo que es necesario una serie de reductores de PVC para realizar la conexión de diferente diámetro, los diámetros nominales de las tuberías secundarias van desde 40 mm a 125 mm. Las presiones de trabajo de estas tuberías son de 6 atm, por lo que las tuberías de PVC deben soportar como mínimo dicha presión.

Tanto la tubería primaria como las tuberías van a ir enterradas. Para ello es necesario realizar una zanja de como mínimo 1 m y una anchura mínima de 0,6 m para poder realizar la instalación de forma adecuada. Una vez se ha realizado la zanja se incorporara una capa de arena de unos 0,1 m para facilitar el contacto de la tubería con el suelo, posterior a su colocación e instalación las zanjas se van a cubrir con el material que se ha sacado

de la propia zanja pero eliminando elementos gruesos que pueden provocar daños en la red de distribución.

3.1.4 Ramales porta-aspersores conducen el agua desde la tubería secundaria hasta las cañas porta-aspersores

Los ramales porta-aspersores son tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD), estas tuberías van a tener que cumplir la normativa vigente para su uso a presión, diámetro.

Estas tuberías llevan el agua desde la tubería secundaria a cada uno de las cañas porta-aspersores, tienen un diámetro fijo de 32 mm y presión mínima de 6 atm.

Para su instalación es necesario una serie de piezas especiales, “T”, codos... Sobre ellas se van a colocar las cañas porta-aspersores. Estas tuberías van a ir enterradas a la misma profundidad del resto de tuberías, pero para su colocación se va a utilizar rejón para introducirla a una profundidad de 0.9 m. Tras su instalación se realizarán unos pequeños agujeros en el lugar donde va a ir colocado la caña porta-aspersor para poder colocar el bloque de hormigón prefabricado y su instalación posterior, el orificio será de 0,5x0,5x1,2 m.

3.1.5 Cañas porta-aspersores conducen el agua desde los ramales hasta los aspersores

Estas cañas porta-aspersores van a ser de acero galvanizado, van a tener una longitud de 3 m, y van a tener que cumplir la normativa vigente para la conducción de agua a presión para uso agrícola.

Estas cañas se va instalar mediante unas “T” de latón galvanizado de forma roscada, y se fijaran mediante un bloque de hormigón prefabricada de unas dimensiones de 0,2x0,2x0,15 m para su correcta colocación. Con la Colocación de las “T” se permite que el agua continúe circulando hasta el resto de cañas porta-aspersores del ramal.

3.1.6 Aspersores emiten agua a la parcela

Los aspersores son los encargados de distribuir el agua por la superficie de la parcela, en este caso se ha escogido un marco de 15,6 x 18 m en forma triangular (tresbolillo). Con este marco tenemos una distancia entre ramales de 15,6 m y una distancia entre los aspersores del mismo ramal porta-aspersor de 18 m.

Los aspersores irán colocados sobre las cañas porta-aspersores de manera roscada, para evitar pérdidas de agua y de presión que puede ocasionar aplicaciones poco uniformes.

Los aspersores van a ser de dos tipos diferentes totales y sectoriales.

3.2 Elementos especiales

En este apartado se van a determinar las especificaciones técnicas de los elementos que complementan la red de distribución como son:

- Programadores y automatismos
- Mecanismos de medida
- Sistema de filtrado
- Válvulas de desagüe

3.2.1 Programadores y automatismos

La automatización dentro de las parcelas se realiza de forma independiente. La automatización se va a realizar mediante el control de válvulas hidráulicas colocadas en la cabecera de cada sector, este control se va a realizar mediante unos solenoides que van a abrir o cerrar el paso del agua a los microtubos que se conectan con la válvula hidráulica.

Cuando el solenoide abre el conducto, se produce la circulación por el microtubo y llega a la válvula hidráulica abriéndola y permitiendo el paso del agua a la tubería secundaria de ahí pasará a los ramales porta-aspersores y de ahí a los aspersores que distribuirán el agua por la superficie correspondiente al sector. Los solenoides están gobernados por el programador de riego, en el que se han introducido los programas de riego.

Tanto el programador como los solenoides se encuentran dentro de la arqueta, para evitar de este modo el deterioro de los mismos.

3.2.2 Mecanismos de medida

Manómetros

Miden la presión dentro de la tubería en un determinado punto. Son aparatos muy útiles para detectar posibles problemas en la instalación.

En este caso la instalación ya cuenta con dos manómetros uno a la entrada y otro a la salida del sistema de filtrado, por lo que no sería necesario colocar ninguno más. Si fuera necesaria se colocarían en la zona de menor presión para comprobar si la presión es adecuada para una aplicación uniforme.

Caudalímetros

Permiten conocer el caudal que pasa por un determinado punto, este caudalímetro ya está instalado en las parcelas y se encuentra a la salida del hidrante.

3.2.3 Mecanismo de filtrado

En las parcelas ya se encuentran dos filtros de arena que se encuentran directamente conectados al hidrante y evitan el paso de partículas que se encuentran el agua de riego a la red de distribución.

3.2.4 Válvulas de desagüe

Son válvulas que permiten la evacuación del agua tras el riego, para evitar desarrollo de bacterias o formación de precipitados que pueden dar lugar a obstrucciones y se evita que se produzcan daños por heladas. Se van a colocar a la salida de las tuberías secundarias.

4 Ejecución de las obras

En este apartado del Pliego de Condiciones se van dictaminar todas las normas generales para la adecuada ejecución del presente proyecto, así como las particularidades de las diferentes fases necesarias para satisfacer las necesidades del promotor.

Por ello este se va a dividir en:

- Normas generales
- Replanteo
- Excavado y tapado de zanjas
- Instalación de la red de distribución
- Pruebas de la tubería instalada
- Conclusión de las obras

4.1 Normas generales

La Dirección de Obra comprobará los equipos e instalaciones que le han sido aportados por el Contratista, con el fin de comprobar su estado y descubrir posibles daños o problemas en los materiales. La aprobación por parte de la Dirección de Obra se entiende únicamente de la aptitud técnica, no exime al Contratista de ninguna responsabilidad.

El Contratista utilizará la maquinaria adecuada así como el material necesario para realizar de forma adecuada el proyecto.

Además el Contratista debe de tomar todas las medidas necesarias para evitar tanto daños personales como materiales, cumpliendo toda la legislación vigente relacionada con este aspecto. El Contratista será el único responsable en caso de accidente producido durante la ejecución del proyecto, haciéndose cargo de coste de cualquier percance que afecte tanto a las personas como al material e incluso a problemas que se ocasionen tanto en la parcela en la que se va a realizar el proyecto como en las demás o incluso en los caminos de acceso.

El Contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en este proyecto, y en caso de duda o aspectos ocultos, se deberá poner en contacto con el Director de Obra con el fin de solucionar cualquier imprevisto, cualquier modificación del presente proyecto será consultado con el promotor y deberá quedar constatado por escrito cualquier cambio que se produzca de forma posterior a la aprobación del promotor.

El Director de Obra deberá aprobar el Plan de Obras propuesto por el Contratista, y deberá hacer que se cumpla. Para ello el Director de Obra realizará mensualmente la medición de las distintas unidades de obras ejecutadas desde la anterior medición, para comprobar de este modo que se va a cumplir la fecha de entrega.

Todas las operaciones de reposición o corrección de cualquier elemento de la instalación que sean necesarias durante el periodo de realización del proyecto se realizarán con las indicaciones pertinentes de la Dirección de Obra. Los cargos económicos que deriven de la mala ejecución del proyecto así como del material suministrado por el Contratista que se encuentre deteriorado será obligación del Contratista su corrección y los gastos correrán a cargo a su cargo.

4.2 Replanteo

En primer lugar se tratará el proyecto entre el promotor, la Dirección de Obra y el Contratista con el fin de aclarar posibles dudas que pueden surgir antes del comienzo de las obras.

Una vez el Contratista tiene claro como se van a realizar las obras y antes de su comienzo de las mismas, se hará constatar de forma satisfactoria por medio del Contratista la correspondencia entre las coordenadas de los planos y las coordenadas en el terreno donde se va a realizar el presente proyecto.

También antes de comenzar las obras se va a proceder con el Contratista y la Dirección de Obra al replanteo general de la obra. Una vez finalizado este, se procederá a levantar el acta de comprobación de replanteo. En esta acta se dictaminará la conformidad o disconformidad con el replanteo respecto a los documentos contractuales del proyecto. El plazo de ejecución de las obras comenzará el día siguiente a la firma del acta de replanteo.

Los replanteos se van a llevar a cabo de acuerdo a las instrucciones de los planos adjuntos a este proyecto o si la Dirección de Obra lo cree oportuno con las modificaciones que se hayan podido realizar, estas modificaciones han tenido que ser aprobadas por el promotor del proyecto, quedando dichas modificaciones deberán quedar constatados por escrito.

En el proceso de realización del replanteo, la Dirección de Obra podrá realizarlo de forma conjunta con el Contratista si así lo estima oportuno, para comprobar la adecuada realización del replanteo o incluso podrá volver a ordenar la realización de replanteos parciales si lo considera oportuno.

El Contratista deberá utilizar todos los dispositivos y señales necesarias para realizar de la forma más satisfactoria posible el replanteo, haciéndose este responsable de las mismas.

Cada vez que el Contratista haya finalizado un replanteo parcial, esto deberá ser comunicado a la Dirección de Obra que procederá a su comprobación para que autorice la continuación con las labores de replanteo.

Una vez hayan terminado las labores de replanteo de forma exitosa, será obligación del Contratista custodiar y reponer las señales que se establezcan en el mismo. La Dirección de la Obra podrá suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a causa de la inutilización de uno o varias señales hasta que queden sustituidas por otras.

Cualquier problema producido en la ejecución de las obras a causa de un mal replanteo será obligación del contratista realizar las labores necesarias para su corrección y del coste de dichas correcciones.

4.3 Excavado y tapado de zanjas

Las zanjas van a tener una profundidad de 1 m, y una anchura de 0,6 m para que la instalación ser pueda hacer de forma adecuada en el caso de las tuberías de PVC que presentan un mayor diámetro, en el caso de los ramales porta-aspersores se van a enterrar por medio de un rejón a una profundidad de 0,9 m que es a la profundidad a la que se van a encontrar el resto de tuberías en este caso no se va a realizar una zanja, sino que se va a introducir mediante un rejón.

Tras esto va a ser necesario realizar unos agujeros en el terreno por donde pasan los ramales en el lugar donde se tendrá que instalar un aspersor. Estos agujeros servirán para anclar las cañas porta-aspersores, ya que se anclarán al suelo mediante unos bloques de hormigón prefabricado, por ello el agujero tiene que tener unas dimensiones de 0,5x0,5x1,2 m para poder realizar la instalación de forma adecuada.

En el fondo de la zanja se va a cubrir de una capa de arena de unos 0,10 m, que se va a nivelar para que las tuberías tengan un buen contacto con el suelo evitando de este modo que se produzcan daños en las tuberías y se realizará una leve compactación para asegurar el contacto de la tubería con el terreno.

El tapado de la tubería se va a realizar con el material que se ha extraído de las zanjas, el cual se le van a eliminar los elementos gruesos que pueden provocar daños en la instalación y un mal contacto de la tubería con el terreno.

Para las pruebas que se van a realizar para comprobar el adecuado funcionamiento del sistema de riego se rellenara zanja cuando la prueba así lo exija pero no se procederá al leve compacto por si se produjera cualquier inconveniente.

El Contratista se hará cargo de los gastos producidos por posibles daños que se puedan producir durante la realización de las zanjas de los equipos utilizados para su realización, así como de los materiales para la instalación como las tuberías, válvulas,...

El Contratista se va a encargar de tomar las precauciones necesarias para evitar posibles inundaciones en las zanjas. Además de señalar los posibles peligros que se pueden producir durante la realización de las zanjas y la instalación, y tomando las medidas oportunas para evitarlos.

El Contratista no va a poder entrar en las parcelas colindantes durante la ejecución del proyecto y cualquier daño que se ocasione tanto en la parcela donde se está realizando la obra, las parcelas colindantes o los caminos el coste correrá a cargo del Contratista.

4.4 Instalación de la red de distribución

Tras el replanteo se procederá al despeje de la superficie de la parcela se procederá al marcado de la red de distribución de la forma más exacta posible utilizando coordenadas de una serie de puntos definidos.

4.4.1 Transporte y manipulación de los elementos de la red de distribución

Se hará el acopio únicamente del material que vaya a ser utilizado durante la jornada de trabajo, evitando de este modo que la parcela este cubierta de material y reduciendo la posibilidad de daños en los material y posibles accidentes.

En la carga y descarga de todos los elementos se va a evitar los choques, se depositaran suavemente sobre unos soportes para que no estén en contacto directo con el suelo. Antes de su instalación se realizará una inspección de todos los elementos de la instalación para comprobar su estado. Para la instalación los tubos se desplazaran suspendidos, evitando la rodadura de estos.

El promotor no se va a hacer cargo de ningún pago de cualquier elemento de la instalación que se haya podido deteriorar durante el transporte o la instalación.

4.4.2 Montaje de los tubos de PVC

Una vez realizado las zanjas para la instalación de las tuberías de PVC se va a proceder a su colocación, de forma previa se habrá incorporado una capa de arena de unos 0,10 m de espesor, esta capa se nivelará antes de proceder a la colocación de las tuberías. Para la colocación de las tuberías, se comprobará que están libres de elementos extraños.

Posteriormente se colocaran en el borde de la zanja donde se van a colocar y se suspenderán de forma suave y controlada depositándose en su lugar correspondiente en la zanja. Se comprobara que las tuberías se encuentran en la posición adecuada y que está

bien asentada y que no se encuentran elementos extraños dentro de la tubería como tierra, piedras...

Si la tubería no se encuentra bien asentada o con demasiada pendiente se procederá a su levantamiento y a la incorporación de relleno para corregir dichos problemas.

Cuando se interrumpa la colocación de las tuberías en el interior de las zanjas se taponarán los extremos de las tuberías para evitar la entrada de cualquier animal o materia extraña y cuando se reanude la actividad se comprobará que las tuberías se encuentran libres de elementos extraños.

Se unirán los ramales porta-aspersores con las tuberías secundarias de forma previa a realización de las pruebas y el tapado de la zanja.

Se instalará únicamente un sector, se realizarán la realizarán las prueba pertinentes expuestas en este pliego, una vez el resultado de las pruebas es satisfactorios se continuará con el siguiente sector.

4.4.3 Ramales porta-aspersores y cañas

Para la instalación de los ramales porta-aspersores de polietileno, se realizará mediante un rejón que introducirá la tubería de polietileno a una profundidad de 0,9 m, la profundidad donde se encuentran el resto de las tuberías.

Posteriormente se realizarán agujeros en el lugar donde se han colocado los ramales, para el anclaje de las cañas porta-aspersores, ya que se van a anclar mediante unos bloque de hormigón prefabricado que deben cumplirla normativa vigente, las dimensiones de estos bloques va a ser de 0,2x0,2x0,15 m, por lo que en el lugar donde se tiene que colocar cada aspersor se va a tener que hacer un agujero de 0,5x0,5x1,2 m para poder colocar el bloque de hormigón y poder instalarlo de forma adecuada.

Cada una de las cañas se colocaran a una distancia de 18 m unas de las otras y los ramales a una distancia de 15,6 m.

Se colocaran los ramales y cañas correspondientes a un sector y se comprobar su adecuada funcionamiento antes de cubrir las zanjas y continuar con la instalación.

4.4.4 Anclajes y uniones de las tuberías

Una vez colocados los tubos y las piezas especiales necesarias para su conexión y derivación se va a proceder a su sujeción y unión definitiva.

En este caso las tuberías de PVC se van a sujetar con el propio peso del terreno que se encuentra alrededor de ella si este es lo suficientemente compacto. Si el Directo de Obra lo ve necesario se proceder a la sujeción mediante unos anclajes clavados en el terreno, estos apoyos deberán ser accesibles para la posible reparación de las tuberías.

La unión entre los diferentes elementos que componen la red de distribución se realizará mediante encolados o abrazaderas de metálicas galvanizadas asegurándose de la adecuada unión entre los elementos.

4.4.5 Programadores y solenoides

En primer lugar para la instalación de todos los elementos necesarios para la automatización del riego se instalará el programador dentro de la arqueta, así como los solenoides. Los solenoides se van a conectar al hidrante después del sistema de filtrado mediante unos microtubos, se conectan después del sistema de filtrado para eliminar posibles partículas que pueden provocar obstrucciones en los microtubos.

Posteriormente se instalarán los microtubos que van a recorrer la parcela y que van a conectar los solenoides con las válvulas hidráulicas, para ello va a ser necesario colocar los microtubos en las zanjas donde se encuentran la red de distribución antes del rellenado de las mismas, su colocación se realizará después de haber colocado e instalado la red de distribución así como su conexión de los microtubos con las válvulas hidráulicas.

Estas uniones permanecerán abiertas hasta realizar las pruebas pertinentes para comprobar el correcto funcionamiento de la automatización.

El drenaje del agua utilizada para la automatización del riego se va a expulsar al exterior de la arqueta.

4.4.6 Pruebas de la tubería instalada

Prueba de presión interior

A medida que avance el montaje de la red de distribución se va a proceder a hacer pruebas parciales a presión interna a la distancia fijada por el Directo de Obra. Las pruebas se realizarán con las tuberías correctamente colocadas con todos sus accesorios y la zanja rellena, dejando descubiertas las juntas. Los extremos se cerrarán para evitar fugas de agua.

Se empezará a llenar lentamente mediante un sistema de bombeo. El tramo objeto de la prueba dejando abierto todos los elementos donde puedan dar salida de aire. Para ello en el punto más alto se colocara un grifo de purga para eliminar el aire que se encuentra dentro de la tubería.

El sistema de bombeo irá introduciendo agua dentro del tramo objeto y aumentado a presión lentamente. Comprobando la presión mediante unos manómetros que se instalarán en el tramo objeto. La presión que se alcanzará va a ser 1,4 veces la presión máxima de trabajo en ese tramo.

El tiempo de la prueba va a ser de unos 30 minutos, en los que se van a ir midiendo la presión con los manómetros. Si la presión durante todo el tiempo no acusa un descenso superior al 20% de la presión aplicada, se considera satisfactoria.

Si el descenso es superior al 20% de la presión de prueba, se corregirán las uniones en las que se produce salida de agua o incluso se sustituirán los elementos defectuosos.

Si se observa que alguna de las juntas sale algo de agua aunque la prueba haya sido satisfactoria se procederá a su corrección.

Prueba de automatización

Para evitar posibles problemas en la automatización del riego, se realizará una prueba una vez se haya instalado el sector completo.

Para ello ya se han tenido que colocar los microtubos en la zanja y conectados en la válvula correspondiente. Estos elementos no deben estar cubiertos para comprobar su adecuado funcionamiento.

Para ello se conectara el programador con los solenoides y estos a los microtubulos que a su vez se unirán con la válvula hidráulica que van a controlar. Se va a comprobar la presión de los microtubos mediante un manómetro, el funcionamiento del programador y también se va a controlar la presencia de alguna fuga.

Si se encuentra algún problema, se procederá a su corrección o al cambio del material deteriorado.

Prueba del adecuado funcionamiento de los aspersores

Esta prueba se realiza cuando todo el sector esté completamente instalado. Previamente a esta prueba se procederá a la limpieza del sistema de conducción dejando salir el agua por la caña de los porta-aspersores estará desprovista de los aspersores. El tiempo de limpieza irá a juicio del Director de la Obra, cuando haya concluido el tiempo de limpieza se procederá a la instalación de los aspersores.

A continuación se comprobará el funcionamiento de todos los aspersores, la superficie que cubre cada uno de ellos, así como la uniformidad, así como las posibles fugas que se puedan producir.

En esta prueba también se comprobara de forma paralela la adecuada apertura y cierre de sectores, por ello la prueba de automatización tiene que ser previa a esta.

4.5 Conclusión de las obras

Tras la conclusión de las obras para la instalación del sistema de riego, es responsabilidad del Contratista, la retirada tanto de las parcelas donde se habrá instalado el sistema de riego como de las inmediaciones de escombros, restos de materiales utilizados en la instalación, plásticos etc.

La conclusión de la retirada de dichos restos pertenece a juicio del Directo de Obra, quedando el terreno en las condiciones más semejantes posibles a como se encontraba antes de la instalación del sistema de riego.

DOCUMENTO N°5: ESTADO DE MEDICIONES

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice Estado de mediciones

1	Capítulo 01: Movimiento de tierras	3
2	Capítulo 02: Tuberías	4
3	Capítulo 03: Valvulería	5
4	Capítulo 04: Aspersores	6
5	Capítulo 05: Programadores y automatismos	7
6	Capítulo 06: Seguridad y salud.....	7

1 Capítulo 01: Movimiento de tierras

Tabla 1, estado de mediciones capítulo 01

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición
01.01	Excavación en cualquier terreno, de dimensiones de 0,6 m anchura y 1 m de profundidad para las tuberías de PVC	Excavación zanja tuberías de PVC	m	1.064,10
01.02	Relleno de las zanjas de 0,6 m de anchura y 1 m de profundidad con una capa de arena de 0,1 m en la parte inferior para el asiento de las tuberías y completado con el propio material de las excavaciones y su posterior compactado de forma mecánica	Relleno y compactado de las zanjas	m	1.064,10
01.03	Apertura y tapado de hoyo para colocación de la caña porta-aspersor con los bloques de hormigón prefabricado para su anclaje en los ramales, dimensiones del hoyo 0,5x0,5x1,2 m.	Apertura y tapado del hoyo para la instalación cañas sobre ramales	Ud.	256,00

En la *Tabla 1*, se puede ver el estado de mediciones del Capítulo 01, movimiento de tierras.

2 Capítulo 02: Tuberías

Tabla 2 estado de mediciones capítulo 02

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición
02.01	Tubería de PVC rígida para encolar de 125 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=125 mm, 6 atm, encolado	m	574,00
02.02	Tubería de PVC rígida para encolar de 110 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=110 mm, 6 atm, encolado	m	157,50
02.03	Tubería de PVC rígida para encolar de 90 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=90 mm, 6 atm, encolado	m	90,00
02.04	Tubería de PVC rígida para encolar de 75 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=75 mm, 6 atm, encolado	m	135,00
02.05	Tubería de PVC rígida para encolar de 63 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=63 mm, 6 atm, encolado	m	30,00
02.06	Tubería de PVC rígida para encolar de 50 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=50 mm, 6 atm, encolado	m	45,00
02.07	Tubería de PVC rígida para encolar de 40 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=40 mm, 6 atm, encolado	m	59,60
02.08	Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD), suministrada en rollos, de diámetro de 32 mm y de presión 6 atm, unión manquitos, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PEAD, Ø=32mm, 10 atm, unión manquitos	m	3.841,00
02.09	Colocación de tubería de P.E mediante rejón a una profundidad de 0,9 m	Colocación tubería PEAD	m	3.841,00

En la *Tabla 2*, se puede ver el estado de mediciones del Capítulo 02, tuberías.

3 Capítulo 03: Valvulería

Tabla 3, estado de mediciones capítulo 03

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición
03.01	"T" de acero con pintura epoxi, diámetro 125 mm y unión mediante bridas para la unión entre el hidrante y las válvulas de mariposa, incluido tornillería, colocada, instalada y probada	"T" de acero de 125 mm de diámetro	Ud.	1,00
03.02	Válvula mariposa de diámetro de 125 mm de acero recubierta de pintura epoxi, unión mediante bridas, unen la "T" con la tubería primaria, incluido tornillería, colocada, instalada y probada	Válvula mariposa de 125 mm de diámetro	Ud.	2,00
03.03	Brida enchufe para unir la válvula de mariposa con la tubería primaria diámetro de 125 mm, incluido tornillería, colocada, instalada y probada	Brida conexión de 125 mm de diámetro	Ud.	1,00
03.04	Válvula de desagüe de la tubería secundaria de PVC, formado por una válvula de compuerta de esfera de latón con una presión nominal de 10 atm diámetro 40 mm, incluido las reducciones, conexión, colocado y probado	Válvula de desagüe de latón de diámetro 40 mm y una presión de 10 atm	Ud.	8,00

En la *Tabla 3*, se puede ver el estado de mediciones del Capítulo 03 valvulería.

4 Capítulo 04: Aspersores

Tabla 4, estado de mediciones capítulo 04

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición
04.01	Aspersores de circulo completo de latón con dos boquillas de 4,44 x 2,4 mm, de caudal 0,558 l/s a una presión de 35 m.c.a. con un alcance de 15,7 m, se incluye la "T" o codo de latón que une la caña a la tubería de pe, así como el anclaje de hormigón prefabricado de 0,2x0,2x0,15 m y la caña de acero galvanizado de 3/4" y de 3 m de longitud, doblemente roscado y manguito hembra de 3/4" de acero galvanizado, colocado y probado	Aspersor completo, Q=0,558 l/s, P=35 m.c.a.	Ud.	216,00
04.02	Aspersores sectorial de latón con boquilla de 4 mm, de caudal 0,317 l/s a una presión de 35 m.c.a. con un alcance de 13 m, se incluye la "T" o codo de latón que une la caña a la tubería de pe, así como el anclaje de hormigón prefabricado de 0,2x0,2x0,15 m y la caña de acero galvanizado de 3/4" y de 3 m de longitud, doblemente roscado y manguito hembra de 3/4" de acero galvanizado, colocado y probado	Aspersor sectorial, Q=0,317 l/s, P=35 m.c.a.	Ud.	40,00

En la *Tabla 4*, se puede ver el estado de mediciones del Capítulo 04, aspersores.

5 Capítulo 05: Programadores y automatismos

Tabla 5, estado de mediciones capítulo 05

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición
05.01	Solenoides tipo latch para el control de válvula hidráulica mediante el programador, alimentado con una batería de 12 V, y una presión nominal de 12 atm, incluyendo la conexión con válvulas, soporte, cables y conexión programador, colocado y probado	Solenoides de 12 V, P=12 atm	Ud.	8,00
05.02	Programador electrónico para el riego agrícola con programación temporal, hasta 9 sectores, incluye soportes, conexiones a batería y solenoides, colocado y probado.	Programador de riego para 9 sectores	Ud.	1,00
05.03	Válvula hidráulica de un diámetro de 125 mm, unión mediante bridas, se conectan la tubería principal con las secundarias, acero recubierto pintura epoxi, presión de 8 atm, incluida tornillería, piezas unión con las tuberías, colocada, instalada y probada.	Válvula hidráulica de 125 mm de diámetro	Ud.	8,00

En la *Tabla 5*, se puede ver el estado de mediciones del Capítulo 05, programadores y automatismos.

6 Capítulo 06: Seguridad y salud

Tabla 6 estado de mediciones capítulo 06

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición
06.01	Incluye las señalizaciones pertinentes para advertir de los posibles accidentes que se pueden producir y las medidas para disminuir el riesgo de que se produzcan	Señalizaciones	Ud.	1,00

En la *Tabla 6*, se puede ver el estado de mediciones del Capítulo 06, seguridad y salud.

DOCUMENTO N°6: PRESUPUESTO

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618
DEL POLÍGONO N° 8 EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS
(NAVARRA)

Índice Presupuesto

1	Presupuesto parcial	3
1.1	Capítulo 01: Movimiento de tierras	3
1.2	Capítulo 02: Tuberías.....	4
1.3	Capítulo 03: Valvulería.....	5
1.4	Capítulo 04: Aspersores.....	6
1.5	Capítulo 05: Programadores y automatismos	7
1.6	Capítulo 06: Seguridad y salud	8
2	Presupuesto general	8

1 Presupuesto parcial

1.1 Capítulo 01: Movimiento de tierras

Tabla 7, presupuesto parcial capítulo 01

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
01.01	Excavación en cualquier terreno, de dimensiones de 0,6 m anchura y 1 m de profundidad para las tuberías de PVC	Excavación zanja tuberías de PVC	m	1.064,10	1,38	1.468,46
01.02	Relleno de las zanjas de 0,6 m de anchura y 1 m de profundidad con una capa de arena de 0,1 m en la parte inferior para el asiento de las tuberías y completado con el propio material de las excavaciones y su posterior compactado de forma mecánica	Relleno y compactado de las zanjas	m	1.064,10	2,00	2.128,20
01.03	Apertura y tapado de hoyo para colocación de la caña porta-aspersor con los bloques de hormigón prefabricado para su anclaje en los ramales, dimensiones del hoyo 0,5x0,5x1,2 m.	Apertura y tapado del hoyo para la instalación cañas sobre ramales	Ud.	256,00	2,76	706,56
						4.303,22

En la *Tabla 1*, se puede ver que el presupuesto parcial del Capítulo 01, movimiento de tierras es de 4.303,22 €.

1.2 Capítulo 02: Tuberías

Tabla 8, presupuesto parcial capítulo 02

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
02.01	Tubería de PVC rígida para encolar de 125 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=125 mm, 6 atm, encolado	m	574,00	5,31	3.047,94
02.02	Tubería de PVC rígida para encolar de 110 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=110 mm, 6 atm, encolado	m	157,50	4,20	661,50
02.03	Tubería de PVC rígida para encolar de 90 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=90 mm, 6 atm, encolado	m	90,00	3,50	315,00
02.04	Tubería de PVC rígida para encolar de 75 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=75 mm, 6 atm, encolado	m	135,00	2,53	341,55
02.05	Tubería de PVC rígida para encolar de 63 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=63 mm, 6 atm, encolado	m	30,00	2,14	64,20
02.06	Tubería de PVC rígida para encolar de 50 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=50 mm, 6 atm, encolado	m	45,00	2,09	94,05
02.07	Tubería de PVC rígida para encolar de 40 mm de diámetro y 6 atm de presión, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PVC, Ø=40 mm, 6 atm, encolado	m	59,60	2,01	119,80
02.08	Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD), suministrada en rollos, de diámetro de 32 mm y de presión 6 atm, unión manquitos, color negro, incluido los materiales para unión, montada, colocada y probada	Tubería PEAD, Ø=32mm, 10 atm, unión manquitos	m	3.841,00	0,52	1.997,32

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO Nº 8
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)

02.09	Colocación de tubería de P.E mediante rejón a una profundidad de 0,9 m	Colocación tubería PEAD	m	3.841,00	0,41	1.574,81
						8.216,17

En la *Tabla 2*, se puede ver que el presupuesto parcial del Capítulo 02, tuberías es de 8.216,17 €.

1.3 Capítulo 03: Valvulería

Tabla 9, presupuesto parcial capítulo 03

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
03.01	"T" de acero con pintura epoxi, diámetro 125 mm y unión mediante bridas para la unión entre el hidrante y las válvulas de mariposa, incluido tornillería, colocada, instalada y probada	"T" de acero de 125 mm de diámetro	Ud.	1,00	152,00	152,00
03.02	Válvula mariposa de diámetro de 125 mm de acero recubierta de pintura epoxi, unión mediante bridas, unen la "T" con la tubería primaria, incluido tornillería, colocada, instalada y probada	Válvula mariposa de 125 mm de diámetro	Ud.	2,00	110,23	220,46
03.03	Brida enchufe para unir la válvula de mariposa con la tubería primaria diámetro de 125 mm, incluido tornillería, colocada, instalada y probada	Brida conexión de 125 mm de diámetro	Ud.	1,00	47,63	47,63
03.04	Válvula de desagüe de la tubería secundaria de PVC, formado por una válvula de compuerta de esfera de latón con una presión nominal de 10 atm diámetro 40 mm, incluido las reducciones, conexión, colocado y probado	Válvula de desagüe de latón de diámetro 40 mm y una presión de 10 atm	Ud.	8,00	14,49	115,92
						536,01

En la *Tabla 3*, se puede ver que el presupuesto parcial del Capítulo 03, valvulería es de 536,01 €.

1.4 Capítulo 04: Aspersores

Tabla 10, presupuesto parcial capítulo 04

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
04.01	Aspersores de círculo completo de latón con dos boquillas de 4,44 x 2,4 mm, de caudal 0,558 l/s a una presión de 35 m.c.a. con un alcance de 15,7 m, se incluye la "T" o codo de latón que une la caña a la tubería de pe, así como el anclaje de hormigón prefabricado de 0,2x0,2x0,15 m y la caña de acero galvanizado de 3/4" y de 3 m de longitud, doblemente roscado y manguito hembra de 3/4" de acero galvanizado, colocado y probado	Aspersor completo, Q=0,558 l/s, P=35 m.c.a.	Ud.	216,00	20,57	4.443,12
04.02	Aspersores sectorial de latón con boquilla de 4 mm, de caudal 0,317 l/s a una presión de 35 m.c.a. con un alcance de 13 m, se incluye la "T" o codo de latón que une la caña a la tubería de pe, así como el anclaje de hormigón prefabricado de 0,2x0,2x0,15 m y la caña de acero galvanizado de 3/4" y de 3 m de longitud, doblemente roscado y manguito hembra de 3/4" de acero galvanizado, colocado y probado	Aspersor sectorial, Q=0,317 l/s, P=35 m.c.a.	Ud.	40,00	25,26	1.010,40
						5.453,52

En la *Tabla 4*, se puede ver que el presupuesto parcial del Capítulo 04, aspersores es de 5.453,52 €.

1.5 Capítulo 05: Programadores y automatismos

Tabla 11, presupuesto parcial capítulo 05

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
05.01	Solenoides tipo latch para el control de válvula hidráulica mediante el programador, alimentado con una batería de 12 V, y una presión nominal de 12 atm, incluyendo la conexión con válvulas, soporte, cables y conexión programador, colocado y probado	Solenoides de 12 V, P=12 atm	Ud.	8,00	60,42	483,36
05.02	Programador electrónico para el riego agrícola con programación temporal, hasta 9 sectores, incluye soportes, conexiones a batería y solenoides, colocado y probado.	Programador de riego para 9 sectores	Ud.	1,00	384,12	384,12
05.03	Válvula hidráulica de un diámetro de 125 mm, unión mediante bridas, se conectan la tubería principal con las secundarias, acero recubierto pintura epoxi, presión de 8 atm, incluida tornillería, piezas unión con las tuberías, colocada, instalada y probada.	Válvula hidráulica de 125 mm de diámetro	Ud.	8,00	156,91	1.255,28
						2.122,76

En la *Tabla 5*, se puede ver que el presupuesto parcial del Capítulo 05, programadores y automatismos es de 2.122,76 €.

1.6 Capítulo 06: Seguridad y salud

Tabla 12, presupuesto parcial capítulo 06

Código	Descripción	Resumen	Unidad	Medición	Precio Unitario	Precio Total
06.01	Incluye las señalizaciones pertinentes para advertir de los posibles accidentes que se pueden producir y las medidas para disminuir el riesgo de que se produzcan	Señalizaciones	Ud.	1,00	108,61	108,61
						108,61

En la *Tabla 6*, se puede ver que el presupuesto parcial del Capítulo 06, seguridad y salud es de 108,61 €.

2 Presupuesto general

En este apartado se pueden observar los presupuestos generales para llevar a cabo la modificación del sistema de riego en una superficie de 6,47 ha.

Tabla 13, total presupuesto de ejecución del material

CAPÍTULO 01: Movimiento de tierras	4.303,22
CAPÍTULO 02: Tuberías	8.216,17
CAPÍTULO 03: Valvuleria	536,01
CAPÍTULO 04: Aspersores	5.453,52
CAPÍTULO 05: Programadores y automatismos	2.122,76
CAPÍTULO 06: Seguridad y salud	108,61
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION DEL MATERIAL (PEM)	20.740,28

Como se ve en la *Tabla 7*, el presupuesto de ejecución del material es de:

VEINTE MIL SETECIENTOS CUARENTA EUROS Y VEINTIOCHO CENTIMOS

MODIFICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LAS PARCELAS 617 Y 618 DEL POLÍGONO Nº 8
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ABLITAS (NAVARRA)

Tabla 14, total presupuesto de ejecución por contrata

Presupuesto ejecución del material (PEM)	20.740,28
Gastos generales (9 %)	1.866,63
Beneficio industrial (6 %)	1.244,42
I.V.A. (21 %)	4.355,46
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	28.206,79

Como se ve en la *Tabla 8*, el presupuesto de ejecución por contrata es de:

VENTIOCHO MIL DOSCIENTOS SEIS EUROS Y SETENTA Y NUEVE CENTIMOS

En Pamplona, a 13 Junio de 2017

Fdo. Diego Villar Sanz