

**E.P.S.O**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE**  
**ORIHUELA.**  
**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ.**



PROYECTO DE DIN DE GRADO EN LA ESPECIALIDAD DE MECANIZACIÓN Y  
CONSTRUCCIONES AGROINDUSTRIALES.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO EN UNA PLANTACIÓN JÓVEN  
DE CÍTRICOS DE 4HA EN LA REGIÓN DE MURCIA. CAMPO CARTAGENA.

Orihuela, septiembre de 2021.

Autora.

Laura López Ruiz.

Tutor.

Vicente Lidón Noguera.

Co-tutora.

Marina Alfosea Simón.

## Índice general.

Documento I. Memoria descriptiva y anejos de la memoria.

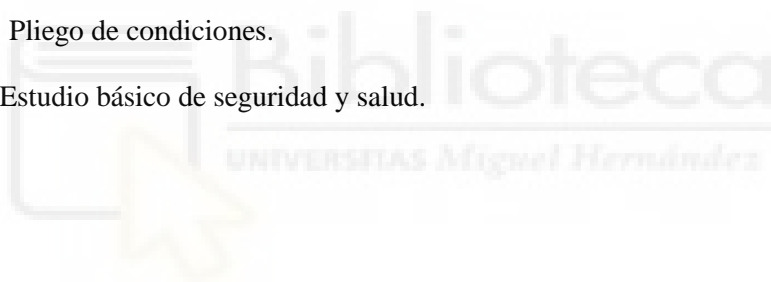
- Anejo 1: Memoria.
- Anejo 2: Situación actual de la producción de limón a nivel regional y estatal.
- Anejo 3: Características de la especie y patrón cultivados.
- Anejo 4: Estudio climatológico.
- Anejo 5: Análisis edafológico.
- Anejo 6: Diseño agronómico.
- Anejo 7: Diseño hidráulico.

Documento II. Planos.

Documento III. Presupuesto.

Documento IV. Pliego de condiciones.

Documento V. Estudio básico de seguridad y salud.



# Documento I. Memoria descriptiva y anejos de la memoria.



## Resumen.

El presente proyecto pretende dar solución al estado de abandono de una finca agraria situada en el término municipal de Cartagena.

Se trata de la transformación a regadío de la finca y nueva plantación de cítricos, concretamente Limón Fino 49 sobre pie de *Citrus macrophylla*.

La transformación pretende renovar el estado de la finca que se conseguirá por medio de actuaciones como limpieza y desbroce de malas hierbas, y abastecer a la nueva plantación de riego por goteo, ocupando una superficie de 4,362Ha.

## Abstract.

The following project aims to solve the state of abandonment of an agricultural property located in Cartagena, Murcia.

The objective is to transform the area from dry land to irrigated land and for this purpose a drip irrigation system will be installed. In addition, a plantation of "Limón Fino 49" on *Citrus macrophylla* will be planted on the land.

Basically, the transformation aims to renew the condition of the site which will be achieved through actions such as cleaning and weeding, and providing the new plantation with a drip irrigation system occupying an area of 4,362Ha.



# 1. Memoria.



## Contenido

1. Introducción. ....	3
2. Objetivo del proyecto. ....	3
3. Normativa aplicada. ....	4
4. Descripción de la finca. ....	6
4.1. Situación. ....	6
4.2. Acceso. ....	6
4.3. Extensión: ....	6
4.4. Situación actual. ....	7
4. Climatología. ....	8
5. Edafología. ....	9
6. Características del cultivo a implantar. ....	10
7. Instalación de riego. ....	11
8. Propuesta de usos y justificación. ....	12
a. Zonas dedicadas a la plantación de cítricos. ....	12
b. Zonas destinadas a la implantación de setos ecológicos. ....	13
c. Recursos de la explotación. ....	13
d. Situación futura sin proyecto. ....	13

## Índice de imágenes:

Imagen 1. Ortofoto obtenida de SIGPAC donde se delimitan los límites del recinto.

## 1. Introducción.

La finca objeto del estudio se encuentra situada en el Término Municipal de Cartagena, posee una superficie bruta de 5,68 Ha de las cuales se pondrán en producción 4,36 Ha.

Actualmente la parcela se encuentra en abandono, no teniendo ningún sistema de conducciones previo. Cabe destacar que las infraestructuras con las que cuenta la explotación están en buen estado (almacenes) y dispone de un embalse ya existente, por lo tanto, solamente será necesario instalar la red de distribución.

La situación actual del regadío en nuestra zona es un tanto complicada ya que, se dan periodos de sequía muy marcados y prolongados. Esto nos lleva a la necesidad de aprovechar los recursos hídricos de los que se disponen, así como, hacerlo con la mayor eficiencia y responsabilidad posible.

Todos estos inconvenientes han llevado a la utilización de técnicas de riego localizado para un mayor control en el uso del agua, eficiencia, productividad y aporte de fertilizantes, que se vierten al cultivo a través del riego.

## 2. Objetivo del proyecto.

El objetivo de este estudio es el de modernizar el regadío de la zona y cambiarlo de riego tradicional a riego localizado a través de una red de tuberías de conducción. Estas tuberías garantizarán el caudal y la presión necesaria para el riego, así como, dispondrán de un diámetro suficiente para evitar obstrucciones en el uso de fertilizantes.

Con esta actuación se pretende mejorar el consumo de agua y también la eficiencia en su aplicación. En riego tradicional se genera estrés hídrico debido a la gran cantidad de agua aportada en poco tiempo y los grandes periodos que se dan entre un riego y otro. Con este sistema este problema se ve solventado y, además, se evita la salinidad en la zona radicular con una frecuencia de riego adecuada.

Los factores que principalmente han motivado el desarrollo de este proyecto son:

- Aumento de la producción de cítricos en la zona.
- Recuperación de las tierras en abandono que anteriormente habían sido un huerto.



## Anejo 1. Memoria.

- Establecimiento de una agricultura ecológica y sostenible en la zona a modo de ejemplo para la sociedad y el resto de agricultores. Se pretende que sirva de ejemplo para demostrar que una agricultura sostenible y que no afecte al medio es posible.

Para poder cumplir estas premisas, se adoptarán las siguientes medidas:

Las actuaciones a realizar en el huerto son de manera resumida las siguientes:

- Limpieza y desbroce.
- Labrado y preparación de la superficie objeto de recuperación
- Plantación de cítricos
- Plantaciones en formación de setos, mesetas y cubrición de bancales.
- Red de riego por goteo con el dimensionado e instalación de tuberías de PE y PVC para los ramales portagoteros, las terciarias, secundarias y primaria. Esta red contará con los elementos de seguridad necesarios.
- Plantación de cítricos.
- Plantación en distintos bancales de plantas auxiliares autóctonas que sirvan como reservorio de enemigos naturales para las plagas del cultivo. De esta manera se consigue una producción más respetuosa con el medio ambiente, reduciendo las aplicaciones de fitosanitarios.

## 3. Normativa aplicada.

-Ley 3/2020, de 27 de julio, de recuperación y protección del Mar Menor.

-Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

- Real Decreto 466/1980, de 29 de febrero, sobre transferencias de competencias de la Administración del Estado al Consejo Regional de Murcia en materia de urbanismo, agricultura, actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, ferias interiores, turismo, transportes, administración local, cultura y sanidad.

- Orden de 28 de julio de 1974 por el que se aprueba el “Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua”

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

## Anejo 1. Memoria.

- Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

- Calidad.

- Norma ISO 15081:2011 por la que se regulan los símbolos utilizados en los diagramas, planos y mapas técnicos.

- UNE-EN 1074, por la que se regulan las válvulas de suministro de agua.

- UNE-EN 1267, por la que se regulan las válvulas industriales.

- ISO 9635 por la que se regulan las válvulas de riego.

- ISO 9912, por la que se regulan los equipos de filtrado.

- UNE EN 14268, por la que se regulan los contadores de agua de riego.

- UNE 53367, por la que se regulan los sistemas de canalizaciones en materiales plásticos para la conducción de agua de microrriego.

- UNE-EN ISO 9261, por la que se regulan los emisores y las tuberías emisoras en el riego localizado.

- UNE-EN 17176, por la que se regulan los materiales plásticos de agua de riego, saneamiento y alcantarillado con presión de PVC.

- Normativa de la serie 9000, la ISO 9000 es la norma que establece los criterios de selección y utilización de las normas. Las normas ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003 especifican los modelos que deben usarse en condiciones contractuales y la ISO 9004 es una guía extensa para la implantación del sistema de calidad.

## 4. Descripción de la finca.

### 4.1. Situación.

La zona objetivo del estudio se encuentra situada en el Término Municipal de Cartagena, al este de la Región de Murcia (Plano nº1, Situación).

Se encuentra 30m sobre el nivel del mar y sus coordenadas geográficas son:

Latitud: 37° 38' 31'' N.

Longitud: 0° 47' 20'' W.

### 4.2. Acceso.

El acceso se efectúa a través de la autovía de La Manga (RM-12) tomando la salida nº5 en dirección al Monasterio de San Ginés de La Jara.

### 4.3. Extensión:

La superficie de la parcela agrícola objeto de la presente memoria queda ubicada y delimitadas en el plano adjunto. La parcela cuenta con la referencia SIGPAC 30-16-100-9000-37 y cuenta con una superficie de 5,68Ha y una pendiente media del 3,33%



Imagen 1. Ortofoto obtenida de SIGPAC donde se delimitan los límites del recinto.

## Anejo 1. Memoria.

Aunque la parcela cuenta con la superficie de las 5,68Ha antes citadas en un principio se prevé que la explotación de cítricos sea de 4,362ha, quedando el resto libre en espera de posibles usos o futuras plantaciones.

Las dimensiones máximas de la parcela son de 280 metros en dirección norte sur, y de unos 250 metros en dirección este-oeste.

Como se ha descrito anteriormente, la parcela tiene una pendiente media de 3,33% que ayudará a paliar las pérdidas de carga que pueda haber en las conducciones ya que, todos los ramales portagotos, tuberías primarias, secundarias y terciarias está diseñadas a favor de la pendiente.

### 4.4. Situación actual.

La parcela forma parte del Monasterio de San Ginés de la Jara (B.I.C.) perteneciente al Término Municipal de Cartagena. Se trata de un antiguo monasterio que cuenta con un huerto que, en el pasado, cuidaban los monjes que allí habitaban. Actualmente se encuentra en abandono y la finalidad de este proyecto es devolverle la importancia con la que anteriormente contaba y poner en valor una zona de gran relevancia de la Región de Murcia.

La situación actual de la parcela es la de total abandono. Se mezclan plantas autóctonas de gran valor medioambiental con matorrales secos que lo único a lo que favorecen es a crear el ambiente idóneo para el desarrollo incendios que afectarían gravemente al huerto y monasterio, así como a las zonas limítrofes de gran valor tanto agrícola como cultural.

## 4. Climatología.

Los datos climáticos utilizados han sido los obtenidos de la estación meteorológica de La Aljorra, cercana a la explotación, encontrándose a apenas 26km de esta. Cabe destacar que desde 2017 hay una nueva instalación meteorológica en Los Belones, algo más cercana a la parcela. Sin embargo, no se recogen los datos de esa estación al no tener registros anteriores a 2017, con lo cual no nos proporciona una amplia visión del clima y de su variación a lo largo del tiempo.

Para conocer las características climatológicas del área donde se encuentra la finca se realiza un estudio climatológico, a partir del cual se obtiene información no sólo de los parámetros necesarios para el cálculo de las necesidades hídricas de los árboles de la plantación, sino también de cuáles pueden ser los posibles eventos que perjudiquen a la plantación y al sistema de riego.

Se ha utilizado la media de los últimos diez años (1/01/2010 a 31/12/2020) y utilizando también los datos de este año en curso hasta el mes de julio.

Los datos que se han tenido en cuenta son los de: temperatura, precipitación, humedad y evapotranspiración de referencia.

A continuación, se adjunta una tabla resumen de la media de los diez años.

<b>MES</b>	<b>ET0(mm)</b>	<b>T. Máxima</b>	<b>T. Mínima</b>	<b>T. Media</b>	<b>Precipitación(mm)</b>
<i>ENERO</i>	54,59	22,41	1,27	11,84	13,39
<i>FEBRERO</i>	70,23	23,94	1,69	12,82	3,64
<i>MARZO</i>	96,37	25,66	3,15	14,41	16,11
<i>ABRIL</i>	119,14	27,02	7,23	17,13	3,52
<i>MAYO</i>	160,11	31,43	8,88	20,15	2,93
<i>JUNIO</i>	182,17	34,75	13,40	24,08	6,46
<i>JULIO</i>	195,08	35,74	17,37	26,55	0,34
<i>AGOSTO</i>	172,39	37,41	18,54	27,98	1,48
<i>SEPTIEMBRE</i>	124,18	33,17	15,24	24,20	1,05
<i>OCTUBRE</i>	85,96	30,65	9,85	20,25	2,60
<i>NOVIEMBRE</i>	58,73	24,83	5,66	15,24	6,39
<i>DICIEMBRE</i>	45,78	22,37	2,37	12,37	1,89

Tabla 1. Resumen de datos climáticos a partir de los datos obtenidos de la estación meteorológica de La Aljorra. Elaboración propia.

## Anejo 1. Memoria.

Con los datos obtenidos de temperatura y precipitación podemos elaborar un climograma que nos proporcionará una visión global del clima que posee la zona.

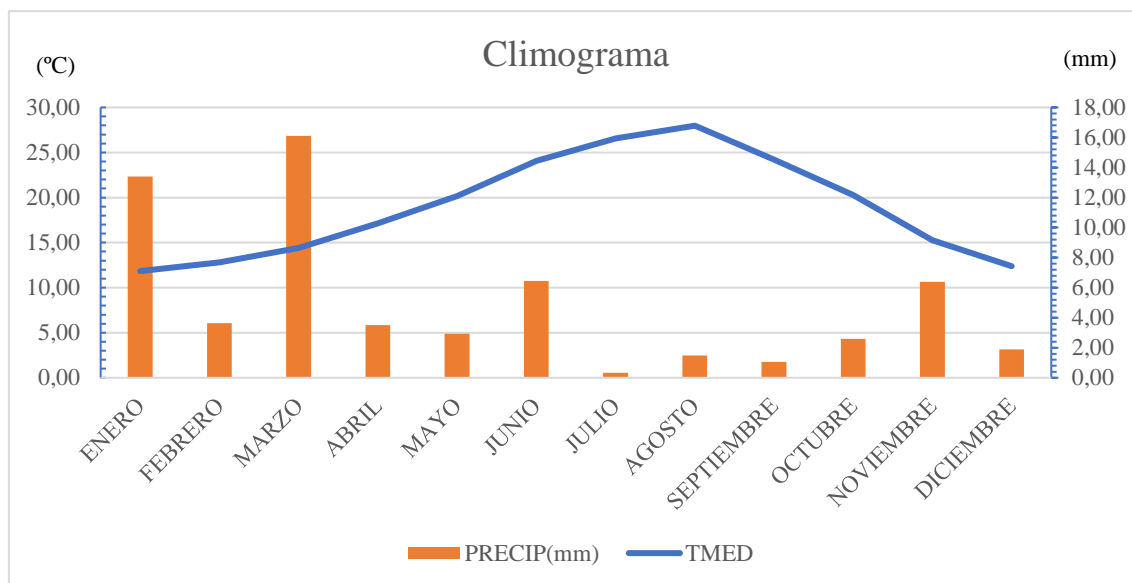


Gráfico 1. Climograma elaborado a partir de Los datos de la “Tabla 1”. Elaboración propia.

La clasificación climática viene determinada por diversos autores en forma de índices que son relaciones numéricas entre los distintos elementos del clima. Con estos datos podemos predecir las especies vegetales que se pueden cultivar en la zona y los efectos previsibles que puedan darse sobre estas.

## 5. Edafología.

Uno de los factores más limitantes a la hora de instalar un nuevo cultivo es el tipo de suelo. Por ello es necesario realizar un pequeño análisis de las condiciones edafológicas de la zona para comprobar su compatibilidad con la especie vegetal.

Para este análisis se han tomado los datos de un estudio realizado por el Departamento de Geología de la Universidad de Murcia en colaboración con la Sociedad Española de las Ciencias del Suelo, en 1979 que fue posteriormente normalizado y ampliado por A. Saa y J. Gallardo en 2017.

En este análisis se refleja el porcentaje de arena, limo y arcilla que posee una parcela a distintas profundidades del Campo Cartagena. Cabe señalar que no se trata de la misma parcela

## Anejo 1. Memoria.

en la que se plantarán los árboles, pero se toman esos datos debido a la imposibilidad de realizar un análisis propio. La parcela de la que se toman las muestras se encuentra en el campo de Cartagena dentro de la Hoja Geológica nº 955. Esta hoja se ha comprobado y a ella también pertenece la parcela del Monasterio de San Ginés de la Jara, por lo tanto, los valores del análisis serán muy aproximados.

	<b>Arena (%)</b>	<b>Limo (%)</b>	<b>Arcilla (%)</b>	<b>pH</b>	<b>CaCO<sub>3</sub> (%)</b>	<b>CE dS/m</b>	<b>Sat. Bases (%)</b>
<i>Valores medios</i>	12.37	46.95	40.67	8,17	27.67	1.25	99.5

Tabla nº3. Elaboración propia a partir de los datos desarrollados en el estudio de la Universidad de Murcia.

La textura obtenida es una media entre un suelo de textura arcillo-limosa y franco-arcillo-limosa. Las características de las partículas que conforman el suelo son:

- **Limo:** tienen gránulos de tamaño intermedio son fértiles y fáciles de trabajar. Forman terrones fáciles de desagregar cuando están secos.
- **Arcilla:** son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua. Los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos.

La combinación de ambos hace que las características del suelo sean buenas y adecuadas para la plantación, ya que retienen humedad. Por otro lado, pueden producir escenarios de encharcamiento que se pretenden evitar con una buena planificación de los riegos. Para evitar el encharcamiento en épocas de lluvia, la plantación de arbolado se hace sobre mesetas elevadas sobre el terreno, por lo tanto, el agua discurrirá por las calles que quedan entre las mesetas, protegiendo en mayor medida a los árboles.

## 6. Características del cultivo a implantar.

La especie que se cultiva en el caso del limón (*Citrus limon* L. Burm.) es Limón Fino 49 sobre pie de *Macrophylla*, elección sobre la que trataré más adelante en el anejo reservado para ello.

El limonero pertenece a la familia de las Rutáceas y se caracteriza principalmente por ser un árbol vigoroso y de porte erguido. Su vegetación es menos densa que la del naranjo por lo que los problemas de aireación e insolación en el caso del limonero son menores. Cabe destacar que los

## Anejo 1. Memoria.

limoneros son ejemplares algo menos resistentes a las heladas que otros cítricos, sin embargo, se recupera de mejor manera que estos. Este aspecto hay que tenerlo en cuenta, sin embargo, como veremos en los apartados sucesivos, no nos encontramos en una zona especialmente sensible a las heladas por lo tanto el limonero se adaptará perfectamente a la zona.

El limonero ha sido elegido por varios motivos:

- Principalmente por su rentabilidad, ya que se trata de un cultivo muy apreciado a nivel nacional y sobre todo internacional. También porque la producción de cítricos de Europa se encuentra en España, y concretamente en el sureste peninsular, por lo tanto, la demanda de producto desde el mercado internacional está asegurada.
- Climatología idónea para su implantación.
- Cosecha no solo utilizada para su consumo en fresco, sino que también se utiliza para la industria alimentaria y cosmética lo que nos ofrece un abanico más amplio de comercialización en caso necesario.

Con respecto al patrón destacar que se elige el patrón de *Citrus macrophylla* de entre el patrón de Naranja Amarga, *Citrus macrophylla* y *Citrus volkameriana*. Las razones de esta elección están detalladas en los puntos sucesivos.

Por otro lado, se pretende en todo momento que la plantación se encuentre en unas condiciones de sanidad óptimas. Para ello se debe disponer de una correcta aireación de los árboles, separación suficiente para que puedan desarrollarse y producir frutos de alto valor comercial. No debemos olvidar tampoco las labores culturales que se tienen que llevar a cabo, como la poda, recolección, control visual para comprobar el estado sanitario del cultivo... Por lo tanto se establece un marco de plantación de 7x5m que nos proporciona todas las características antes descritas a la vez que se aprovecha al máximo el espacio de las distintas parcelas.

## 7. Instalación de riego.

La instalación de riego dispondrá de un cabezal de riego en contenedor fuera del recinto junto al embalse ubicado al Noreste en la misma finca en la que se incluye el Monasterio. La electrobomba de impulsión de la instalación, es de tipo sumergido y se encuentra alimentada por un pequeño grupo electrógeno. Esta electrobomba transporta el agua desde la tubería de salida de la balsa hasta el cabezal de riego.

Desde el cabezal el agua es distribuida a la finca a través de un motor monofásico de 2CV que impulsa un caudal de hasta 17000l/h con una presión máxima de trabajo de 25 m.c.a. Esta



## Anejo 1. Memoria.

presión está regulada para que trabaje a 20 m.c.a y que los goteros rieguen con la máxima eficiencia y las menores obstrucciones. Se reservan los 5 m.a.c restantes para posibles ampliaciones de la parcela.

La tubería primaria, dispondrá de cuatro derivaciones a la que se conectarán las tuberías secundarias. A partir de esta se realizarán las conexiones necesarias con las distintas terciarias que alimentan a los ramales de riego.

El riego de los cítricos se realizará mediante una tubería secundaria de PVC enterrada a la que se conectarán los distintos ramales de riego. En este caso, se prevé una primera tubería de riego de polietileno de 13,2x16mm porta goteros. Los goteros irán insertados en esta tubería disponiendo un único gotero por árbol de caudal nominal 4 litros/h. Estos serán autocompensantes y antidrenantes. Más adelante, cuando los árboles sean adultos, se instalarán un segundo ramal portagoteros por línea de árboles.

Los ramales definitivos están compuestos por dos ramales por línea de árboles una tubería a cada lado del tronco que disponen de tres emisores cada una con un caudal de 4l/h. Esto sumaría un total de seis emisores por árbol disponiendo cada ejemplar de un caudal de 24l/h. De esta forma se satisfacen las necesidades de riego y abonado que requieran.

Para garantizar el correcto crecimiento durante los primeros años y con el fin de contener la tierra de la bancada sobre la que se dispone la plantación, se colocará sobre ésta una malla anti hierba, que será retirada a los dos o tres años de la plantación. Una vez realizado esta retirada se dispondrá de la red de riego definitiva que se ha descrito anteriormente para los árboles adultos.

Las instalaciones de riego seguirán los bordes de los caminos, las zonas de setos y las zonas de bancales de manera superficial.

## 8. Propuesta de usos y justificación.

### a. Zonas dedicadas a la plantación de cítricos.

Se dividirá el antiguo huerto en ocho parcelas en las que se plantarán limoneros de la variedad Fino 49. Estas parcelas dispondrán de caminos de acceso lo suficientemente amplios como para permitir el acceso de la maquinaria que fuese necesaria para llevar a cabo las labores típicas del cultivo (tratamientos, recolección, poda...).

Por los bordes de estos caminos discurrirán las distintas tuberías que se diseñarán para el riego de la plantación, en lugar de por el centro de ellos. De esta forma no se verán dañadas cuando maquinaria pesada tenga que acceder a las parcelas.

## Anejo 1. Memoria.

Los árboles serán dotados de riego por goteo y los bordes de los bancales contarán con flora auxiliar para que sirva de refugio a depredadores naturales de las plagas del cultivo.

### b. Zonas destinadas a la implantación de setos ecológicos.

Aprovechando las plantaciones arbóreas existentes y bordes de caminos, se implementarán especies arbóreas y arbustivas en los bordes de caminos que sea posible y también en grupos repartidos por pequeñas parcelas alrededor de la explotación.

Estos setos, a diferencia de la plantación no dispondrán de riego por goteo ya que son especies autóctonas de la zona bien adaptadas al clima. Aun así, se les prestará la atención necesaria, regándolas de manera manual si fuese necesario. Sobre todo, en el periodo estival, pudiendo este ser el más crítico para las especies.

En el interior de las calles de los bancales del huerto que se dediquen a la explotación se permitirá el crecimiento de la vegetación espontánea, para evitar el arrastre de suelo. En cumplimiento también de las medidas del Mar Menor.

### c. Recursos de la explotación.

El promotor cuenta con las instalaciones del antiguo monasterio como las antiguas cuadras que utilizaban para los animales de los que disponían para guardar ahí los aperos a utilizar. Al tratarse de una plantación no excesivamente grande, recordamos que se plantarán 4,362Ha, la maquinaria con la que cuenta la explotación no será muy numerosa.

Por lo tanto, no es necesaria la construcción de una nave de aperos específica. Así mismo, el cabezal de riego se encuentra instalado fuera del perímetro que rodea a la parcela en un contenedor independiente.

### d. Situación futura sin proyecto.

La situación que se presenta si no se lleva a cabo el proyecto es bastante desoladora. Se trata del abandono completo de la parcela plagada de matorrales y de acumulación de desechos que solo favorecen el deterioro del enclave. Del mismo modo, la recuperación de la parcela lleva consigo la rehabilitación del Monasterio recuperando un B.I.C que quedaría en situación de ruina.

# Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.



## Contenido

1. Situación económica del cultivo en la Región de Murcia. ....	4
2. Situación económica del cultivo a nivel nacional. ....	6
3. Conclusión.....	13

## Índice de tablas.

Tabla 1. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Tabla 2. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Tabla 3. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Tabla 4. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Tabla 5. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Tabla 6. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

## Índice de gráficas.

Gráfica 1. Producción de limón en la Región de Murcia desde 1975 a 2021. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas de la Consejería Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

Gráfica 2. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Gráfica 3. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Gráfica 4. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

## Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

Gráfica 5. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Gráfica 6. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Gráfica 7. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.



## 1. Situación económica del cultivo en la Región de Murcia.

Las áreas más importantes de producción y cítricos comerciales son zonas subtropicales, áridas o semiáridas en las que la temperatura mínima esté por encima de los  $-4^{\circ}\text{C}$ .

La superficie cultivada de cítricos en la región se ha incrementado un 5,7% en los últimos doce años. Esto es debido al aumento en superficie de pomelo (134%), mandarino (84%) y naranjo (12%). El único cultivo que ha reducido superficie es el limonero que ha perdido 1.828 hectáreas de cultivo en este periodo (-7,4%) y, aun así, sigue representando el 58% de la superficie de cítricos regional.

Esta disminución ha sido debida fundamentalmente a la competencia comercial de terceros países; principalmente, Turquía como productor en competencia con el limón Fino murciano de otoño-invierno y Argentina como competidor con el limón Verna murciano de primavera-verano. La gráfica 2 nos muestra la evolución de la producción regional cultivada de limón.

La Región de Murcia es una de las potencias a nivel nacional del cultivo de cítricos y en especial de limón. Solo el limón en las tierras de cultivo de Murcia ha pasado de obtener una producción de 402.024 toneladas en el año 1999 a 664.000 toneladas en la campaña de 2020 según datos del Ministerio de Agricultura y la Comunidad Autónoma de La Región de Murcia. Actualmente supone un 58% la superficie agraria de la comunidad.

Las previsiones que se establecen para la campaña de 2020/2021 en la Región de Murcia hacen que reafirme su liderazgo a nivel nacional en la producción de limón y se estima que el 63% de la producción nacional saldrá de la Región. Por otro lado, el consejero de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente reconoció este año que “esta campaña se ha apreciado una mayor precocidad en las variedades tempranas con calidad y calibre comercial adecuados para realizar el primer corte de limón fino con adelanto de algunas semanas con respecto al año pasado”

Si analizamos el balance de la cosecha en la campaña de 2019/2020 se produjeron cerca 554.000 toneladas de limón en la Región de Murcia y de esta cantidad, el 69,9% corresponde al cultivo de limón fino contando.

Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

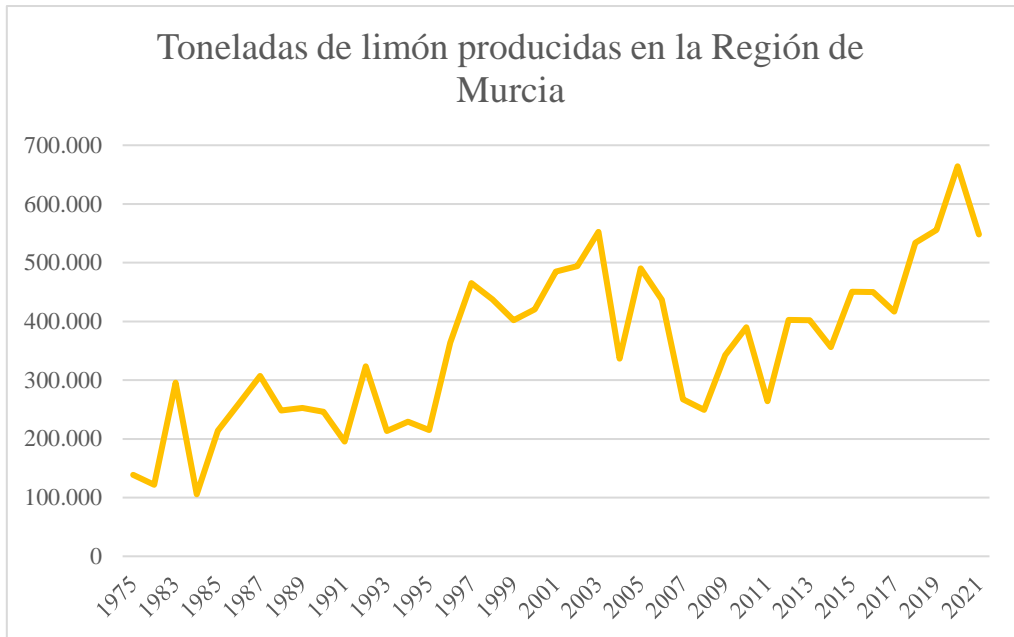


Gráfico 1. Producción de limón en la Región de Murcia desde 1975 a 2021. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas de la Consejería Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente de la Región de Murcia.



## 2. Situación económica del cultivo a nivel nacional.

Los cítricos constituyen con diferencia el principal grupo de frutales de regadío en España en cuanto a superficie cultivada. De hecho, el 56% de la superficie cultivada total de frutales (incluyendo cítricos, hueso y pepita, frutos secos) corresponde a los cítricos (MAGRAMA, 2013).

Las especies de cítricos más cultivadas en España son el naranjo dulce, el mandarino, el limonero y el pomelo. Los cítricos ocupaban una superficie de 314.887 hectáreas según datos nacionales de 2011, siendo el limonero la tercera especie de cítricos cultivada con una superficie de 39.571 hectáreas.

El cultivo de cítricos en general y de limonero en particular en España se realiza principalmente en zonas costeras del este y sur de la península y se localiza sobre todo en lugares próximos al litoral y en los valles de los ríos, zonas prácticamente fuera del riesgo de heladas.

La mayoría del cultivo del limón está concentrado en el sureste español por las buenas condiciones edafoclimáticas y la elevada tecnificación e intensificación alcanzada en la zona. Así, sumando las superficies de cultivo de Alicante y Murcia del año 2011 (9.966 y 22.764 hectáreas, respectivamente), esta zona representa el 83% de la superficie nacional. Estos mismos datos, en 2017 ascienden a 11.160Ha en Alicante y 24.392Ha en Murcia, que sigue representando el 83% de la superficie de cítricos cultivada en toda España.

En relación a variedades, Murcia tiene el 68% de la superficie cultivada de limonero Fino a nivel nacional y el 39% del limonero Verna. En este sentido, aunque en los últimos años ha habido un gran avance relativo del limonero Fino, Murcia sigue siendo el primer productor en ambas variedades.

A continuación, se adjuntan unos gráficos de elaboración propia a partir de datos del Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en los que los últimos datos fiables son del año 2017.

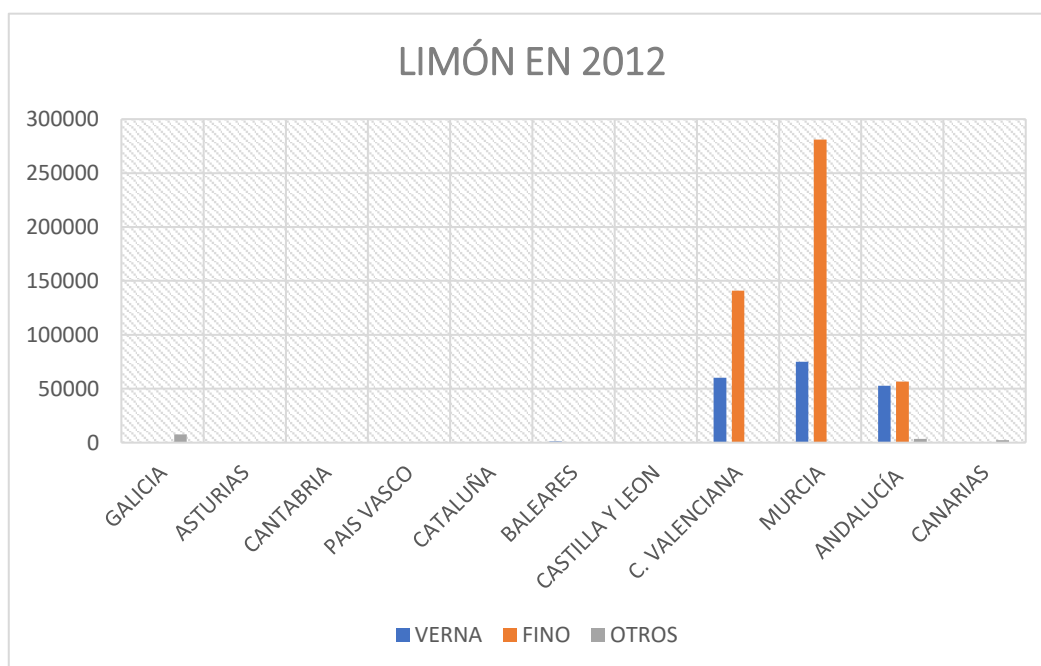


Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

- Producción de limón fino por comunidades autónomas en el año 2012.

	<b>VERNA</b>	<b>FINO</b>	<b>OTROS</b>
<b>GALICIA</b>	0	0	7618
<b>ASTURIAS</b>	0	0	64
<b>CANTABRIA</b>	0	325	0
<b>PAIS VASCO</b>	128	85	30
<b>CATALUÑA</b>	128	85	30
<b>BALEARES</b>	1052	144	368
<b>CASTILLA Y LEON</b>	0	0	0
<b>C. VALENCIANA</b>	60183	140804	0
<b>MURCIA</b>	75154	281056	0
<b>ANDALUCÍA</b>	52828	56775	3436
<b>CANARIAS</b>	302	204	2340

Tabla 1. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación



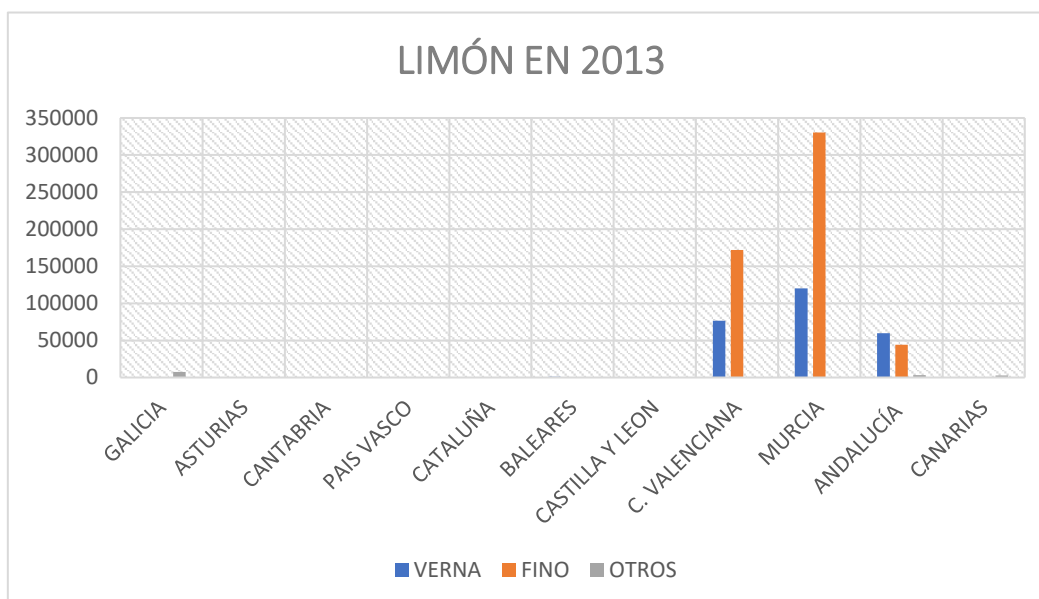
Gráfica 1. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

- Producción de limón fino por comunidades autónomas en el año 2013.

	<b>VERNA</b>	<b>FINO</b>	<b>OTROS</b>
<b>GALICIA</b>	0	0	7600
<b>ASTURIAS</b>	0	0	80
<b>CANTABRIA</b>	0	0	173
<b>PAIS VASCO</b>	0	0	17
<b>CATALUÑA</b>	60	40	30
<b>BALEARES</b>	909	125	319
<b>CASTILLA Y LEON</b>	0	0	0
<b>C. VALENCIANA</b>	76576	171869	0
<b>MURCIA</b>	120059	330320	0
<b>ANDALUCÍA</b>	59847	44082	3224
<b>CANARIAS</b>	344	224	2590

Tabla 2. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación



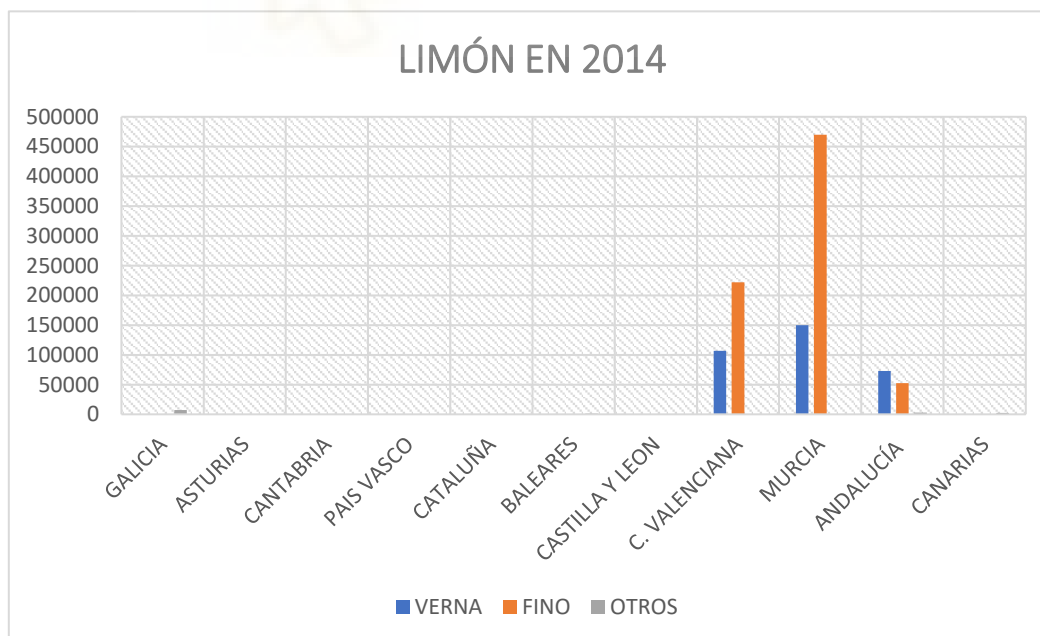
Gráfica 2. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

- Producción de limón fino por comunidades autónomas en el año 2014.

	<b>VERNA</b>	<b>FINO</b>	<b>OTROS</b>
<b>GALICIA</b>	0	0	7187
<b>ASTURIAS</b>	0	0	80
<b>CANTABRIA</b>	0	0	173
<b>PAIS VASCO</b>	0	0	17
<b>CATALUÑA</b>	50	25	30
<b>BALEARES</b>	197	21	1368
<b>CASTILLA Y LEON</b>	0	0	2
<b>C. VALENCIANA</b>	106565	221816	0
<b>MURCIA</b>	150000	470000	0
<b>ANDALUCÍA</b>	72947	52533	2808
<b>CANARIAS</b>	339	224	2582

Tabla 3. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación



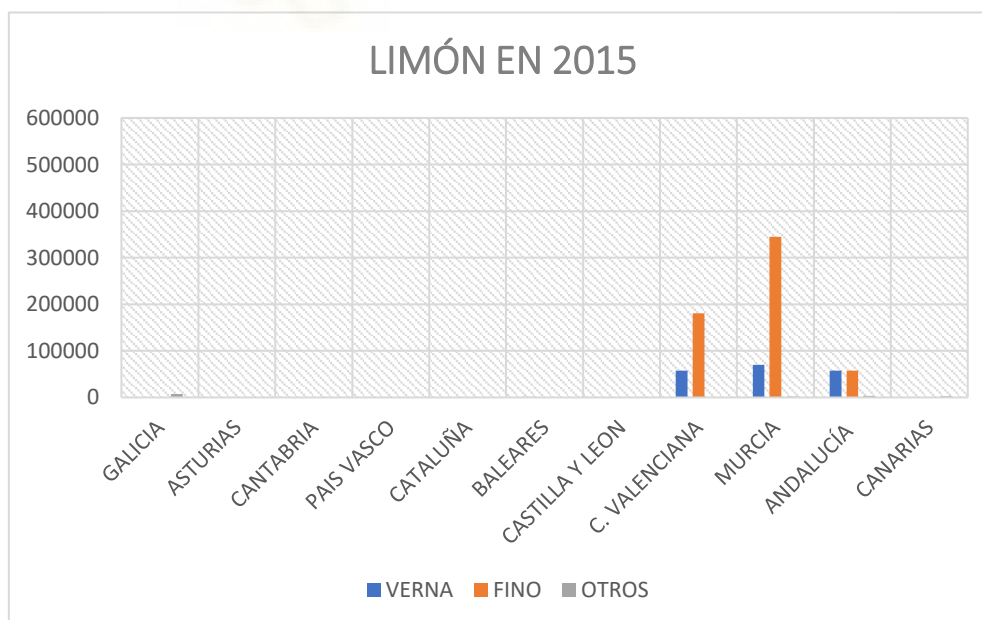
Gráfica 3. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

- Producción de limón fino por comunidades autónomas en el año 2015.

	<b>VERNA</b>	<b>FINO</b>	<b>OTROS</b>
<b>GALICIA</b>	0	0	7193
<b>ASTURIAS</b>	0	0	82
<b>CANTABRIA</b>	0	0	144
<b>PAIS VASCO</b>	0	0	18
<b>CATALUÑA</b>	50	25	30
<b>BALEARES</b>	977	157	838
<b>CASTILLA Y LEON</b>	0	0	2
<b>C. VALENCIANA</b>	57565	180505	0
<b>MURCIA</b>	70162	344683	1656
<b>ANDALUCÍA</b>	57408	57305	3443
<b>CANARIAS</b>	339	224	2582

Tabla 4. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación



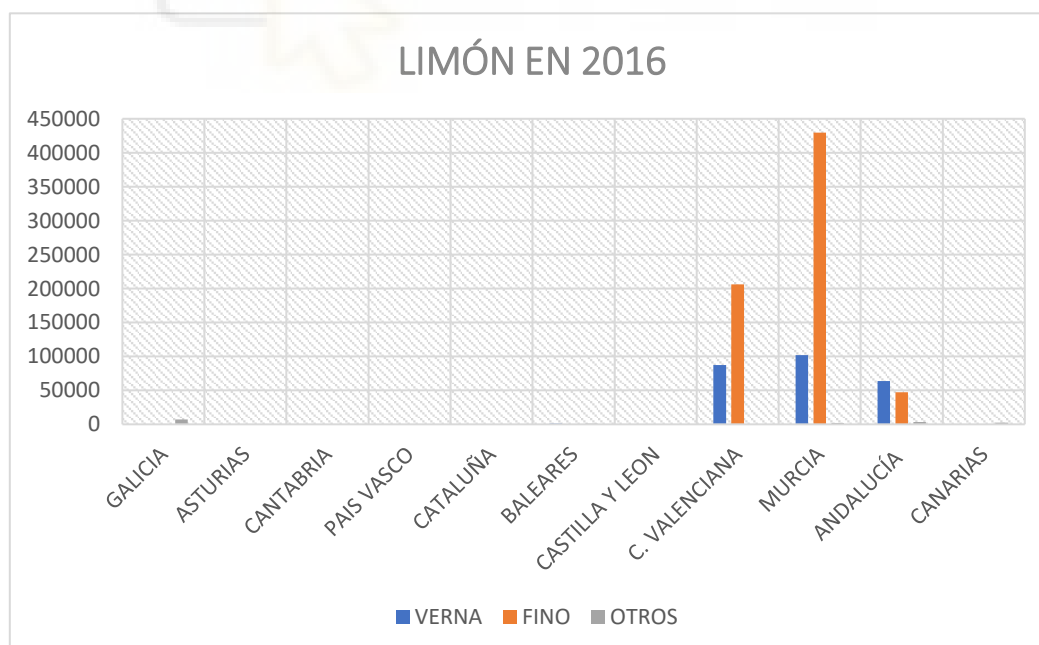
Gráfica 4. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

- Producción de limón fino por comunidades autónomas en el año 2016.

	<b>VERNA</b>	<b>FINO</b>	<b>OTROS</b>
<b>GALICIA</b>	0	0	7187
<b>ASTURIAS</b>	0	0	85
<b>CANTABRIA</b>	0	0	58
<b>PAIS VASCO</b>	0	0	12
<b>CATALUÑA</b>	50	50	55
<b>BALEARES</b>	1016	163	871
<b>CASTILLA Y LEON</b>	0	0	2
<b>C. VALENCIANA</b>	87542	206332	0
<b>MURCIA</b>	102000	429745	2200
<b>ANDALUCÍA</b>	63611	47015	3335
<b>CANARIAS</b>	378	221	2550

Tabla 5. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación



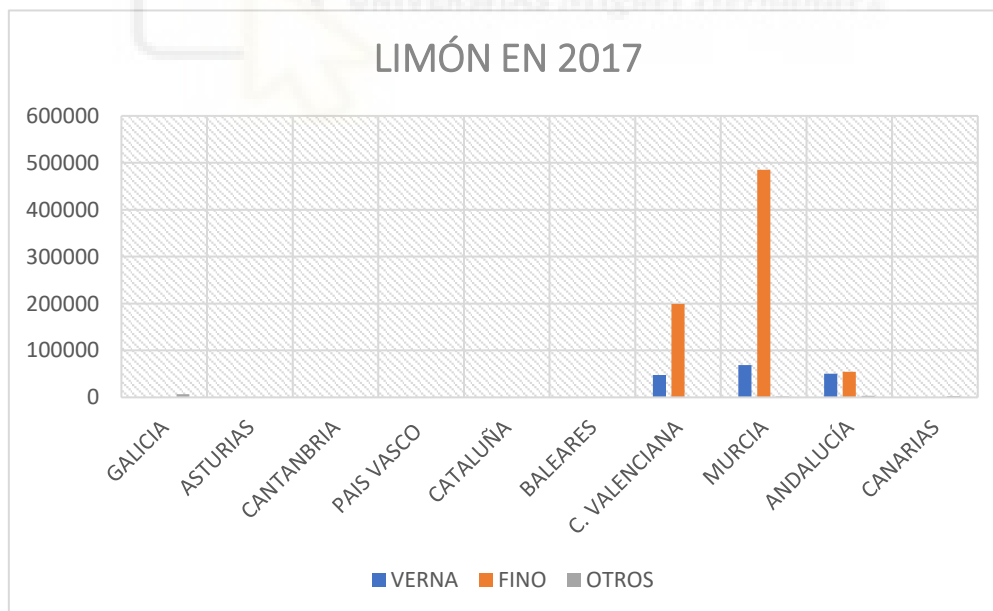
Gráfica 5. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Anejo 2. Situación económica regional y nacional del limonero.

- Producción de limón fino por comunidades autónomas en el año 2017.

	<b>VERNA</b>	<b>FINO</b>	<b>OTROS</b>
<b>GALICIA</b>	0	0	6859
<b>ASTURIAS</b>	0	0	85
<b>CANTANBRIA</b>	0	0	68
<b>PAIS VASCO</b>	0	0	13
<b>CATALUÑA</b>	59	38	41
<b>BALEARES</b>	915	147	784
<b>C. VALENCIANA</b>	47558	199483	0
<b>MURCIA</b>	69000	485000	1760
<b>ANDALUCÍA</b>	50573	54269	3366
<b>CANARIAS</b>	386	221	2567

Tabla 6. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación



Gráfica 6. Toneladas de limón producidas en España. Elaboración propia. Fuente Anuario de Estadística de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

### 3. Conclusión.

Observando los datos de los gráficos anteriores podemos evidenciar una clara estabilidad en las cifras.

Como bien se ha nombrado antes, el limón es un cultivo al que le favorecen los climas subtropicales, áridos y semiáridos y no muy húmedos por su sensibilidad a los hongos. También que sus temperaturas mínimas no sean inferiores a  $-4^{\circ}\text{C}$ . Esta característica puede verse de forma muy clara en los gráficos observando como la producción de limón se concentra en la Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía, siendo en el resto de España un cultivo más anecdótico que principal.

Así mismo, en todos los gráficos, la Región de Murcia se encuentra a la cabeza en la producción del limón tanto de Fino como de la variedad Verna, habiéndose visto muy igualada esta última en los últimos años por la Comunidad Valenciana.

Podemos concluir señalando que el cultivo del cítrico y del limón en particular, es la gran potencia de la agricultura en el sureste español de la que se benefician miles de familias y que es uno de los motores clave de la economía tanto de la zona, como española. No solo por las plantaciones en particular, sino por la industria y comercio que se genera a partir de este, en general. De ahí y de la tradición que la Región de Murcia cuenta en el cultivo de este ejemplar que se haya decidido establecer el limón Fino en concreto y no otro para la realización de este proyecto.

# Anejo 3. Características del cultivo.





## Contenido

1. Generalidades del cultivo.....	3
2. Características de la variedad.....	5
3. Características del patrón elegido.....	6
4. Conclusión.....	10

## Índice de imágenes.

Imagen 1. Foto de un limonero. Fuente galería de Google.

Imagen 2. Hoja del limonero. Fuente galería de Google.

Imagen 3. Flor del limonero donde se puede observar su aspecto cuando es un botón floral y cuando se abre. Fuente galería de Google.

Imagen 4. Detalle del aspecto del limón fino. Fuente web de InfoAgro.

## Índice de tablas.

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del patrón. Elaboración propia. Fuente MAPA, un estudio de Alfredo Soria Alfonso.

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes del patrón. Elaboración propia. Fuente MAPA, un estudio de Alfredo Soria Alfonso.

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes del patrón. Elaboración propia. Fuente MAPA, un estudio de Alfredo Soria Alfonso.

## 1. Generalidades del cultivo.

*Citrus limon* (L.) Burm. Es un árbol perteneciente a la familia de las Rutaceas. Dentro de las características comunes de la familia, el limonero se distingue por ser un árbol vigoroso, de porte erguido. Es un ejemplar perenne a menudo con espinas que puede alcanzar los seis metros de altura.



Imagen 1. Foto de un limonero. Fuente galería de Google.

Posee una copa abierta muy ramificada. Sus hojas son alternas, pecioladas, simples y coriáceas con el limbo elíptico. Su nervadura es penninervial. Son de color verde mate de unos 5-10cm de longitud.



Imagen 2. Hoja del limonero. Fuente galería de Google.

Sus flores, comúnmente llamadas azahar, son solitarias o se organizan en pares o cortas inflorescencias en forma de corimbos que se ubican en las axilas de las hojas. Tienen un color violeta previo a su apertura, ya que, tras esta son de color blanco con un tono de violeta en la zona exterior.

### Anejo 3. Características de la especie y patrón cultivados.



Imagen 3. Flor del limonero donde se puede observar su aspecto cuando es un botón floral y cuando se abre. Fuente galería de Google.

Su fruto, llamado hesperidio, es un fruto ovalado de unos 7-12 cm de longitud, de exocarpo de color amarillo dorado, punteado de glándulas que contienen aceites esenciales. La pulpa se divide en gajos que contienen un jugo de sabor extremadamente ácido. En el interior y en función de las variedades aparecen pequeñas semillas ligeramente redondas y puntiagudas.

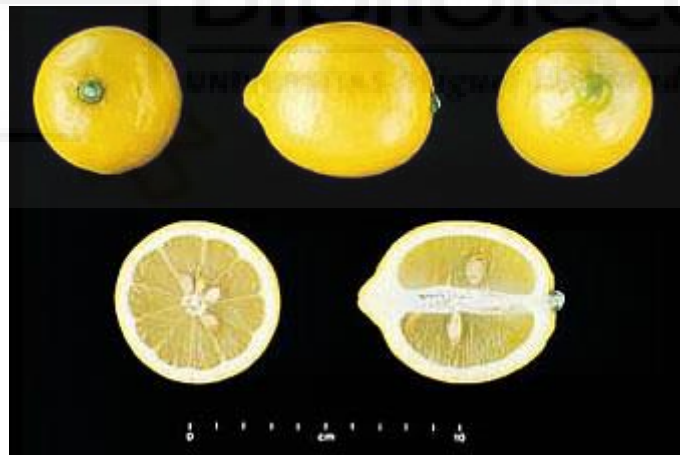


Imagen 4. Detalle del aspecto del limón fino. Fuente web de InfoAgro.

## 2. Características de la variedad.

El limón Fino, también conocido como Mesero, blanco y Primofiori es una variedad española, que quizás proceda de una semilla de limón común de la Vega Alta del río Segura.

En condiciones normales tiene una sola floración al año, aunque, en determinadas condiciones, pueden darse otras que no tienen calidad ni importancia económica.

El fruto es ovalado, con pezón muy corto y prácticamente sin cuello. De pequeño a mediano tamaño y piel más lisa y fina que el Verna.

Su conservación en árbol es menor y también menos resistente al transporte que el Verna. Sus hojas son más largas y anchas que las del limonero Verna. Tiene alto contenido en zumo de gran riqueza en ácido cítrico, por lo que es una variedad muy apreciada para la industria de derivados. Contienen semillas en una cantidad media de unas cinco por fruto (más que el verna). Variedad exigente en poda. Se recomiendan podas anuales para evitar actuaciones enérgicas que producirían desequilibrios en el árbol. Una poda complementaria de despuntes (poda siciliana) favorece la forma de la copa, pues evita la formación de grandes ramas que se destacan del resto, al tiempo que beneficia la fructificación.

Los clones de la variedad Fino que se utilizan actualmente son el Fino 95 y el Fino 49. El Fino 95 tiene la ventaja de que es más precoz que el Fino 49, aunque su fruto posee un aspecto más basto. Sin embargo, el Fino 49 entra en producción mucho antes que el 95 y es altamente productivo. Aunque no sea tan precoz sí que permite comenzar a recolectarse a partir de septiembre/octubre y de forma escalonada cuando el fruto aún está verde. La tendencia en esta variedad es conseguir producciones desde primeros de septiembre a mitad de noviembre mediante el injerto sobre el patrón *C. macrophylla*. La corteza es de espesor medio y la piel es lisa y de color amarillo claro, siendo fácil su desverdización en condiciones tempranas.

Por lo tanto, se ha escogido el clon Fino 49 porque:

- Es altamente productivo.
- Produce gran cantidad de frutos en el interior del árbol que son de mayor calidad que los que se encuentran en la parte externa.
- Puede comenzar a recolectarse a partir de septiembre.
- Rápida entrada en producción, con lo que en una nueva plantación hace que se amortice antes que otras variedades o clones.

### 3. Características del patrón elegido.

Actualmente los patrones que se utilizan casi exclusivamente para el limonero son: Naranja amargo (*Citrus aurantium*), *Citrus volkameriana* y *Citrus macrophylla*. El que se ha decidido elegir es el limón Fino 49 sobre pie de *Citrus macrophylla* y vamos a ver porqué.

En adelante se van a señalar las características de cada patrón y de esta forma se podrá entender la decisión final.

- Naranja amargo, *Citrus aurantium*.

Ha sido ampliamente utilizado en todas las zonas productoras del mundo por su buen desarrollo en semillero y vivero y al no tener problemas en el injerto. Es tolerante a exocortis, psoriasis y xyloporosis y resistente a la clorosis férrica, asfixia radicular, salinidad, sequía. Es medianamente resistente a los hongos como *Phytophthora* sp. y *Armillaria mellea*. Por otro lado, es sensible al mal seco y poco sensible al “blight”.

Con la variedad “Fino” tiene buena afinidad, pero entra tarde en producción e induce excelente calidad en la fruta.

#### *Ventajas*

- Resistente a la salinidad y clorosis.
- Buen vigor con Fino 49.
- Precocidad media/baja.
- Productividad alta.
- No produce miriñaque.

#### *Inconvenientes*

- Sensible a Xyloporosis y a tristeza.
- Poco resistente al frío.
- Árbol poco resistente al viento.

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del patrón. Elaboración propia. Fuente MAPA, un estudio de Alfredo Soria Alfonso

### Anejo 3. Características de la especie y patrón cultivados.

- *Citrus volkameriana*.

*Citrus volkameriana* es un híbrido de limón, que como patrón produce árboles grandes y vigorosos que rinden grandes cantidades de fruta con calidad moderada a mala con el limón rugoso.

Los injertos sobre este patrón no son susceptibles a CTV, xiloporosis o CEV, pero sí al decaimiento a los nematodos de los cítricos. Tolerantes al mal seco.

Como principales características agronómicas positivas destacan las siguientes: Resistente a la cal y a la asfixia radical, con resistencia media a la salinidad. Induce gran vigor a la variedad sobre él injertada. Adelanta la entrada en producción. Es resistente a gran número de virosis y al «mal seco». Proporciona plantas más vigorosas que las obtenidas con naranjo amargo como patrón. No presenta problemas de «miriñaque» al injertarlo con limonero Fino.

Como defectos hay que destacar: Su sensibilidad a *Phytophthora* o la sensibilidad al frío. Fuerte heterogeneidad de plantas. Tiene menor resistencia al frío que el naranjo amargo, aun así, resisten mejor que sobre otros pies de limón. Parece que la calidad del limón obtenido del árbol injertado sobre este patrón es algo inferior a la que proporciona el naranjo amargo.

#### *Ventajas*

- Árboles vigorosos y alta producción.
- Más resistentes a heladas.
- Resistente a cal y asfixia. Resistencia media a la salinidad.
- Adelanta la entrada en producción.
- No produce miriñaque.

#### *Inconvenientes*

- Baja calidad de producción.
- Susceptible a *Phytphtora*.
- Sensible al frío.
- Plantas muy heterogéneas.

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes del patrón. Elaboración propia. Fuente MAPA, un estudio de Alfredo Soria Alfonso

### Anejo 3. Características de la especie y patrón cultivados.

- *Citrus macrophylla*.

*Citrus macrophylla* es una especie híbrida, posiblemente de *Citrus celebica* y *Citrus grandis*, nativa de Filipinas.

Morfológica y genéticamente es muy similar a limones y limas. Los cultivares injertados sobre esta variedad producen árboles grandes, vigorosos, con rendimientos altos y características de crecimiento parecidas a los injertados sobre otros patrones tipo limón en la mayoría de las condiciones de cultivo. Los injertos se desarrollan bien en suelos calcáreos, arenosos que tengan pH elevado y salinos. Esto es debido entre otros factores a que los árboles de este patrón tienen un sistema radicular denso y profundo que confiere, también, tolerancia frente a la sequía.

Actualmente es el patrón más importante para el limonero, especialmente para la variedad “fino”, ya que presenta buena afinidad, induce una precoz entrada en producción y es muy productivo, dando lugar a un adelanto en su maduración. También cabe señalar su resistencia al miriñaque.

El *C. macrophylla* por sí mismo y los injertos que crecen sobre él tienden a ser más sensibles a heladas que los que crecen sobre limón rugoso y son bastante menos resistentes a las heladas fuertes que los crecidos sobre naranjo amargo.

Es más tolerante al mal de pie que ciertos limones, pero no es tolerante a los nematodos de los cítricos y es moderadamente susceptible al decaimiento. Las limas y limones crecidos sobre este patrón son grandes, lo cual es una característica favorable. Este pie es también sensible a la tristeza, pero en la combinación con el limonero sí que es bastante tolerante a este virus, por ello se emplea tanto.

Es sensible a la Xyloporosis (CDV) y también a la tristeza (CTV) cuando se dejan los rebrotes. El árbol resulta algo frágil al viento. En algunos aspectos la calidad de la fruta es un poco inferior a la que da la combinación con naranjo amargo. Tiene una resistencia moderada a *Phytophthora*.

Anejo 3. Características de la especie y patrón cultivados.

- Muy similares genéticamente.
- Árboles vigorosos con altos rendimientos.
- Rápida entrada en producción.
- Buen comportamiento en suelos calcáreos, arenosos y salinos.

*Ventajas*

- Resistente a clorosis.
- Buen comportamiento frente a la sequía.
- Frutos de gran calidad y buen tamaño.
- Tolerante a la tristeza en su combinación con limón si se eliminan rebrotes.
- No presenta miriñaque.

*Inconvenientes*

- Sensible a las heladas.
- Susceptible al decaimiento y los nematodos.
- Resistencia moderada a Phytophthora.
- Sensible a Xyloporosis.

Tabla 3. Ventajas e inconvenientes del patrón. Elaboración propia. Fuente MAPA, un estudio de Alfredo Soria Alfonso



## 4. Conclusión.

Los tres patrones descritos tienen tanto ventajas como desventajas a la hora de utilizarlos con Limón Fino 49.

Tras analizarlas todas se toma la decisión de utilizar como patrón a *Citrus macrophylla*. Sus inconvenientes no son muy acusados y, sin embargo, sus ventajas son muy numerosas. Una de las principales es la precocidad que induce en la variedad.

Cuando se diseña una plantación desde cero, lo más costoso suelen ser los primeros años. Esto se debe a que hay gastos típicos del manejo de una explotación como fitosanitarios, fertilizantes, agua de riego, electricidad, mano de obra, instalación del sistema de riego... Pero no se obtiene cosecha. Por lo tanto, si se consigue disminuir este intervalo improductivo la explotación comenzará a ser rentable mucho antes.

Sumado a la precocidad, cabe destacar que con un buen manejo puede evitarse el virus de la tristeza, tan temido en cítricos. Así mismo, confiere al ejemplar tolerancia a sequía, vigorosidad, tolerancia a suelos arenosos y salinidad y una buena calidad de fruto



# Anejo 4. Estudio climatológico.



## Contenido

1.	Introducción. ....	4
2.	Datos climáticos de partida. ....	5
2.1.	Temperaturas máximas, medias y mínimas. ....	5
2.2.	Humedad. ....	6
2.3.	Pluviometría. ....	8
2.4.	Radiación. ....	8
2.5.	Velocidad del viento. ....	9
2.6.	Evapotranspiración. ....	9
3.	Factores climáticos. ....	10
3.1.	Índices termo-pluviométricos. ....	10
3.1.1.	Índice de Lang. ....	10
3.1.2.	Índice de Emberger. ....	11
3.2.	Índices térmicos. ....	12
3.3.	Aridez. ....	13
3.4.	Clasificación climática de Papadakis. ....	15
4.	Conclusiones. ....	16

## Índice de tablas.

Tabla 1. Temperaturas mínimas medias de los distintos años. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 2. Temperaturas máximas medias de los distintos años. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 3. Temperaturas medias de los distintos años. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 4. Humedad relativa máxima. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 5. Humedad relativa mínima. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 6. Humedad relativa media. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 7. Pluviometría de los distintos meses. Elaboración propia. Fuente SIAM.

#### Anejo 4. Estudio climatológico.

Tabla 8. Radiación media. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 9. Velocidad del viento. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 10. Evapotranspiración por el método FAO Penman-Monteith. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 11. Clima según el índice de Lang. Elaboración propia. Fuente Rivas Martínez 200

Tabla 12. Tipos de invierno según la temperatura. Elaboración propia.

Tabla 13. Tipos de climas según los periodos de sequía. Elaboración propia.

Tabla 14. Estudio sobre las épocas de sequía. Elaboración propia.

#### Índice de gráficas.

Gráfico 1. Índice de Emberguer. Fuente MAPA.

Gráfico 2. Climograma. Elaboración propia. Fuente SIAM.



## 1. Introducción.

Los datos climáticos que se van a exponer y analizar se han obtenido gracias a la página web de la red de estaciones meteorológicas del SIAM, concretamente la estación de La Aljorra, situada a escasos 26km de la parcela.

Para estudiar las condiciones del clima de la finca y comprobar si es factible o no implantar en esa ubicación una plantación de limoneros, se han tenido en cuenta datos de los diez años pasados, desde 2010 hasta 2020 y parte del año en curso 2021.

A continuación, se presentan datos de temperatura, pluviometría, humedad y viento. También se toman los datos que ofrece la estación sobre la evapotranspiración de referencia, calculado por el método de la FAO, Penman-Monteith.



## 2. Datos climáticos de partida.

### 2.1. Temperaturas máximas, medias y mínimas.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	4,69	4,34	8,06	9,18	9,24	7,84	7,81	2,57	7,54	6,90	7,81	6,91
<i>FEBRERO</i>	5,58	7,69	4,45	7,60	9,04	5,64	9,03	8,75	7,10	9,13	10,17	7,65
<i>MARZO</i>	7,81	8,17	8,09	10,45	10,46	9,91	10,09	9,99	9,64	9,86	10,48	9,54
<i>ABRIL</i>	12,35	14,34	14,21	11,27	13,96	13,13	12,51	12,25	13,97	13,16	12,05	13,02
<i>MAYO</i>	13,81	16,53	14,66	13,38	16,08	17,33	14,03	15,46	14,03	15,76	16,15	15,20
<i>JUNIO</i>	18,20	18,50	21,58	18,32	17,55	20,90	20,67	21,51	19,52	19,65	19,49	19,63
<i>JULIO</i>	24,05	24,81	23,53	22,45	22,87	26,38	23,01	21,68	24,43	24,62	24,77	23,87
<i>AGOSTO</i>	22,75	24,87	23,95	22,47	24,68	25,78	23,69	18,05	25,32	23,14	22,56	23,39
<i>SEPTIEMBRE</i>	20,65	21,90	18,30	21,04	20,49	18,39	20,57	21,22	20,79	18,93	20,51	20,25
<i>OCTUBRE</i>	14,07	16,47	12,50	15,03	17,70	16,70	16,35	17,43	12,67	13,05	15,14	15,19
<i>NOVIEMBRE</i>	7,72	12,95	10,06	8,37	12,47	9,67	10,48	11,08	10,44	10,83	11,83	10,54
<i>DICIEMBRE</i>	4,01	8,70	8,33	8,59	7,00	10,54	10,26	7,74	9,63	9,40	7,48	8,33

Tabla 1. Temperaturas mínimas medias de los distintos años. Elaboración propia. Fuente SIAM.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	14,36	15,14	18,49	17,66	18,34	18,79	19,84	13,74	18,26	16,16	14,18	16,81
<i>FEBRERO</i>	17,38	18,09	15,81	16,53	18,37	17,91	19,74	16,12	14,46	15,56	16,61	16,96
<i>MARZO</i>	16,57	17,71	15,69	21,47	19,48	23,51	16,60	19,54	17,67	17,08	18,60	18,54
<i>ABRIL</i>	19,44	21,94	19,19	19,18	20,80	19,87	20,09	21,46	21,24	19,09	19,15	20,13
<i>MAYO</i>	27,74	25,26	24,53	22,95	22,10	28,40	22,51	22,42	22,09	22,62	23,49	24,01
<i>JUNIO</i>	26,29	27,00	30,07	24,83	26,55	28,88	28,02	29,47	25,30	27,68	26,63	27,34
<i>JULIO</i>	27,14	28,28	27,48	27,39	27,33	30,54	29,64	28,68	27,64	29,75	29,31	28,47
<i>AGOSTO</i>	28,99	29,47	29,94	27,89	28,72	30,93	27,87	30,21	30,06	29,61	29,34	29,37
<i>SEPTIEMBRE</i>	26,34	26,02	25,09	25,31	28,59	26,81	30,22	25,37	26,33	25,73	27,66	26,68
<i>OCTUBRE</i>	23,13	23,06	24,47	25,56	23,93	25,69	22,18	22,27	21,63	24,17	22,97	23,55
<i>NOVIEMBRE</i>	19,02	18,68	20,72	22,82	18,12	18,97	21,07	19,34	17,05	22,59	19,46	19,80
<i>DICIEMBRE</i>	16,82	16,54	17,39	13,81	17,23	15,55	15,59	17,87	15,21	18,18	19,20	16,67

Tabla 2. Temperaturas máximas medias de los distintos años. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Anejo 4. Estudio climatológico.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	10,35	10,23	11,24	12,29	12,50	10,71	12,75	10,04	12,09	10,89	10,30	11,22
<i>FEBRERO</i>	11,26	11,40	8,86	11,53	13,14	11,98	13,28	12,71	10,67	11,58	13,16	11,78
<i>MARZO</i>	11,99	12,84	12,57	14,51	13,80	13,92	13,47	14,09	14,44	13,24	14,16	13,55
<i>ABRIL</i>	15,18	16,86	16,31	15,50	18,19	15,99	15,94	15,94	16,61	15,46	15,45	16,13
<i>MAYO</i>	18,86	20,08	20,25	18,31	18,87	20,69	18,68	19,43	18,88	18,83	20,40	19,39
<i>JUNIO</i>	22,57	22,71	24,97	21,50	23,28	23,87	23,23	24,54	22,78	22,40	23,38	23,20
<i>JULIO</i>	26,05	25,95	25,75	25,19	25,45	27,94	25,68	26,08	25,98	26,49	26,60	26,11
<i>AGOSTO</i>	25,92	26,49	27,30	25,54	26,41	27,56	25,51	25,97	26,96	26,35	26,92	26,45
<i>SEPTIEMBRE</i>	23,18	23,95	22,71	23,51	24,72	22,62	23,69	23,23	24,25	23,23	23,51	23,51
<i>OCTUBRE</i>	18,39	19,90	19,04	20,98	20,53	19,68	20,33	19,89	18,77	19,52	18,37	19,58
<i>NOVIEMBRE</i>	13,71	15,65	14,42	14,31	15,70	15,20	14,80	14,62	14,32	14,96	15,81	14,86
<i>DICIEMBRE</i>	10,41	11,98	11,61	11,21	11,63	12,73	12,20	11,75	12,11	12,92	12,14	11,88

Tabla 3. Temperaturas medias de los distintos años. Elaboración propia. Fuente SIAM.

## 2.2. Humedad.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	90,41	90,71	96,29	70,14	94,37	85,48	85,81	87,14	90,27	85,13	91,1	87,89
<i>FEBRERO</i>	92,85	85,64	92,3	89,9	83,23	91,45	82,19	84,8	85,82	82,48	91,17	87,43
<i>MARZO</i>	87,29	90,83	96,74	94,74	82,23	95,46	85,57	81,73	84,35	91,1	94,88	89,53
<i>ABRIL</i>	84,03	82,5	89,68	92,51	78,27	84,11	78,45	84,33	78,66	89,64	93,01	85,01
<i>MAYO</i>	77,38	85,1	82,08	81,16	75,87	70,23	82,21	77	77,43	79,02	80,45	78,90
<i>JUNIO</i>	84,84	88,98	83,39	77,82	76,46	81,2	73,92	71,86	79,54	72,37	83,86	79,47
<i>JULIO</i>	72,15	77,89	79,51	73,76	72,45	74,95	72,49	78,4	72,71	70,8	75,53	74,60
<i>AGOSTO</i>	83,38	74,95	81,42	78,83	75,62	76,78	72,43	89,61	73,01	78,86	72,72	77,96
<i>SEPTIEMBRE</i>	76,5	82,37	89,21	84,43	91,03	90,79	79,4	77,79	83	86,28	80,68	83,77
<i>OCTUBRE</i>	83,02	87,45	87,54	85,41	88,56	86,98	87,39	80,37	84,51	92,02	83,15	86,03
<i>NOVIEMBRE</i>	92,56	99,5	96,13	84,05	92,11	88,3	87,39	90,82	90,3	89,16	89,45	90,88
<i>DICIEMBRE</i>	93,87	97,33	93,45	88,4	91,32	87,9	91,38	84,1	88,54	95,92	85,53	90,70

Tabla 4. Humedad relativa máxima. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Anejo 4. Estudio climatológico.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	43,96	54,82	36,3	39,59	41,17	41,74	44,57	38,88	40,3	37,86	61,42	43,69
<i>FEBRERO</i>	40,71	39,71	25,84	30,59	36,98	32,48	38,67	38,02	46,05	29,88	52,05	37,36
<i>MARZO</i>	46,46	44,33	54,46	30,87	32,13	35,29	31,55	39,69	35,75	39,06	38,62	38,93
<i>ABRIL</i>	56,54	43,11	32,35	40,59	31,76	41,74	40,76	40,7	38,57	34,98	58,76	41,81
<i>MAYO</i>	34,8	35,38	26,61	35,76	38,01	27,67	36,68	45,08	35,53	43,25	53,03	37,44
<i>JUNIO</i>	41,65	49,92	34,13	38,14	35,45	30,64	33,93	29,08	40,32	44,07	42,26	38,14
<i>JULIO</i>	52,68	41,96	32,78	35,28	40,6	34,74	47,28	46,85	34,78	38,36	49,54	41,35
<i>AGOSTO</i>	50,96	52,33	32,69	56,6	35,22	26,44	51,65	57,19	38,96	49,18	36,65	44,35
<i>SEPTIEMBRE</i>	46,24	52,19	47,57	50,08	38,58	55,62	24,82	39,41	51,39	35,74	32,96	43,15
<i>OCTUBRE</i>	34,75	51,52	38,54	46,62	49,63	47,77	60,53	56,05	32,42	48,95	40,31	46,10
<i>NOVIEMBRE</i>	39,95	43,3	40,42	33,16	48,97	27,4	34,11	33,13	52,07	38,39	68,98	41,81
<i>DICIEMBRE</i>	38,25	42,63	51,55	41,55	37,77	53,68	56,63	40,12	44,34	44,53	41,77	44,80

Tabla 5. Humedad relativa mínima. Elaboración propia. Fuente SIAM.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	67,19	41,71	66,3	54,87	67,77	63,61	65,19	63,01	65,29	61,5	76,26	62,97
<i>FEBRERO</i>	66,78	21,56	59,07	60,25	60,11	61,97	60,43	61,41	65,94	56,18	71,61	58,66
<i>MARZO</i>	66,88	45,77	75,6	62,81	57,18	65,38	58,56	60,71	60,05	65,08	66,75	62,25
<i>ABRIL</i>	70,29	35,26	61,02	66,55	55,02	62,93	59,61	62,52	58,62	62,31	75,89	60,91
<i>MAYO</i>	56,09	28,89	54,35	58,46	56,94	48,95	59,45	61,04	56,48	61,14	66,74	55,32
<i>JUNIO</i>	63,25	26,46	58,76	57,98	55,96	55,92	53,93	50,47	59,93	58,22	63,06	54,90
<i>JULIO</i>	62,42	20,98	56,15	54,52	56,53	54,85	59,89	62,63	53,75	54,58	62,54	54,44
<i>AGOSTO</i>	67,17	26,17	57,06	67,72	55,42	51,61	62,04	73,4	55,99	64,02	54,69	57,75
<i>SEPTIEMBRE</i>	61,37	32,3	68,39	67,26	64,81	73,21	52,11	58,6	67,2	61,01	56,82	60,28
<i>OCTUBRE</i>	58,89	29,86	63,04	66,02	69,1	67,38	73,96	68,21	58,47	70,49	61,73	62,47
<i>NOVIEMBRE</i>	66,26	52,45	68,28	58,61	70,54	57,85	60,75	61,98	71,19	63,78	79,22	64,63
<i>DICIEMBRE</i>	66,06	28,22	72,5	64,98	64,55	70,79	74,01	62,11	66,44	70,23	63,65	63,96

Tabla 6. Humedad relativa media. Elaboración propia. Fuente SIAM.



### 2.3. Pluviometría.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>ENERO</i>	71,8	28,6	11,4	3,02	11,66	12,18	2,35	44,88	52,34	1,18	75,54
<i>FEBRERO</i>	38,6	3,4	9,8	9,25	0,6	10,96	0,69	0,78	16,66	0,2	1,49
<i>MARZO</i>	44,6	47,2	20	26,53	0	30,65	8,13	26,26	14,6	19,21	132,56
<i>ABRIL</i>	6	27,4	8,6	64,73	3,45	9,74	12,84	3,63	8,33	94,27	32,67
<i>MAYO</i>	19	22,4	1,6	4,22	0	0	2,35	0	2,25	1,18	13,27
<i>JUNIO</i>	54,6	3	3,4	0,4	14,41	5,48	0	0	15,78	1,18	16,43
<i>JULIO</i>	2,4	0	0,2	1,81	0	0	0,1	13,13	0	0	1,29
<i>AGOSTO</i>	14,2	0	12,4	11,06	0,81	0,78	0,1	26,56	0,1	28,91	2,04
<i>SEPTIEMBRE</i>	7,6	12,4	53,87	6,03	45,47	78,39	16,95	0,29	43,52	142,56	3,98
<i>OCTUBRE</i>	25,6	8,2	32,16	0,8	24,16	15,39	12,54	8,92	35,77	26,93	2,96
<i>NOVIEMBRE</i>	53	61,6	47,84	8,24	33,3	27,05	14,8	9,41	113	7,72	17,34
<i>DICIEMBRE</i>	20,2	13,8	2,61	27,54	15,02	1,76	155,82	1,47	14,21	56,53	0,61
<i>MEDIA</i>	29,8	19	16,99	13,64	12,41	16,03	18,89	11,28	26,38	31,66	25,02

Tabla 7. Pluviometría de los distintos meses. Elaboración propia. Fuente SIAM.

### 2.4. Radiación.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	95,26	98,1	118,39	120,18	109,56	121,3	102,63	104,07	110,42	110,08	110,92	109,17
<i>FEBRERO</i>	115,31	159,53	166,92	156,65	146,44	145,86	129,36	134,06	144,15	156,9	163,19	147,12
<i>MARZO</i>	167,53	163,84	220,96	164,92	214,93	190,09	207,81	197,75	191,96	197,45	164,15	189,22
<i>ABRIL</i>	221,62	239,66	256,82	231,58	274,73	219,27	243,81	237,12	244,63	223,62	210,56	236,67
<i>MAYO</i>	313,49	271,21	317,75	284,35	301,94	299,67	287,96	307,54	296,48	293,64	298,55	297,51
<i>JUNIO</i>	308,43	312,7	328,07	322,64	304,03	331,72	321,99	329,02	303,1	321,38	318,77	318,35
<i>JULIO</i>	304,7	307,76	319,29	318,69	314,82	312,62	298,26	307,06	307,19	311,01	312,94	310,39
<i>AGOSTO</i>	254,09	286,14	266,86	266,2	281,58	252,36	270,69	239,66	257,61	273,22	276,95	265,94
<i>SEPTIEMBRE</i>	213,4	230,79	215,39	217,25	207,41	202,32	219,7	219,42	197,16	200,03	217,74	212,78
<i>OCTUBRE</i>	165,55	169,65	165,92	169,4	176,2	147,9	152,11	168,59	146,09	171,17	172,8	164,13
<i>NOVIEMBRE</i>	117,02	103,44	93,98	126,41	109,39	123,26	118,3	123,21	106,1	133,56	106,11	114,62
<i>DICIEMBRE</i>	90,37	107,94	103,33	91,02	110,96	92,3	70,41	106,28	102,75	91,33	100,49	97,02

Tabla 8. Radiación media. Elaboración propia. Fuente SIAM.

## 2.5. Velocidad del viento.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	2,27	1,62	1,77	3,03	2,5	2,32	2,22	2,44	2,3	1,82	1,6	2,17
<i>FEBRERO</i>	2,2	2,18	2,3	3,39	3,17	3,71	3,34	2,59	2,28	2,28	1,38	2,62
<i>MARZO</i>	2,1	2,78	2,18	3,17	3,08	2,6	2,67	2,54	3,67	2,12	2,42	2,67
<i>ABRIL</i>	2,14	2,22	2,9	2,76	2,63	3,16	2,96	2,65	3,55	2,47	1,79	2,66
<i>MAYO</i>	2,57	2,32	2,42	2,78	2,93	2,51	2,76	2,51	2,65	1,89	1,8	2,47
<i>JUNIO</i>	2,31	2,24	2,5	2,71	2,75	2,54	2,8	2,59	2,34	2,16	1,56	2,41
<i>JULIO</i>	2,22	2,44	2,59	2,5	2,69	2,59	2,86	2,53	2,19	2,29	1,62	2,41
<i>AGOSTO</i>	2,05	2,34	2,52	2,45	2,59	2,56	2,93	2,42	2,18	1,88	1,72	2,33
<i>SEPTIEMBRE</i>	1,86	2,17	2,52	2,22	2,25	2,37	2,4	2,46	2,03	1,94	1,93	2,20
<i>OCTUBRE</i>	1,94	2,03	1,89	1,87	1,97	1,98	1,97	1,84	1,96	1,47	1,78	1,88
<i>NOVIEMBRE</i>	2,24	2,19	2,15	2,66	2,19	2,07	2,24	1,89	1,79	2,62	1,48	2,14
<i>DICIEMBRE</i>	1,96	1,78	1,87	2,18	2,24	1,47	1,83	2,45	1,36	2,11	2,12	1,94

Tabla 9. Velocidad del viento. Elaboración propia. Fuente SIAM.



## 2.6. Evapotranspiración.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media mensual
<i>ENERO</i>	47,82	40,57	46,81	77,46	64,7	59,4	58,51	53,41	56,68	56,38	38,7	54,59
<i>FEBRERO</i>	56,58	68,79	66,85	84,87	81,87	83,01	83,99	62,64	60,16	64,57	59,15	70,23
<i>MARZO</i>	75,26	80,69	90,75	102,67	111,99	93,66	109,3	98,51	117,63	93,13	86,53	96,37
<i>ABRIL</i>	103,56	116,38	137,33	116,91	148,29	102,82	123,75	118,38	137,06	113,73	92,36	119,14
<i>MAYO</i>	169,06	137,91	176,01	154,36	161,59	172,23	162,3	165,24	157,31	148,85	156,36	160,11
<i>JUNIO</i>	174,33	163,51	195,67	181,24	179,81	198,07	192,44	200,3	169,71	176,47	172,3	182,17
<i>JULIO</i>	189,67	191,99	194,55	198,71	197,83	208,67	201,37	196,45	180,42	198,25	187,99	195,08
<i>AGOSTO</i>	160,17	179,49	179,08	165,72	181,81	177,71	180,29	158,12	171,13	169,3	173,5	172,39
<i>SEPTIEMBRE</i>	126,1	133,22	124,7	112,52	133,59	107,17	138,35	132,43	115,98	112,02	129,85	124,18
<i>OCTUBRE</i>	91,25	90,91	86,28	92,02	90,56	58,7	83,49	88,85	83,01	86,34	94,14	85,96
<i>NOVIEMBRE</i>	66,78	49,44	46,25	79,03	54,37	52,35	64,57	61,85	48,4	77,86	45,09	58,73
<i>DICIEMBRE</i>	42,18	45,14	45,77	44,04	53,24	36,47	33,12	59,16	40,26	46,77	57,43	45,78

Tabla 10. Evapotranspiración por el método FAO Penman-Monteith. Elaboración propia. Fuente SIAM.

### 3. Factores climáticos.

Los factores climáticos son los distintos agentes como la temperatura, pluviometría, latitud, viento, humedad... Que moldean el clima y lo definen para cada zona. El crecimiento, desarrollo y productividad vegetal, dependen de la acción de los diferentes factores climáticos.

Sin embargo, no depende de forma aislada de uno de ellos, sino que depende de la acción conjunta de todos.

Por lo tanto, el clima de un lugar va a condicionar enormemente los ejemplares que se van a poder implantar en un lugar. En este anejo nuestro objetivo será concluir si las condiciones climáticas de la zona son compatibles con la plantación de Limón Fino 49 propuesta.

#### 3.1. Índices termo-pluviométricos.

Nos van a permitir clasificar una zona a través del uso de distintos factores climáticos como la pluviometría y la temperatura.

Hay distintos índices termo-pluviométricos pero en este caso vamos a comparar dos, el índice de Lang y el Índice de Emberger.

##### 3.1.1. Índice de Lang.

Se calcula mediante la expresión:  $Il = P/T$

Donde:

- P = precipitación media anual en mm.
- T = temperatura media anual en °C.

La clasificación climática correspondiente al índice de Lang es la siguiente:

<b>Índice de Lang</b>	<b>Zona climática</b>
$0 \leq Il < 20$	Desértico
$20 \leq Il < 40$	Zona árida
$40 \leq Il < 60$	Zona húmeda de estepa sabana
$60 \leq Il < 100$	Zona húmeda clima templado cálido
$100 \leq Il < 160$	Clima templado húmedo
$160 \leq Il$	Clima húmedo

Tabla 11. Clima según el índice de Lang. Elaboración propia. Fuente Rivas Martínez 200

#### Anejo 4. Estudio climatológico.

Para el caso de estudio,  $I_E = \frac{241,18}{18,13} = 13,30$  por lo tanto el clima de la zona teniendo en cuenta la precipitación es desértico. De ahí que sea tan necesaria una implantación de riego eficiente. Hay que tener también en cuenta que este índice se ideó principalmente para zonas más húmedas.

##### 3.1.2. Índice de Emberger.

Fue propuesto por Emberger en el año 1932 para la caracterización de los climas mediterráneos.

Se calcula mediante la expresión  $I_E = \frac{100P}{Q^2 - q^2}$

Donde:

- P = precipitación media anual en mm.
- Q = temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C).
- q = temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C).

La interpretación se realiza a través del siguiente gráfico:

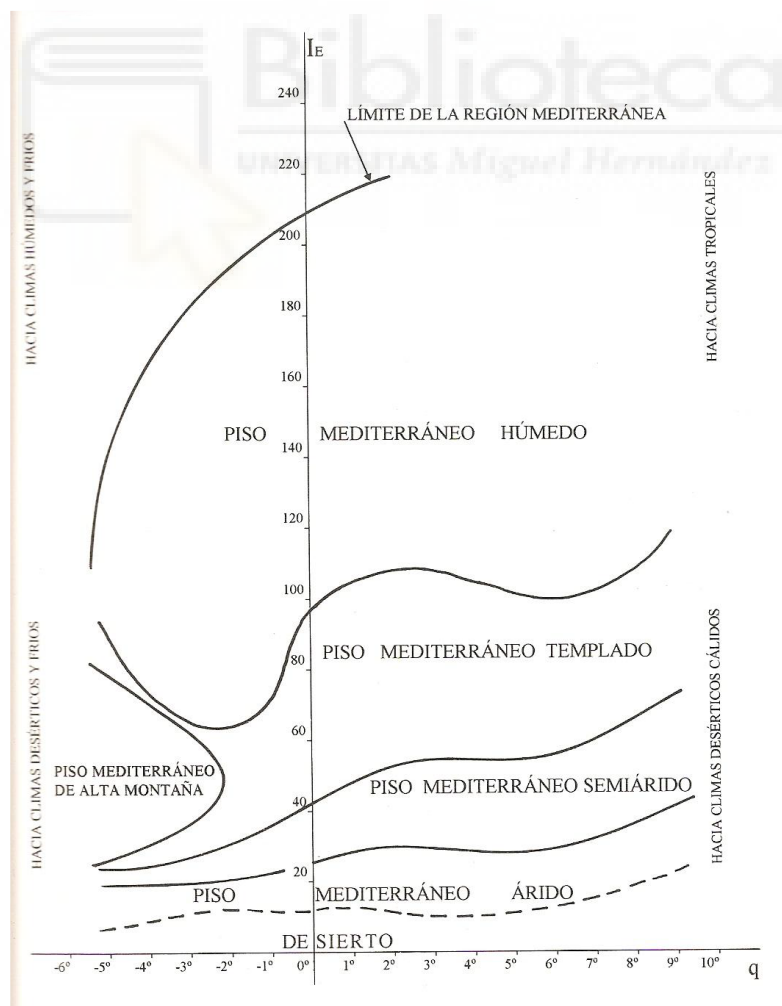


Gráfico 1. Índice de Emberger. Fuente MAPA.

#### Anejo 4. Estudio climatológico.

Para el caso a estudiar:  $I_E = \frac{100 \cdot 241,18}{29,37^2 - 8,33^2} = 30,40$  y este valor correspondería con un clima mediterráneo semiárido. Una calificación más acertada que un clima puramente desértico como pronosticaba el Índice de Lang.

### 3.2. Índices térmicos.

En este caso, para conocer el clima se basa en la temperatura. De esta se escoge la temperatura media del mes más frío y establecen tres grupos climáticos:

- Grupo 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos. La temperatura media del mes más frío es superior a 0 °C.

Si  $t_m > 15$  °C El clima es cálido.

$15$  °C >  $t_m > 10$  °C El clima es templado.

$10$  °C >  $t_m > 0$  °C El clima es templado frío.

- Grupo 2: Climas templado-fríos y fríos. La temperatura media de algunos meses es inferior a 0 °C.

Si  $0$  °C >  $t_f > -5$  °C El clima es templado-frío

$t_f < -5$  °C El clima es frío

- Grupo 3: Climas glaciares. La temperatura media de todos los meses del año es inferior a 0 °C.

En nuestro caso la clasificación encaja con el grupo 1, ya que la temperatura media del mes más frío que corresponde con enero es de 11,22°C nos encontramos ante un clima templado.

También resulta muy interesante saber si existe un invierno marcado. Este dato es especialmente relevante ya que el cultivo a implantar se trata de limonero. Este cultivo no es tolerante a las heladas, y aguanta solamente hasta unos -4°C. Por lo tanto, las temperaturas muy bajas o inviernos muy marcados son completamente contraproducentes.

Anejo 4. Estudio climatológico.

<i>T<sub>m</sub></i> (temperatura media de las mínimas del mes más frío) °C	Tipos de invierno
$T_m \geq 11$	Sin invierno
$11 > t_m \geq 7$	Con invierno cálido
$7 > t_m \geq 3$	Con invierno suave
$3 > t_m \geq -1$	Con invierno moderado
$-1 > t_m \geq -5$	Con invierno frío
$T_m < -5$	Con invierno muy frío

Tabla 12. Tipos de invierno según la temperatura. Elaboración propia.

### 3.3. Aridez.

Para poder clasificar el tipo de clima según la aridez, se comparan los valores de la temperatura media de cada mes expresados en °C con el de la precipitación media mensual en mm.

Un mes seco se define como aquel en que el total de la precipitación, en mm, es igual o menor que el doble de la temperatura media, en °C, es decir cuando  $P \leq 2t$ .

Por otro lado, un período seco es el formado por varios meses secos consecutivos. Si  $2t < P < 3t$ , se trata de un mes subseco.

La representación gráfica de los valores de la temperatura media de cada mes y la precipitación media se conoce como diagrama ombrotérmico de Gausson o climograma.

El carácter de la sequía establece el segundo paso en la clasificación, denominándose climas monoxéricos aquellos que tienen un período de sequía; bixéricos, los que tienen dos períodos; y axéricos, los que no tienen ningún mes seco.

<b>Tipos de climas</b>	<b>Diagrama</b>
<i>Axérico</i>	Curva pluviométrica siempre bajo la térmica
<i>Monoxérico</i>	Curvas se cortan en dos puntos
<i>Bixéricos</i>	Lar curvas se cortan en cuatro puntos

Tabla 13. Tipos de climas según los periodos de sequía. Elaboración propia.

Anejo 4. Estudio climatológico.

MES	TMED	PRECIP(mm)	2x T <sup>a</sup>	3x T <sup>a</sup>	Clasificación hídrica
ENERO	11,84	13,39	23,68	35,52	Seco
FEBRERO	12,82	3,64	25,63	38,45	Seco
MARZO	14,41	16,11	28,81	43,22	Seco
ABRIL	17,13	3,52	34,25	51,38	Seco
MAYO	20,15	2,93	40,31	60,46	Seco
JUNIO	24,08	6,46	48,16	72,23	Seco
JULIO	26,55	0,34	53,10	79,66	Seco
AGOSTO	27,98	1,48	55,95	83,93	Seco
SEPTIEMBRE	24,20	1,05	48,40	72,61	Seco
OCTUBRE	20,25	2,60	40,50	60,76	Seco
NOVIEMBRE	15,24	6,39	30,49	45,73	Seco
DICIEMBRE	12,37	1,89	24,74	37,10	Seco

Tabla 14. Estudio sobre las épocas de sequía. Elaboración propia.

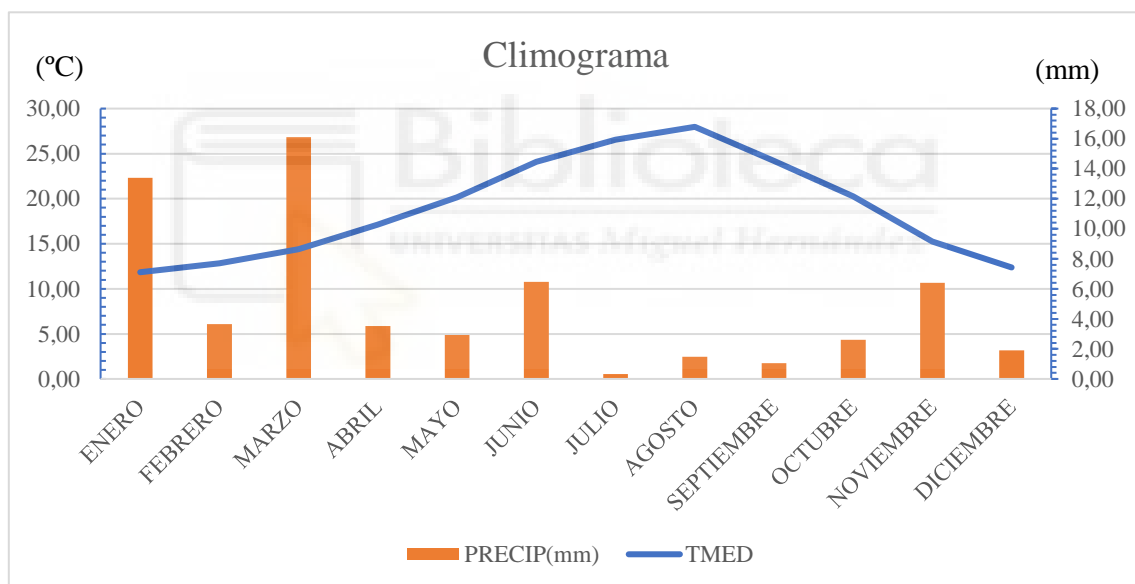


Gráfico 2. Climograma. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Según el climograma nos encontramos con un clima monoxérico, en el que se tiene un periodo de sequía. Esto se observa porque las líneas de la precipitación cortan en dos puntos a la línea de la temperatura.

### 3.4. Clasificación climática de Papadakis.

Define la naturaleza y propiedades de un clima en términos a los cultivos que pueden ser cultivados teniendo en cuenta criterios comerciales de la producción.

Se considera el régimen térmico en sus dos vertientes: tipo de verano y tipo de invierno y el régimen de humedad.

El tipo de invierno es el denominado Citrus (Ci), cuya temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío se encuentra entre 7 y  $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la temperatura media de las máximas del mes más frío se encuentra entre 10 y  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$

El tipo de verano es el Gossypium menos cálido (g), definida por: la duración de la estación libre de heladas, mínima disponible o media, en mese  $>4.5$  meses, la media de la media de las máximas de los meses más cálidos  $> 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  siendo  $n = 6$ , la media de las máximas de mes más cálido es  $<33,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la media de las temperaturas mínimas del mes más cálido es superior a  $20^{\circ}\text{C}$ .

El régimen térmico es el subtropical, Ts semitropical.

Con respecto al régimen de humedad el clima reclasifica como mediterráneo seco, esto viene por la duración y situación en el ciclo anual de los períodos de sequía.

- Tipo de invierno: Ci (Citrus)
- Tipo de verano: g (Algodón menos cálido)
- Régimen térmico: Su (Subtropical semicálido)
- Régimen de humedad: Me (Mediterráneo semiárido)

Con lo cual estamos ante un clima Mediterráneo Subtropical.



## 4. Conclusiones.

La línea común que siguen todos los datos es la de clima árido, desértico, subtropical o templado. Podemos percibir que el clima tiene tendencia a un periodo de sequía muy marcado que corresponde con la época estival y, aun así, el resto del año las lluvias no son muy abundantes. Por lo tanto, por parte del clima no debemos temer a encharcamiento del suelo u otros problemas derivados del exceso de agua.

Por otro lado, podemos observar claramente que las temperaturas son muy suaves. De esta manera el cultivo no tendrá problemas ni para aguantar el invierno, que en el caso del limonero es lo más crítico, ni para aguantar el verano. Podemos afirmar que es una zona idónea para su implantación.



# Anejo 5. Análisis edafológico.



## Contenido

1. Introducción. ....	3
2. Composición del suelo. ....	3
3. Análisis de los parámetros: .....	5
4. Conclusión: .....	8

## Índice de tablas.

Tabla 1. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

Tabla 2. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

Tabla 3. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

Tabla 4. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

## Índice de imágenes.

Imagen 1. Triángulo de texturas USDA. Fuente USDA.

## 1. Introducción.

Uno de los factores más limitantes a la hora de instalar un nuevo cultivo, además del clima, es el tipo de suelo. Por ello es necesario realizar un pequeño análisis de las condiciones edafológicas de la zona para comprobar su compatibilidad con la especie vegetal.

Para este análisis se han tomado los datos de un estudio realizado por el Departamento de Geología de la Universidad de Murcia en colaboración con la Sociedad Española de las Ciencias del Suelo, en 1979 que fue posteriormente normalizado y ampliado por A. Saa y J. Gallardo en 2017.

## 2. Composición del suelo.

En este análisis se refleja el porcentaje de arena, limo y arcilla que posee una parcela a distintas profundidades del Campo Cartagena. Cabe señalar que no se trata de la misma parcela en la que se plantarán los árboles, pero se toman esos datos debido a la imposibilidad de realizar un análisis propio. La parcela de la que se toman las muestras se encuentra en el campo de Cartagena dentro de la Hoja Geológica nº 955. Esta hoja se ha comprobado y a ella también pertenece la parcela del Monasterio de San Ginés de la Jara, por lo tanto, los valores del análisis serán muy aproximados.

Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	CE dS/m	Sat. Bases (%)	M.O (%)	C/N
0-12	12.6	52.6	34.8	8.3	32.0	0.6	99	1.5	8.8
12-45	13.4	54.0	32.6	8.2	31.5	1.7	100	1.3	9.5
45-70	6.7	45.0	48.3	8.1	20.4	1.3	99	2.1	9.5
70-93	16.8	36.2	47.0	8.1	26.8	1.4	100	1.4	9.2

Tabla 1. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

De estos valores se han calculado las medias de todo el horizonte del suelo y se han obtenido unos valores de:

	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	CE dS/m	Sat. Bases (%)	MO (%)	C/N
Valores medios	12.37	46.95	40.67	8,17	27.67	1.25	99.5	1.57 5	9.25

Tabla 2. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

Anejo 5. Análisis edafológico.

Una vez obtenidos estos datos se va a establecer el tipo de suelo gracias al triángulo de las texturas de USDA que se adjunta y en el que se han marcado las líneas de referencia de los valores obtenidos.

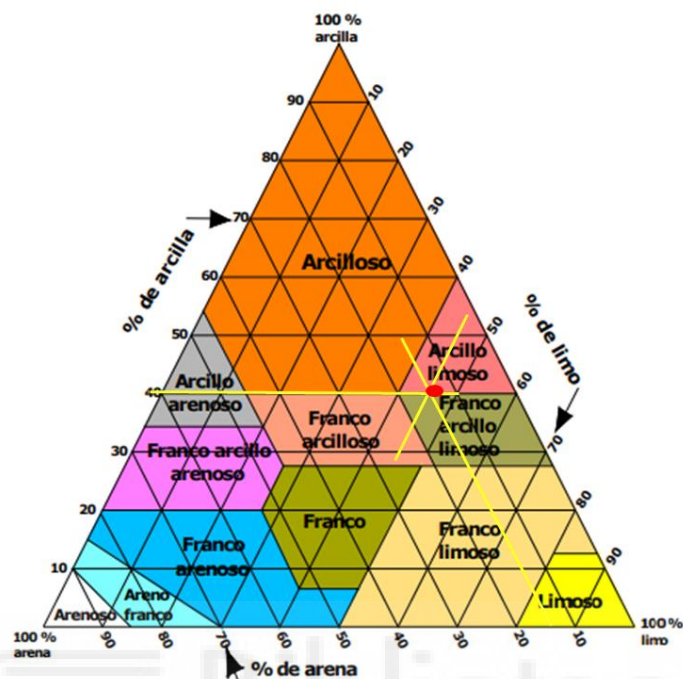


Imagen 1. Triángulo de texturas USDA. Fuente USDA.

La textura obtenida es una media entre un suelo de textura arcillo-limosa y franco-arcillo-limosa.

Esta corresponde a la textura global del suelo, pero si analizamos la textura horizonte a horizonte con los datos de la granulometría obtendríamos la siguiente tabla:

<i>Ap</i>	0-12cm	Textura franco arcillo limosa con estructura de bloques gruesos. Tiende a estructura laminar en la superficie y con numerosas grietas verticales.
<i>A</i>	12-45cm	Textura franco arcillo limosa con estructura en bloques gruesos. Agrietado verticalmente y compacto.
<i>Ab</i>	45-70cm	Textura arcillo limosa con estructura de bloques gruesos que se rompen en medianos y finos. Grietas verticales.
<i>BAb</i>	70-93cm	Textura arcillosa con estructura en bloques finos.

Tabla 3. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

<i>Horizonte</i>	<b>Bases de cambio NH<sub>4</sub>OAc (cmol/kg)</b>				<b>CIC (cmol/kg)</b>
	Ca	Mg	K	Na	NH <sub>4</sub> O
0-12	15	1.8	1.5	0.8	19.3
12-45	16.8	1.5	1.3	0.8	18.9
75-70	22.3	2.6	1.1	1.1	27.5
70-93	20.5	2.6	0.8	0.8	23.6

Tabla 4. Elaboración propia a partir de los datos del estudio edafológico del Departamento de Geología de la Universidad de Murcia.

### 3. Análisis de los parámetros:

- Contenido en materia orgánica:

El contenido en materia orgánica es bajo. Un contenido favorable sería el comprendido entre 1,5-4% y el idóneo a partir del 4%. Si bien no se encuentra en límites muy bajos, ya que supera el 0.5%, en todos los horizontes menos en uno, se encuentra en 1.5 o por debajo, con lo cual no el límite con lo aceptable.

Esta característica es desfavorable, pero nada que no supiéramos de antemano. Los suelos de la zona y, en general los de la Región de Murcia carecen de alto contenido en materia orgánica. Esto se irá corrigiendo con el aporte de estiércoles, aportando abonados con alto contenido en materia orgánica e incorporando al suelo los restos de poda generados en las labores culturales.

- Capacidad de intercambio de cationes:

La capacidad de intercambio de cationes presenta unos niveles favorables, ya que se encuentran entre 30-10.

Esta buena aptitud es clave, ya que representa el almacén donde son retenidos los nutrientes.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), definida por la FAO es la de “medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo. Representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH<sub>4</sub> etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces.”

Por lo tanto, el nivel de CIC indica la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener

## Anejo 5. Análisis edafológico.

nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica donde será muy complicado el desarrollo de la planta.

- pH:

El pH presente en el suelo de 8,1 hace referencia a un suelo alcalino. Si bien no es el valor más alto ni presenta toxicidad, es un valor poco favorable considerándose suelos muy alcalinos los que presentan un  $\text{pH} > 8,5$ . Los suelos alcalinos tienen a dispersarse. Sin embargo, es más positivo para el cultivo un suelo con tendencia alcalina que ácida, ya que los suelos ácidos presentan niveles tóxicos de aluminio y magnesio, lo que hace que el desarrollo de la planta sea muy complicado.

Por otro lado, cabe señalar que el pH de un suelo se puede ir corrigiendo. En el caso de los suelos alcalinos, hay que conseguir acidificarlos y esto se puede conseguir mediante el aporte en agua de riego de algunos sulfatos como el sulfato de hierro. Un pH idóneo para el cultivo se encuentra entorno al 6,5 (según FAO).

- Relación carbono nitrógeno:

Se encuentra entre los parámetros estándar, a un nivel normal.

La relación C/N indica el ritmo de mineralización de la materia orgánica, es decir, la capacidad que tiene el suelo para producir nitratos. Por lo tanto, es un parámetro de salud del suelo. Cuando existe una relación alta, se entiende que la materia orgánica se encuentra sin descomponer y cuando es una relación baja la materia orgánica está toda descompuesta.

La alta relación indica una baja habilidad para producir nitratos y puede corregirse con la adición de nitrógeno.

Una baja relación indica un agotamiento del suelo, lo que ocurre cuando se explota intensamente o se erosiona. Esto reduce la capacidad de intercambio del suelo y puede llegar a producir en algunos casos incluso amoníaco. Aun así, el efecto más peligroso es que el suelo pierde su estructura.

## Anejo 5. Análisis edafológico.

- Carbonatos:

Presenta un nivel alto, de 27,67%. Este valor era de predecir una vez analizados los aspectos anteriores. Esto se debe a que la presencia de carbonatos en el suelo lleva ligada un pH alcalino y viceversa.

Este parámetro favorece la rápida destrucción de la materia orgánica del suelo, bloquea a ciertos nutrientes como el hierro, imprescindible para las plantas. También afecta al zinc y el cobre, produciendo carencias.

La forma de reducir el contenido de carbonato en el caso de que pudieran o estuvieran causando un problema es acidificar el medio como se ha mencionado anteriormente aportando sulfatos.

- Salinidad:

Las sales solubles en el suelo pueden provocar graves problemas de estrés hídrico a la planta ya que impide la absorción de agua por las raíces.

En el caso del suelo que estamos analizando la salinidad es muy baja, inferior a 2dS/m, con lo cual no habrá previsibles problemas de estrés hídrico debido a esta característica.

- Grado de saturación de bases.

Este parámetro es muy favorable. Se encuentra muy cercano al 100% y representa la relación entre los nutrientes que ocupan las posiciones de cambio de cationes frente a las ocupadas por el hidrógeno y aluminio.



#### 4. Conclusión:

La composición del suelo es muy favorable para el desarrollo del cultivo, presenta una buena profundidad y grandes aptitudes.

Cabe señalar que, si bien posee una estructura entre media y pesada, más cercana a esta última, lo compensa con valores como la capacidad de intercambio catiónico, saturación en bases, baja salinidad, relación C/N o cantidad de materia orgánica. Con respecto a la materia orgánica que presentan los suelos nacionales, que en general es muy pobre, este valor de 1,57% es muy positivo.



# Anejo 6. Diseño agronómico.



## Contenido

1. Diseño agronómico. ....	4
1.1. Cálculo de las necesidades netas: .....	5
1.2. Cálculo de las necesidades totales: .....	7
1.3. Cálculo del bulbo húmedo.....	7
1.4. Cálculo del número de emisores por planta: .....	9
1.5. Separación entre emisores. ....	9
1.6. Dosis y frecuencia de aplicación. ....	10
1.7. Número de sectores de riego. ....	11
1.8. Cálculo de los sectores de riego. ....	12
1.9. Esquema de disposición de los emisores en las parcelas. ....	13

## Índice de tablas.

Tabla 1. Superficie de cada parcela. Elaboración propia a partir del plano y la distribución planteada

Tabla 2. Evapotranspiración del cultivo en cada mes del año. Elaboración propia. Fuente SIAM.

Tabla 3. Resumen de los factores de corrección para el cálculo de las necesidades. Elaboración propia.

Tabla 4. Diámetro de suelo mojado a partir de la textura del suelo. Keller, 1978.

Tabla 5. Resumen de los cálculos para todos los meses del año. Elaboración propia.

## Índice de gráficos.

Gráfico 1. Valor de  $K_c$  en cada estado fenológico del cultivo en plena producción. Gráfico de elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

Gráfica 2. Como estimar el factor de advección.

Diseño agronómico.

## Índice de croquis.

Croquis 1. Disposición de los emisores en las líneas de arbolado. Elaboración propia.



## 1. Diseño agronómico.

Primeramente, se va a distribuir la parcela en distintos bancales para agrupar el cultivo en distintas unidades y tener un mayor control sobre la instalación. Con esta distribución se consigue también dejar los caminos necesarios para un correcto manejo de la plantación.

### **DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS**

<i>Nombre</i>	<i>Superficie(m2)</i>
<i>P1</i>	3039
<i>P2</i>	8844
<i>P3</i>	6666
<i>P4</i>	9683
<i>P5</i>	2256
<i>P6</i>	2127
<i>P7</i>	5147
<i>P8</i>	5858
<i>TOTAL</i>	43620
<i>TOTAL Ha</i>	4,362

Tabla 1. Superficie de cada parcela. Elaboración propia a partir del plano y la distribución planteada.

Para el diseño agronómico se comenzará calculando las necesidades de agua del cultivo a partir de la evapotranspiración del cultivo en cada estado fenológico. Para medir la evapotranspiración nos basamos en la medida de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>0</sub>) de la FAO, que la define como “tasa de evapotranspiración de una superficie extensa de gramíneas verdes de 8 a 15cm de altura, uniforme, de crecimiento activo, que dan sombra totalmente al suelo y que no escasea el agua”. Esta evapotranspiración ya la tenemos en la tabla del análisis climático.

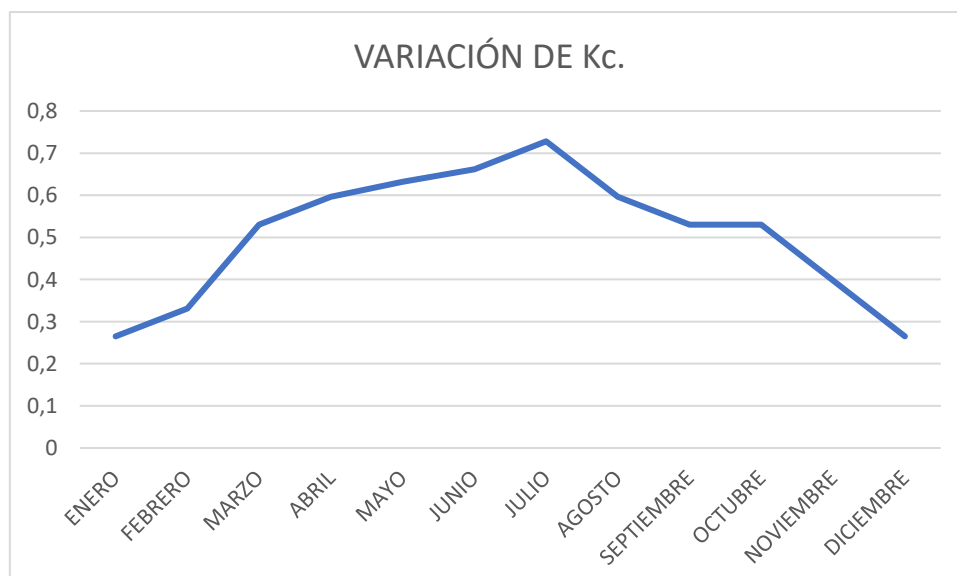


Gráfico 1. Valor de Kc en cada estado fenológico del cultivo en plena producción. Gráfico de elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

Una vez disponemos de la  $ET_0$ , se multiplica por el coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para obtener la evapotranspiración del cultivo. La  $K_c$  de los cítricos varía de la siguiente forma:

Las necesidades totales en el riego por goteo dependen de la eficiencia de aplicación o bien de las necesidades de lavado y de la uniformidad de la distribución. Para ello se va a utilizar la siguiente expresión.

$$Nt = \frac{Nn}{Ea * CU}$$

Siendo:

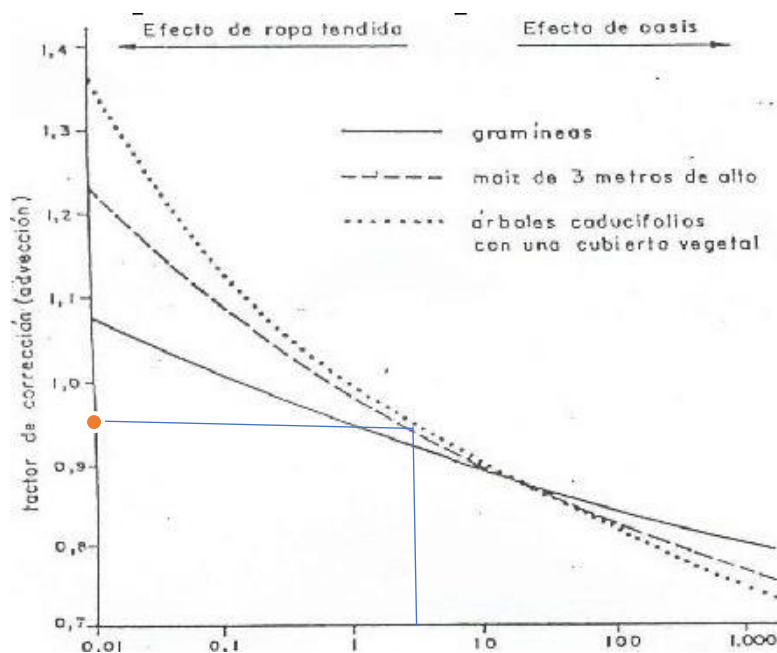
- $Nt$ : Necesidades totales expresadas en mm
- $Nn$ : Necesidades netas expresadas en mm
- $CU$ : Coeficiente de uniformidad, adimensional.
- $Ea$ : Eficiencia de aplicación del riego.

### 1.1. Cálculo de las necesidades netas:

Las necesidades netas se calculan con la siguiente ecuación:  $Nn = Et_0 * K_c * K_l * K_v * K_a$

Siendo:

- $Et_0 * K_c$ : Evapotranspiración de referencia por el coeficiente de cultivo.
- $K_l$ : Coeficiente de localización, que depende del área sombreada.
- $K_v$ : Coeficiente que depende de la variación climática y se establece en 1,15.
- $K_a$ : Coeficiente de advección, depende del tamaño del campo de cultivo y se obtiene a partir del siguiente gráfico:



Gráfica 2. Como estimar el factor de advección.

Como la superficie de cultivo de limonero es de 4.36Ha, el coeficiente de advección es de 0,95.

- Cálculo de la  $E_t \cdot K_c$ : Se va a tomar como valor la evapotranspiración de referencia del mes más calurosos para un correcto diseño de la explotación que es julio con un valor de 6.29mm/día. Tomando el valor de la  $K_c$  media de 0.65 se calcula  $E_{tc}$ :

$$E_{tc} = E_{t_0} * K_c = 5.92 * 0.728 = 4.58 \text{ mm/día.}$$

Siguiendo estos cálculos, la  $E_{tc}$  del resto de los meses del año queda:

MES	ET0 (mm)	kc	Etc (mm)	Etc (mm/día)
ENERO	54,59	0,27	14,47	0,47
FEBRERO	70,23	0,33	23,24	0,83
MARZO	96,37	0,53	51,08	1,65
ABRIL	119,14	0,60	71,01	2,37
MAYO	160,11	0,63	101,19	3,26
JUNIO	182,17	0,66	120,60	4,02
JULIO	195,08	0,73	142,02	4,58
AGOSTO	172,39	0,60	102,75	3,31
SEPTIEMBRE	124,18	0,53	65,81	2,19
OCTUBRE	85,96	0,53	45,56	1,47
NOVIEMBRE	58,73	0,40	23,31	0,78
DICIEMBRE	45,78	0,27	12,13	0,39

Tabla 2. Evapotranspiración del cultivo en cada mes del año. Elaboración propia, fuente SIAM.

- Cálculo de la  $K_l$ : Depende del porcentaje de área sombreada de modo que:

$$\text{Área sombreada} = \frac{\pi * D^2}{4(a * b)}$$

- $D^2$  : Diámetro de la copa, un limonero de la variedad fino puede tener un diámetro de copa que oscila entre 4 y 5m, se elegirá una media de 4.5m de copa.
- $a * b$  : Marco de plantación que se estableció en 7x5m.

$$\text{Área sombreada} = \frac{\pi * D^2}{4(a * b)} = \frac{\pi * 4.5^2}{4(7 * 5)} = 0.45$$

El coeficiente de localización se calcula a partir de las siguientes ecuaciones:

- Aljibury:  $K_l = 1,34 * A$

Diseño agronómico.

- Hoare:  $Kl = A + 0,5(1-A)$
- Decroix:  $Kl = 0,1 + A$
- Keller:  $Kl = A + 0,15*(1-A)$

Una vez calculadas el criterio para elegir el coeficiente de localización correcto es el de eliminar los dos valores más extremos y hacer una media aritmética entre los valores medios:

- Aljibury:  $Kl = 1,34 * 0,45 = 0,60$
- Hoare:  $Kl = 0,45 + 0,5(1 - 0,45) = 0,73$
- Decroix:  $Kl = 0,1 + 0,45 = 0,55$
- Keller:  $Kl = 0,45 + 0,15(1 - 0,45) = 0,53$

Con el criterio mencionado anteriormente se elegirá para la media aritmética los resultados de las ecuaciones de Hoare y Keller, obteniendo de la media de Aljibury y Decroix un valor de  $Kl=0,575$ .

Por lo tanto:

<i>Etc</i>	4.58mm/día
<i>Kl</i>	0.575
<i>Ka</i>	0.95
<i>Kv</i>	1.15

Tabla 3. Resumen de los factores de corrección para el cálculo de las necesidades. Elaboración propia.

Necesidades netas =  $4,58 * 0,575 * 0,95 * 1,15 = 2,88mm/día$ .

## 1.2. Cálculo de las necesidades totales:

Las necesidades totales las vamos a obtener a partir de la ecuación:  $Nt = \frac{Nn}{Ea * CU}$ . Para unas características del riego óptimas se establece que la eficiencia de aplicación debe ser del 90% y el coeficiente de uniformidad del 95%. De esta forma:

$$Nt = \frac{Nn}{Ea * CU}; Nt = \frac{2,88}{0,9 * 0,95} = 3,37mm/día.$$

## 1.3. Cálculo del bulbo húmedo.

En el riego localizado, a medida que empieza a humedecerse el suelo se forma un pequeño charco que va extendiéndose superficialmente hasta que encuentra el equilibrio. La forma del



Diseño agronómico.

bulbo está condicionada por la textura del suelo, de forma que en suelos pesados la velocidad de infiltración es menor que en suelos ligeros. También está afectado por el potencial mátrico y gravimétrico, fuertemente ligado a la textura.

Los suelos pesados tienen mayor potencial mátrico que gravimétrico, mientras que en los suelos ligeros ocurre, al contrario. Por lo tanto, en los suelos pesados el bulbo se extiende más horizontalmente. Sin embargo, en suelos ligeros en los que el potencial gravimétrico es mayor el bulbo se extiende de forma más alargada.

El caudal del emisor también afecta a la forma del bulbo ya que, para un mismo volumen de agua aplicado, el bulbo húmedo tiene mayor diámetro cuanto mayor es el caudal del emisor. Para el cálculo del diámetro mojado del bulbo húmedo se empleará la tabla de Keller, 1978.

La profundidad media de las raíces del limonero se estima alrededor de un metro de profundidad por lo tanto e interpolando en la tabla con un suelo medio y estratificado o en capas:

- Profundidad de 0.8m:  $\frac{1.25+1.7}{2} = 1.475m$
- Profundidad de 1.7m:  $\frac{2.25+3}{2} = 2.625m$

Interpolando obtenemos:

$$(1.7 - 0.8) \rightarrow (2.625 - 1.475)$$

$$(1.0 - 0.8) \rightarrow (x - 1.475)$$

$$x = \frac{0.2 * 1.15}{0.9} + 1.3275$$

$$x = 1.58m$$

De esta forma obtenemos que el diámetro mojado por los emisores es de 1.58m.

Profundidad de raíces y suelo (m)	Textura del suelo	Grado de estratificación del suelo		
		Homogéneo	Estratificado	En Capas
0,80	Ligero	0,50	0,80	1,10
	Medio	1,00	1,25	1,70
	Pesado	1,10	1,70	2,00
1,70	Ligero	0,80	1,50	2,00
	Medio	1,25	2,25	3,00
	Pesado	1,70	2,00	2,50

Keller, (1978)

Tabla 4. Diámetro de suelo mojado a partir de la textura del suelo. Keller, 1978.

#### 1.4. Cálculo del número de emisores por planta:

Para poder calcular los emisores que se requieren por planta se utiliza la ecuación:  $e = \frac{Sp * P}{100 * Ae}$ , donde:

- E: emisores por planta.
- Sp: Superficie ocupada por cada planta, es decir el marco de plantación, en nuestro caso 7x5m.
- P: Porcentaje de suelo mojado: Realmente se toma el porcentaje de superficie mojada que es más fácil de obtener. Está ya establecido y para arbolado se recomienda que esté en torno al 33-55%. En mi caso elegiré un valor del 33% para asegurarme un buen porcentaje de suelo mojado y que el número de emisores no sea excesivo.
- Ae: Área mojada por un emisor, que se calcula con la ecuación  $\frac{\pi * Dm^2}{4}$  donde Dm es el diámetro mojado por cada emisor.

*Cálculo del área mojada por un emisor:*

$$Ae = \frac{\pi * 1.58^2}{4} = 1.96m^2$$

*Cálculo de emisores por planta:*

Con los datos expresados anteriormente, la ecuación para el cálculo quedaría de la forma:

$$e = \frac{(7*5)*33}{100*1.96} = 5.89 \text{ emisores.}$$

Se instalarán 3 emisores a cada lado de la planta de manera equidistante, quedando un total de 6 emisores por planta.

#### 1.5. Separación entre emisores.

Teóricamente la separación entre emisores debería ser igual al diámetro mojado, sin embargo, esta distribución haría aparecer zonas secas entre los bulbos que da lugar a dos problemas:

- Zonas donde el crecimiento de las raíces se vería limitado.
- Problemas de acumulación de sales.

Por lo tanto, se debe prever un porcentaje de solape de los bulbos que oscile entre el 15-50%. El solape que se elige es un solape del 40% para prevenir los problemas antes mencionados.

Diseño agronómico.

El solape se puede calcular gracias a la expresión:

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

Donde:

Se: Separación entre emisores.

R: radio del bulbo húmedo. El diámetro del bulbo calculado era de 1.58m, por lo tanto, el radio es de 0.79m.

A: Porcentaje de solape, en nuestro caso un 40%.

De manera que la ecuación quedaría de la forma:

$$Se = 0.79\left(2 - \frac{40}{100}\right) = 1.26m$$

Por lo tanto, se obtiene que los emisores deben estar espaciados 1,26m. Aun así, se comprobará que no siempre pueden estar a esta distancia, ya que, en algunos casos, esta elección se ve limitada por los portagoteros de los que dispongan las distintas casas comerciales. Para este caso en particular, esta restricción no afectará mucho porque los goteros elegidos están separados a 1,25m. Con lo cual la situación práctica de emisores en la parcela será prácticamente igual que la calculada teóricamente.

## 1.6. Dosis y frecuencia de aplicación.

El objetivo de este apartado es el de definir el volumen de agua requerido por la planta y el intervalo entre los días de riego. Esta dosis se obtiene de la expresión:

$$Dosis\left(\frac{l}{\text{árbol}}\right) = Nt\left(\frac{l}{\text{día} * \text{árbol}}\right) / \text{Intervalo(día)}$$

La época más crítica para el riego es en los meses más calurosos. Aun así, los árboles tienen que regarse el resto del año, por lo tanto, se adjunta una tabla de la dosis de riego para todos los meses del año en función de las necesidades netas de los árboles. Se tiene también en cuenta el intervalo entre riegos que oscila desde los cuatro días para épocas de menor necesidad hasta un día en los meses más calurosos.

MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>ET0 (mm)</i>	54,59	70,23	96,37	119,14	160,11	182,17	195,08	172,39	124,18	85,96	58,73	45,78
<i>kc</i>	0,265	0,331	0,53	0,596	0,632	0,662	0,728	0,596	0,53	0,53	0,397	0,265
<i>kl</i>	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
<i>ka</i>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
<i>kv</i>	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
<i>Nn (mm)</i>	9,09	14,60	32,09	44,61	63,57	75,76	89,21	64,54	41,34	28,62	14,65	7,62
<i>Nn (mm/día)</i>	0,29	0,52	1,04	1,49	2,05	2,53	2,88	2,08	1,38	0,92	0,49	0,25
<i>Ea*CU</i>	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
<i>Nt (mm/día)</i>	0,34	0,61	1,21	1,74	2,40	2,95	3,37	2,44	1,61	1,08	0,57	0,29
<i>Marco plantación</i>	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
<i>Nt (l/día)</i>	12,00	21,35	42,37	60,87	83,94	103,37	117,81	85,23	56,41	37,79	19,98	10,06
<i>Intervalo de riegos (días)</i>	4	3	2	2	1	1	1	1	1	3	4	4
<i>Dosis (l/árbol)</i>	48,00	64,04	84,74	121,73	83,94	103,37	117,81	85,23	56,41	113,38	79,94	40,25
<i>Caudal que recibe el árbol (l/h)</i>	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
<i>Tiempo de riego</i>	2,0	2,7	3,5	5,1	3,5	4,3	4,9	3,6	2,4	4,7	3,3	1,7

Tabla 5. Resumen de los cálculos para todos los meses del año. Elaboración propia.

### 1.7. Número de sectores de riego.

En esta explotación al ser únicamente de limonero los sectores de riego vienen condicionados por el caudal disponible.

La parcela, en su totalidad, tiene una dotación de  $5000 \frac{m^3}{ha \cdot año}$ . En este punto cabe recordar que la parcela cuenta con 5,68Ha de las cuales se cultivaran en un principio 4,36Ha. Aunque solamente se pongan en cultivo 4,36ha la dotación de la que se dispone es la de la parcela, con lo cual un total de  $28400 \frac{m^3}{año}$ .

Por otro lado, el caudal disponible desde el cabezal es de 8l/s, lo que nos da un caudal de 28800l/h o lo que es lo mismo,  $28,8m^3/h$ .

También añadir que se instalan 6 goteros de 4l/h cada gotero por planta, con lo cual la planta recibe 24l/h y lo que es lo mismo,  $0,024m^3/h$ .

Por lo tanto, conociendo estos datos el caudal de riego se va a obtener con la expresión:

$$Qr = Qp * N^{\circ}plantas = Qp * \frac{S}{a * b}$$

Donde:

Qr= caudal de riego.

Qp= caudal recibido por la planta.

S= Superficie a regar.

A\*b= Marco de plantación.

$$Qr = (6 * 4) * \frac{43620}{7*5} = 29910,85l/h.$$

Lo que equivale a  $29,91m^3/h$ .

Como se puede comprobar, el caudal disponible es de  $28,8m^3/h$  y el que necesitamos para abastecer toda la plantación es de  $29,91m^3/h$ , por lo tanto, habrá que distribuir el riego en dos sectores distintos al no haber caudal disponible para toda la parcela.

## 1.8. Cálculo de los sectores de riego.

El cálculo de los sectores se hace en base a dos consideraciones:

- El número de sectores debe ser mayor o igual que el cociente entre el caudal requerido por la planta y el caudal disponible en cabecera.

$$N^{\circ} \text{ sectores} \geq \frac{Qr}{Qd}$$

- El número de sectores debe ser menor o igual que el cociente entre la jornada efectiva de riego entre el tiempo de riego.

$$N^{\circ} \text{ sectores} \leq \frac{JER}{tr}$$

De este modo los cálculos quedan de la siguiente manera:

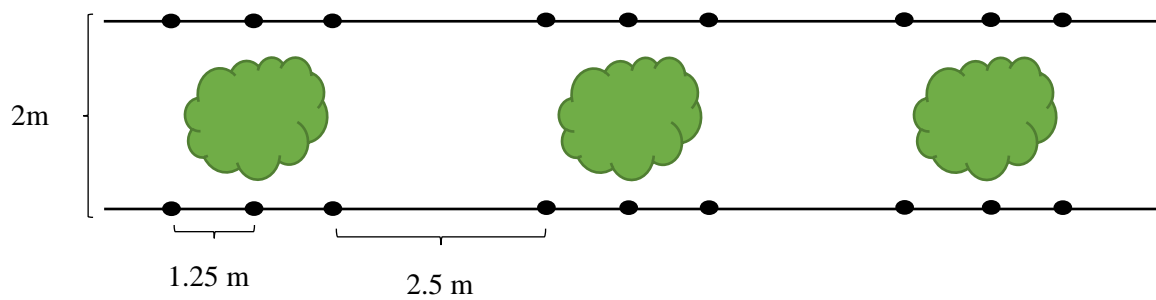
$$N^{\circ} \text{ sectores} \geq \frac{29,91}{28,88} = 1,035 \text{ sectores.}$$

$$N^{\circ} \text{ sectores} \leq \frac{16}{4,9} = 3,2 \text{ sectores.}$$

Diseño agronómico.

Como el número de sectores debe estar entre 1,035 y 3,26, se establece en 2 sectores de riego distintos.

### 1.9. Esquema de disposición de los emisores en las parcelas.



Croquis 1. Disposición de los emisores en las líneas de arbolado. Elaboración propia.



# Anejo 7. Diseño hidráulico.



## Contenido

1. Diseño hidráulico.....	4
1.1. Tolerancia de presión en los laterales.....	5
1.2. Distribución de presiones. ....	5
1.3. Diseño de la terciaria de la parcela P8. ....	7
1.4. Diseño de los ramales portagoteros de la parcela P8. ....	10
1.5. Dimensionado de terciarias del sector 1.....	11
1.6. Dimensionado de las terciarias del sector 2. ....	14
2. Diámetros y pérdidas de carga de los laterales y las terciarias. ....	16
2.1. Criterios tomados para la elección del diámetro. ....	18
3. Presión necesaria en cabeza de subunidades y terciarias. ....	19
4. Dimensionado de secundarias y primarias. ....	21
4.1. Diámetro de las tuberías secundarias. ....	22
4.2. Diámetro de la tubería primaria.....	24

## Índice de tablas.

Tabla 1. Resumen de superficies según las parcelas. Elaboración propia.

Tabla 2. Resumen de superficies según las parcelas. Elaboración propia.

Tabla 3. Factor de Christiansen en función del número de derivaciones y el exponente del caudal en la ecuación utilizada.

Tabla 4. Elaboración propia a partir de los datos del coeficiente en función de la temperatura.

Tabla 5. Datos de partida para la terciaria de la parcela P8. Elaboración propia.

Tabla 6. Datos de partida para los ramales portagoteros de la parcela P8. Elaboración propia.

Tabla 7. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 7. Datos de partida para la terciaria de la parcela P1. Elaboración propia.

Tabla 8. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.



## Anejo 7. Diseño hidráulico.

Tabla 9. Datos de partida para la terciaria de la parcela P2. Elaboración propia.

Tabla 10. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 11. Datos de partida para la terciaria de la parcela P3. Elaboración propia.

Tabla 12. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 13. Datos de partida para la terciaria de la parcela P4. Elaboración propia.

Tabla 14. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 15. Datos de partida para la terciaria de la parcela P5. Elaboración propia.

Tabla 16. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 17. Datos de partida para la terciaria de la parcela P6. Elaboración propia.

Tabla 18. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 19. Datos de partida para la terciaria de la parcela P7. Elaboración propia.

Tabla 20. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 21. Datos de partida para la terciaria de la parcela P8. Elaboración propia.

Tabla 22. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Tabla 23. Diámetros normalizados de tuberías de PVC.

Tabla 24. Diámetro normalizado tuberías de PE.

Tabla 25. Resumen de diámetros a usar en cada conducción. Elaboración propia.

Tabla 26. Distribución de las tuberías secundarias en las distintas parcelas. Elaboración propia.

Tabla 27. Resumen de longitudes y caudales que debe abastecer la tubería secundaria.

Tabla 28. Resumen de diámetros de las tuberías secundarias. Elaboración propia.

Tabla 29. Pérdidas de carga en las tuberías secundarias. Elaboración propia.

Tabla 30. Diámetro teórico de la tubería primaria. Elaboración propia.

## Índice de imágenes.

Imagen 1. Catálogo de goteros. Fuente: catálogo de Gestirriego

## Índice de gráficas.

Gráfica 1. Caudal arrojado en función de la presión del gotero. Fuente: catálogo de Gestirriego.

## 1. Diseño hidráulico.

Primeramente, se definirán los goteros que se van a instalar. Se trata de goteros integrados en el ramal portagoteros de la marca gestirriego o similar, autocompensantes y antidrenantes, con un caudal de 4l/h como ya se había establecido y con una presión de trabajo de 1bar (10m.c.a).

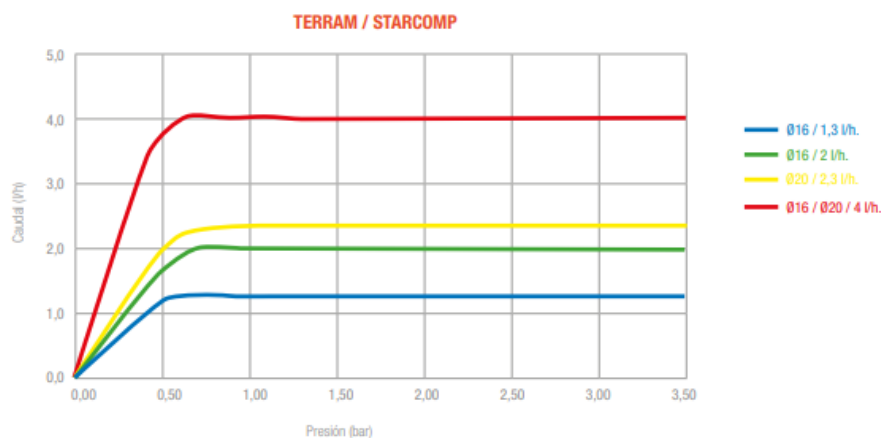
La distancia entre emisores se calculó y era de 1,26m. Al ser goteros que ya vienen integrados en la tubería hay que ceñirse al catálogo del distribuidor. Sin embargo, estos goteros se han elegido, entre otras características por esta razón, ya que la distancia de separación que elegiremos del catálogo es de 1,25m. La diferencia es de solamente 1cm, con los cual todo el diseño agronómico expuesto anteriormente no variará apenas.

Las especificaciones técnicas son las siguientes:

STARCOMP ø16 / Pared 0'9 mm.			
DISTANCIA (m.)	CAUDAL		
	1,3L	2 L	4L
	CÓDIGOS		
		AS ANTISUCCIÓN	AS ANTISUCCIÓN
0,20	369556	369582	369569
0,25	369555	369581	369568
0,30	369554	369580	369567
0,33	369553	369579	369566
0,40	369552	369578	369565
0,50	369551	369577	369564
0,60	369550	369576	369563
0,75	369549	369575	369562
1,00	369548	369574	369561
1,25	369547	369573	369560
1,50	369546	369572	369559
2,00	369545	369571	369558
2,50	369544	369570	369557



Imagen 1. Catálogo de goteros. Fuente: catálogo de Gestirriego.



Gráfica 1. Caudal arrojado en función de la presión del gotero. Fuente: catálogo de Gestirriego.

### 1.1. Tolerancia de presión en los laterales.

Para comenzar con el diseño hidráulico comprobamos la tolerancia de presiones teniendo en cuenta la ecuación del emisor:

$$q = K * H^x$$

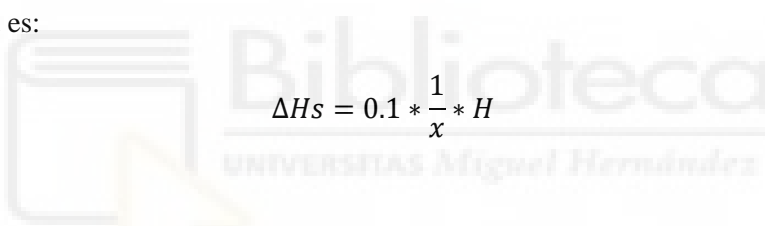
Donde:

K: Constante del emisor, específica de cada uno.

H: Presión nominal en m.c.a.

X: Exponente de descarga del emisor que depende del régimen de descarga. Este emisor al ser autocompensante le corresponde una  $x=0,4$ .

Tomando logaritmos y derivando la expresión anterior nos queda que  $\Delta H = \frac{\Delta q}{q^e} * \frac{1}{x} * H$ , siendo  $\Delta q = q_{m\acute{a}x} - q_{m\acute{i}n}$  y  $q_e$  el caudal medio de los emisores. Aceptando una norma general en la que la variación del caudal se establece en el 10% la diferencia máxima de presiones admisible en la subunidad es:


$$\Delta H_s = 0.1 * \frac{1}{x} * H$$

Donde:

$\Delta H_s$  : Es la diferencia de presiones admisible.

X: El exponente de descarga del emisor.

H: Presión nominal en m.c.a.

$$\Delta H_s = 0.1 * \frac{1}{0.4} * 10 = 2,5mca.$$

### 1.2. Distribución de presiones.

Retomando lo calculado y expuesto en el diseño agronómico, las parcelas deben agruparse para formar dos sectores de riego independiente que se puedan abastecer a partir del caudal que proporciona el cabezal. La distribución ha sido la siguiente:

- Sector 1:

Nombre	Superficie(m2)	Nº árboles	Caudal(l/h)
P1	3039	93	2232
P2	8844	247	5928
P3	6666	217	5208
TOTAL	18549	557	13368

Tabla 1. Resumen de superficies según las parcelas. Elaboración propia.

- Sector 2:

Nombre	Superficie(m2)	Nº árboles	Caudal (l/h)
P4	9683	264	6336
P5	5147	143	3432
P6	2256	57	1368
P7	2127	56	1344
P8	5858	159	3816
TOTAL	25071	679	16296

Tabla 2. Resumen de superficies según las parcelas. Elaboración propia.

Para diseñar los ramales portagoteros se seleccionará el emisor más desfavorable y se diseñará el ramal que le abastece.

El más desfavorable es el emisor que se encuentra en último lugar en la P8. Es la parcela más alejada del cabezal. La diferencia de cotas que tiene que salvar la terciaria es de dos metros y la que deben salvar los laterales portagoteros es nula. Por lo tanto, se calcula la distribución de presiones. Para ello, Keller y Karmeli aconsejan distribuir la pérdida de carga admisible de la terciaria y el lateral como un 55% para el lateral y un 45% para la terciaria. De este modo:

$$\Delta Hl = 0.55 * \Delta Hs; \Delta Hl = 0.55 * 2.5 = 1,375 \text{ m. c. a.}$$

$$\Delta Ht = 0.45 * \Delta Hs; \Delta Ht = 0.45 * 2.5 = 1.125 \text{ m. c. a.}$$

Por otro lado, la terciaria debe salvar dos metros de desnivel, por lo tanto, la pérdida de carga máxima admisible en la terciaria se averigua con la siguiente relación:

$$\Delta ht = \Delta Ht - Zt = (\Delta Hs - \Delta Hl) - Zt = (\Delta Hs - (\Delta hl + Zl)) - Zt$$

$$\Delta ht = (2.5 - (1.375 + 0)) + 2 = 3.125 \text{ m. c. a}$$

El criterio de signos para el desnivel es:

- Positivo cuando se trata de una pendiente ascendente, ya que suma a la pérdida de carga.
- Negativo cuando la pendiente es descendente ya que resta a la pérdida de carga.

### 1.3. Diseño de la terciaria de la parcela P8.

La tubería terciaria de esta parcela se distribuye en:

- Un tramo inicial de 2m ( $S_0$ ).
- 48 agrupaciones dispuestas en dos líneas de 24 de dos ramales cada una de ella, separadas entre sí por 2m ( $S_e$ ).
- Una separación entre agrupaciones de 5m ( $S_g$ ).

Una vez diferenciadas las siguientes partes, definimos la tubería como una tubería con “n” derivaciones separadas por una distancia constante que distribuye un caudal uniforme en “g” grupos de derivaciones con una separación uniforme.

Se define también “ $r_g$ ” como la relación que hay entre la separación entre grupos y la separación entre derivaciones dentro de cada grupo.

$$r_g = \frac{S_g}{S_e}$$

Se define “r” como la relación entre la separación hasta la primera derivación y la separación entre derivaciones.

$$r = \frac{S_0}{S_e}$$

En este caso la pérdida de carga se calcula mediante la expresión:

$$h_c = F_d * C * L * \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$$

Donde:

- $F_d$ : Es un factor que depende del coeficiente F de Christiansen y se calcula mediante la expresión:

$$F_d = \frac{(r + nF - 1) + (gF_g - 1) * (r_g - 1)}{(e - 1)g + (g - 1)r_g + r}$$

Donde:

- e: Número de emisores por grupo.
- g: Número de grupos.
- n: e\*g; Número total de derivaciones.
- $F_g$ : Factor de Christiansen para un número de derivaciones igual al número de grupos.

Anejo 7. Diseño hidráulico.

n	Exponente m					
	1	1.75	1.8	1.85	1.9	2
1	1.000	1.008	1.006	1.005	1.003	1.000
2	0.750	0.650	0.644	0.639	0.634	0.625
3	0.667	0.546	0.540	0.535	0.529	0.519
4	0.625	0.498	0.491	0.485	0.480	0.469
5	0.600	0.469	0.463	0.457	0.451	0.440
6	0.583	0.451	0.445	0.438	0.433	0.421
7	0.571	0.438	0.432	0.425	0.419	0.408
8	0.563	0.428	0.422	0.416	0.410	0.398
9	0.556	0.421	0.415	0.408	0.402	0.391
10	0.550	0.415	0.409	0.402	0.396	0.385
11	0.545	0.410	0.404	0.398	0.392	0.380
12	0.542	0.406	0.400	0.394	0.388	0.376
13	0.538	0.403	0.396	0.390	0.384	0.373
14	0.536	0.400	0.394	0.387	0.381	0.370
15	0.533	0.398	0.391	0.385	0.379	0.367
16	0.531	0.395	0.389	0.383	0.377	0.365
17	0.529	0.394	0.387	0.381	0.375	0.363
18	0.528	0.392	0.385	0.379	0.373	0.362
19	0.526	0.390	0.384	0.378	0.372	0.360
20	0.525	0.389	0.383	0.376	0.370	0.359
22	0.523	0.387	0.380	0.374	0.368	0.356
24	0.521	0.385	0.378	0.372	0.366	0.354
26	0.519	0.383	0.377	0.370	0.364	0.353
28	0.518	0.382	0.375	0.369	0.363	0.351
30	0.517	0.380	0.374	0.368	0.362	0.350
35	0.514	0.378	0.372	0.365	0.359	0.348
40	0.513	0.376	0.370	0.363	0.357	0.346
45	0.511	0.375	0.368	0.362	0.356	0.345
50	0.510	0.374	0.367	0.361	0.355	0.343
55	0.509	0.373	0.366	0.360	0.354	0.342
60	0.508	0.372	0.366	0.359	0.353	0.342
70	0.507	0.371	0.364	0.358	0.352	0.341
80	0.506	0.370	0.363	0.357	0.351	0.340
90	0.506	0.369	0.363	0.356	0.350	0.339
100	0.505	0.369	0.362	0.356	0.350	0.338
125	0.504	0.368	0.361	0.355	0.349	0.337
150	0.503	0.367	0.360	0.354	0.348	0.337
200	0.503	0.366	0.360	0.353	0.347	0.336
250	0.502	0.366	0.359	0.353	0.347	0.335
300	0.502	0.365	0.359	0.353	0.346	0.335
∞	0.500	0.364	0.357	0.351	0.345	0.333

Tabla 3. Factor de Christiansen en función del número de derivaciones y el exponente del caudal en la ecuación utilizada.

El factor de Christiansen se obtiene mediante la siguiente tabla, siendo “n” el número de derivaciones y “m” el exponente del caudal de la ecuación de la pérdida de carga elegida. En este caso será siempre 1,75.

- C: Coeficiente que depende de la temperatura. Tomaremos una temperatura media de 20°C a la que le corresponde un coeficiente de 0.464.

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25
C	0.516	0.496	0.479	0.464	0.450

Tabla 4. Elaboración propia a partir de los datos del coeficiente en función de la temperatura.

Anejo 7. Diseño hidráulico.

- L: Longitud de la tubería que se obtiene a partir de la expresión:

$$L = (e - 1)S_e + (g - 1)S_g + S_0$$

- Q: Caudal de demanda total de esa conducción en l/h.
- D: Diámetro de la tubería en mm. Se trata de parámetro que queremos conocer.

Una vez definidos todos los factores que influyen en el cálculo se va a mostrar paso a paso el cálculo de la terciaria de la parcela P8 y los portagoteros de esta parcela.

Para el resto de la superficie se hará de la misma forma y se adjuntará una tabla resumen con todos los datos.

Partimos de los siguientes parámetros:

<i>S</i> <sub>0</sub>	2
<i>S</i> <sub><i>e</i></sub>	2
<i>S</i> <sub><i>g</i></sub>	5
Árboles	160
<i>r</i>	1
<i>r</i> <sub><i>g</i></sub>	2,5
<i>F</i> ( <i>n</i> :48; <i>m</i> :1,75)	0,51
<i>e</i> total	48
<i>e</i> por grupo	2
<i>g</i>	24
<i>n</i> ( <i>e</i> * <i>g</i> )	48
<i>F</i> <i>g</i> ( <i>n</i> :24; <i>m</i> :1,75)	0,521
<i>C</i>	0,464
<i>L</i>	82,5
<i>h</i> <sub><i>c</i></sub>	3,125
<i>Q</i>	3840

Tabla 5. Datos de partida para la terciaria de la parcela P8. Elaboración propia.

$$F_d = \frac{(r + nF - 1) + (gF_g - 1) * (r_g - 1)}{(e - 1)g + (g - 1)r_g + r};$$

$$F_d = \frac{(1 + 48 * 0.51 - 1) + (24 * 0.521 - 1) * (2.5 - 1)}{(2 - 1) * 5 + (24 - 1) * 2.5 + 1} = 0.506$$

Con este valor del factor dependiente del factor de Christiansen se puede calcular el diámetro interior de la tubería despejando en la ecuación de pérdida de carga  $h_c = F_d * C * L * \frac{Q^{1.75}}{D^{4.75}}$

Anejo 7. Diseño hidráulico.

quedando esta como:  $D = \frac{(F_d * C * L * Q^{1.75})^{\frac{1}{4.75}}}{hc}$ . Por lo tanto, el diámetro interior de la conducción de PE es de:

$$D = \frac{(0.506 * 0.464 * 82.5 * 3840^{1.75})^{\frac{1}{4.75}}}{3.125} = 31.47mm$$

#### 1.4. Diseño de los ramales portagoteros de la parcela P8.

El cálculo de los ramales portagoteros sigue el mismo procedimiento que en el caso anterior. La distribución que siguen los ramales portagoteros se distribuyen en dos ramales paralelos, separados dos metros y atravesados por la línea de arbolado, por lo tanto, los ramales serán idénticos para cada línea de arbolado.

<i>S0</i>	1,25
<i>Se</i>	1,25
<i>Sg</i>	2,5
Árboles	6
<i>r</i>	1
<i>rg</i>	2
<i>F(n:18; m:1,75)</i>	0,528
<i>e total</i>	18
<i>e por grupo</i>	3
<i>g</i>	6
<i>n (e*g)</i>	18
<i>Fg (n:6; m:1,75)</i>	0,583
<i>C</i>	0,464
<i>L</i>	30,75
<i>hc</i>	1,375
<i>Q</i>	72

Tabla 6. Datos de partida para los ramales portagoteros de la parcela P8. Elaboración propia.

Siguiendo el esquema de cálculo idéntico al que se ha seguido anteriormente para la terciaria y con los datos expuestos en la tabla anterior se obtiene que:

<i>Fd (m.c.a)</i>	0,522
<i>D (mm)</i>	7.24

Tabla 7. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.



### 1.5. Dimensionado de terciarias del sector 1.

Una vez comprobado el método de cálculo que hay que seguir para poder obtener los diámetros de las conducciones se van a adjuntar las mismas tablas para todas las terciarias de todas las parcelas del sector 1.

- P1:

$S0$	3,4
$Se$	2
$Sg$	5
Árboles	93
$r$	1,7
$rg$	2,5
$F(n:20; m:1,75)$	0,525
$e\ total$	20
$e\ por\ grupo$	2
$g$	10
$n\ (e*g)$	20
$Fg\ (n:10; m:1,75)$	0,55
$C$	0,464
$L$	34,2
$hc$	1,125
$Q$	2232

Tabla 7. Datos de partida para la terciaria de la parcela P1. Elaboración propia.

$Fd$	0,52
$D$	22,94

Tabla 8. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Anejo 7. Diseño hidráulico.

- P2:

<i>S0</i>	7,7
<i>Se</i>	2
<i>Sg</i>	5
Árboles	247
<i>r</i>	3,85
<i>rg</i>	2,5
<i>F(n:52; m:1,75)</i>	0,509
<i>e total</i>	52
<i>e por grupo</i>	2
<i>g</i>	26
<i>n (e*g)</i>	52
<i>Fg (n:26; m:1,75)</i>	0,519
<i>C</i>	0,464
<i>L</i>	94,85
<i>hc</i>	1,125
<i>Q</i>	5928

Tabla 9. Datos de partida para la terciaria de la parcela P2. Elaboración propia.

<i>Fd</i>	0,45
<i>D</i>	37,39

Tabla 10. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

- P3:

<i>S0</i>	1,75
<i>Se</i>	2
<i>Sg</i>	5
Árboles	217
<i>r</i>	0,875
<i>rg</i>	2,5
<i>F(n:46; m:1,75)</i>	0,5124
<i>e total</i>	46
<i>e por grupo</i>	2
<i>g</i>	23
<i>n (e*g)</i>	46
<i>Fg (n:23; m:1,75)</i>	0,519
<i>C</i>	0,464
<i>L</i>	81,375
<i>hc</i>	1,125
<i>Q</i>	5208

Tabla 11. Datos de partida para la terciaria de la parcela P3. Elaboración propia.

<i>Fd</i>	0,505
<i>D</i>	35,04

Tabla 12. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Anejo 7. Diseño hidráulico.

- P4:

$S_0$	3,6
$S_e$	2
$S_g$	5
Árboles	264
$r$	1,8
$r_g$	2,5
$F(n:42; m:1,75)$	0,5122
$e$ total	42
$e$ por grupo	2
$g$	21
$n (e*g)$	42
$Fg (n:21; m:1,75)$	0,388
$C$	0,464
$L$	75,8
$h_c$	0,125
$Q$	6336

Tabla 13. Datos de partida para la terciaria de la parcela P4. Elaboración propia.

$F_d$  0,453

$D$  38,65

Tabla 14. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

1.6. Dimensionado de las terciarias del sector 2.

- P5

$S0$	7
$Se$	2
$Sg$	5
Árboles	143
$r$	3,5
$rg$	2,5
$F(n:36; m:1,75)$	0,5124
$e$ total	36
$e$ por grupo	2
$g$	18
$n (e*g)$	36
$Fg (n:18; m:1,75)$	0,5132
$C$	0,464
$L$	66,5
$hc$	1,125
$Q$	3432

Tabla 15. Datos de partida para la terciaria de la parcela P5. Elaboración propia.

$Fd$	0,520
$D$	28,45

Tabla 16. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

- P6:

$S0$	4,5
$Se$	2
$Sg$	5
Árboles	57
$r$	2,25
$rg$	2,5
$F(n:16; m:1,75)$	0,531
$e$ total	16
$e$ por grupo	2
$g$	8
$n (e*g)$	16
$Fg (n:8; m:1,75)$	0,563
$C$	0,464
$L$	58,5
$hc$	1,125
$Q$	1368

Tabla 17. Datos de partida para la terciaria de la parcela P6. Elaboración propia.

$Fd$	0,54
$D$	17,96

Tabla 18. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

Anejo 7. Diseño hidráulico.

- P7.

<i>S0</i>	11
<i>Se</i>	2
<i>Sg</i>	5
Árboles	56
<i>r</i>	5,5
<i>rg</i>	2,5
<i>F(n:14; m:1,75)</i>	0,536
<i>e total</i>	14
<i>e por grupo</i>	2
<i>g</i>	7
<i>n (e*g)</i>	14
<i>Fg (n:7; m:1,75)</i>	0,571
<i>C</i>	0,464
<i>L</i>	55
<i>hc</i>	1,125
<i>Q</i>	1344

Tabla 19. Datos de partida para la terciaria de la parcela P7. Elaboración propia.

<i>Fd</i>	0,599
<i>D</i>	17,80

Tabla 20. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

- P8.

<i>S0</i>	2
<i>Se</i>	2
<i>Sg</i>	5
Árboles	159
<i>r</i>	1
<i>rg</i>	2,5
<i>F(n:48; m:1,75)</i>	0,536
<i>e total</i>	48
<i>e por grupo</i>	2
<i>g</i>	24
<i>n (e*g)</i>	48
<i>Fg (n:24; m:1,75)</i>	0,571
<i>C</i>	0,464
<i>L</i>	87
<i>hc</i>	1,125
<i>Q</i>	3816

Tabla 21. Datos de partida para la terciaria de la parcela P8. Elaboración propia.

<i>Fd</i>	0,542
<i>D</i>	31,47

Tabla 22. Resultado de los cálculos. Elaboración propia.

## 2. Diámetros y pérdidas de carga de los laterales y las terciarias.

En el apartado anterior se han calculado los diámetros interiores y las pérdidas de carga teóricas que tendrán las distintas subunidades. Ahora debemos asignar datos reales. Para ello se emplean tablas comerciales tanto de PE para los laterales como de PVC para las terciarias.

Los diámetros disponibles para tuberías de PVC según la norma UNE-EN 1452 son:

<b>DIÁMETROS NORMALIZADOS (NOMINAL E INTERIOR) PARA TUBERIAS DE PVC</b>				
<b>DN (mm)</b>	<b>DI (mm)</b>			
	<b>4 atm</b>	<b>6 atm</b>	<b>10 atm</b>	<b>16 atm</b>
16	-	-	-	13,6
20	-	17,5	-	17
25	22,6	22,6	22	21,2
32	29,6	29,2	28,4	27,2
40	37,2	36,4	36	34
50	47,2	46,4	45,2	42,6
63	59,4	59,2	57	53,6
75	71,4	70,6	67,8	63,8
90	86,4	84,6	81,4	76,6
110	105,6	103,6	99,4	93,6
125	120	117,6	113	106,4
140	134,4	131,8	126,6	119,2
160	153,6	150,6	144,6	136,2
180	172,8	169,4	162,8	153,2
200	192	188,2	180,8	170,4
225	216	211,8	203,4	191,4
250	240,2	235,4	226,2	213
280	269	263,6	253,2	238,4
315	302,6	296,6	285	268,2
355	341	334,2	321,2	302,4
400	384,2	376,6	361,8	340,6
450	432,4	423,8	407	383,2
500	480,4	470,8	452,2	425,8

Tabla 23. Diámetros normalizados de tuberías de PVC.

Anejo 7. Diseño hidráulico.

Los diámetros disponibles en el caso de tuberías de PE para microirrigación según la norma UNE-EN 53-131 son:

Diámetro nominal (mm.)	Diámetros interiores admisibles (mm.)
10	8 - 7,8
12	9,6 - 9,8 - 10 - 10,1
16	13,2 - 13,4 - 13,6
20	17 - 17,2 - 17,6

Tabla 24. Diámetro normalizado tuberías de PE.

Conducción	Portagoteros	Terciaria P1	Terciaria P2	Terciaria P3	Terciaria P4	Terciaria P5	Terciaria P6	Terciaria P7	Terciaria P8
<i>Fd</i>	0,522	0,524	0,453	0,505	0,453	0,52	0,54	0,599	0,542
<i>Longitud (m)</i>	30,75	34,2	94,85	81,37	75,8	66,5	58,5	55	87
<i>C</i>	0,646	0,646	0,646	0,646	0,646	0,646	0,646	0,646	0,646
<i>Caudal (l/h)</i>	72	2232	5928	5208	6336	3432	1368	1344	3816
<i>Diámetro teórico (mm)</i>	7,24	22,94	37,39	35,04	38,65	28,45	17,96	17,80	30,00
<i>Perdida de carga teórica (mm)</i>	1,375	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125	1,125
<i>Diámetro comercial interior (mm)</i>	13,2	29,6	47,2	37,2	47,2	37,2	29,6	29,6	37,2
<i>Diámetro comercial exterior (mm)</i>	16	32	50	40	50	40	32	32	40
<i>Perdida de carga real (mca)</i>	0,09	0,86	1,24	2,94	1,12	1,19	0,64	0,65	1,96

Tabla 25. Resumen de diámetros a usar en cada conducción. Elaboración propia.

## 2.1. Criterios tomados para la elección del diámetro.

- Laterales:

En el caso de los laterales, según la tabla con un diámetro nominal de 10mm sería suficiente. Sin embargo, se escoge el diámetro nominal de 16mm.

Este criterio de toma para evitar obstrucciones. Hay tramos de laterales de hasta 60-70m de longitud y en cada árbol hay 3 emisores. Estas características pueden dar lugar a sedimentaciones y obstrucciones en el conducto. Por lo tanto, aunque siendo un diámetro mayor, queda justificado su elección por criterios de mantenimiento.

- Terciaria:

En la terciaria, según el siguiente punto, con una tubería de PVC de PN4 sería suficiente.

Los diámetros nominales oscilan entre 50 y 75mm. En la terciaria de las parcelas P7 y P8 se podría haber utilizado un diámetro menor. No se han escogido diámetros interiores menores a 29,6 mm para evitar obstrucciones y futuros problemas en el riego.





### 3. Presión necesaria en cabeza de subunidades y terciarias.

La presión necesaria en cabeza es la presión que necesitaremos a la entrada de cada subunidad y a la salida del cabezal para que el funcionamiento sea el adecuado.

Para ello se calcula de la forma:

$$\frac{P_0}{\gamma} = \frac{P_e}{\gamma} + \beta * h + \alpha * Z$$

Donde:

$\frac{P_0}{\gamma}$ : Presión de cabeza en el lateral o la terciaria.

$\frac{P_e}{\gamma}$ : Presión de funcionamiento del emisor o presión en cabeza del lateral.

h: Pérdida de carga del lateral o la terciaria.

Z: Desnivel geométrico del lateral o la terciaria.

$\beta, \alpha$ : Coeficientes. Donde  $\alpha = 0.5$  y  $\beta = 0.73$ .

- Para P1:
  - Laterales:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$
  - Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 11 + 0.73 * 1.125 + 0.5 * 0 = 11.82mca = 1.182kg/cm^2$
- Para P2:
  - Laterales:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$
  - Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 11 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 3 = 13.32mca = 1.332kg/cm^2$
- Para P3:
  - Laterales:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$
  - Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 11 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 2 = 12.82mca = 1.282kg/cm^2$
- Para P4:
  - Laterales:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$
  - Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 11 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 1 = 12.32mca = 1.232kg/cm^2$
- Para P5:
  - Laterales:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$

Anejo 7. Diseño hidráulico.

- Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 1 = 12.32mca = 1.232kg/cm^2$
- Para P6:
  - Laterales:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$
  - Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 2 = 12.82mca = 1.282g/cm^2$
- Para P7:
  - Lateral:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$
  - Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 2 = 12.82mca = 1.282kg/cm^2$
- Para P8:
  - Lateral:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 0 = 11.00mca = 0.11mPa$
  - Terciaria:  $\frac{P_0}{\gamma} = 10 + 0.73 * 1.375 + 0.5 * 2 = 12.82mca = 1.282kg/cm^2$



## 4. Dimensionado de secundarias y primarias.

Para ello debemos tener en cuenta diversos datos:

- Caudal al inicio de cada subunidad.
- Presión al inicio de cada subunidad.
- Cota al inicio de cada subunidad.
- Cotas al inicio y al fin de cada tubería primaria y secundaria.
- Longitud de cada tubería primaria y secundaria.

Todos estos datos están ya calculados anteriormente, solo nos faltaría la longitud de cada secundaria y primaria, que se averigua a través de mediciones. Por lo tanto.

También distribuiremos a qué parcela abastece cada secundaria, quedando la distribución de la siguiente forma:

<i>Secundaria</i>	<i>Parcela</i>
<i>Secundaria 1. Sector 1.</i>	P2 y P3
<i>Secundaria 2. Sector 1.</i>	P1
<i>Secundaria 3. Sector 2.</i>	P4, P6 y P7
<i>Secundaria 4. Sector 2.</i>	P5 y P8

Tabla 26. Distribución de las tuberías secundarias en las distintas parcelas. Elaboración propia.

	Longitud (m)	Presión al inicio de cada subunidad (mca)	Caudal al inicio de cada subunidad (l/h)	Cota al inicio de cada subunidad (m)	Cota al inicio de la tubería (m)	Cota al final de la tubería (m)
<i>Secundaria 1. Sector 1.</i>	12	13,32	5928	33	33	32
	120	12,82	5208	33		
<i>Secundaria 2. Sector 1.</i>	74	11,82	2232	33	30	33
	77	12,32	6336	30	30	29
<i>Secundaria 3. Sector 2.</i>	63	12,82	1368	30	29	27
	57	12,82	1344	30		
<i>Secundaria 4. Sector 2.</i>	98	12,32	3432	29	29	25
	96	12,82	3816	27		

Tabla 27. Resumen de longitudes y caudales que debe abastecer la tubería secundaria.

#### 4.1. Diámetro de las tuberías secundarias.

En este caso, para el cálculo de las tuberías secundarias se utilizará la siguiente relación:

$$Q \left( \frac{m^3}{seg} \right) = Sección (m^2) * Velocidad \left( \frac{m}{seg} \right)$$

$$Q \left( \frac{m^3}{seg} \right) = \frac{\pi * D^2}{4} (m^2) * Velocidad \left( \frac{m}{seg} \right)$$

$$D (m) = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en m.
- Q: Caudal total que discurre por la conducción. En el caso de secundarias es la suma del caudal de cada terciaria a la que abastecen.
- V: La velocidad del agua dentro de la conducción. Se establece en 1,5m/s para evitar el golpe de ariete.

Con esa expresión y los datos de los que disponemos, nos queda:

Conducción	Q de cada terciaria (l/h)	Q de cada secundaria (l/h)	Q de cada terciaria (m <sup>3</sup> /seg)	Q de la secundaria (m <sup>3</sup> /seg)	V (m/s)	Diámetro (m)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial interior PN4 (mm)	Diámetro comercial exterior PN4 (mm)
Secundaria 1. Sector 1.	5928	11136	0,001647	0,00309	1,5	0,05	51,24	59,4	63
	5208		0,001447	0,00145	1,5	0,04	35,04	47,2	50
Secundaria 2. Sector 1.	2232	2232	0,000620	0,00062	1,5	0,02	22,94	29,6	32
Secundaria 3. Sector 2	6336	9048	0,002513	0,00327	1,5	0,05	52,66	59,4	63
	1368	2712	0,000380	0,00075	1,5	0,03	25,29	37,2	40
	1344		0,000373	0,00037	1,5	0,02	17,80	29,6	32
Secundaria 4. Sector 2.	3432	7248	0,000953	0,00201	1,5	0,04	41,34	47,2	50
	3816		0,001060	0,00106	1,5	0,03	30,00	37,2	40

Tabla 28. Resumen de diámetros de las tuberías secundarias. Elaboración propia.

Disponiendo ya de los diámetros reales que se van a emplear en las distintas tuberías secundarias y sus tramos, se va a calcular la pérdida de carga real de las secundarias.

Para ello se utiliza la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h = 0.0826 * f * \frac{Q^2}{D^5} * L$$

Anejo 7. Diseño hidráulico.

Donde:

- f: Depende del número de Reinold que se calcula a partir de la velocidad del flujo (1,5m/s), la viscosidad cinemática del agua (1) y el diámetro interior de las tuberías con la expresión:  $Re = \frac{Velocidad * D_{interior}}{Viscosidad}$ . De ahí se sustituye en la expresión que define al factor f:  $f = \frac{64}{Re}$ .
- Q: Caudal en  $\frac{m^3}{seg}$
- D: Diámetro en m.
- L: Longitud del tramo en m.

De esa expresión obtenemos:

Conducción	Q de la secundaria (m <sup>3</sup> /seg)	V (m/s)	Diámetro comercial (mm)	Longitud (m)	Re	f	Pérdida de carga
Secundaria 1. Sector 1.	0,002343333	1,5	59,4	12	70,8	0,904	0,00010424
	0,000696667	1,5	47,2	120	55,8	1,147	0,00014832
Secundaria 2. Sector 1.	0,00062	1,5	29,6	74	55,8	1,147	0,0000724
Secundaria 3. Sector 2	0,003266667	1,5	59,4	77	89,1	0,718	0,00082072
	0,000753333	1,5	37,2	63	55,8	1,147	0,0000911
	0,000373333	1,5	29,6	57	55,8	1,147	0,0000202
Secundaria 5. Sector 2.	0,002013333	1,5	47,2	98	70,8	0,904	0,00062841
	0,00106	1,5	37,2	96	55,8	1,147	0,0002747

Tabla 29. Pérdidas de carga en las tuberías secundarias. Elaboración propia.

Como se puede comprobar, las pérdidas de carga son insignificantes; no afectan a la instalación y no se tendrán en cuenta.

#### 4.2. Diámetro de la tubería primaria.

Escogiendo el método de cálculo antes desarrollado para averiguar los diámetros de las distintas secundarias, se seguirá el mismo proceso para el caso de la primaria, quedando su dimensionado como:

$Q_{total}$ ( $m^3/seg$ )	V (m/s)	Diámetro (m)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial interior PN4(mm)	Diámetro comercial exterior PN4 (mm)
0,00900	1,5	0,09	87,39	105,6	110

Tabla 30. Diámetro teórico de la tubería primaria. Elaboración propia.





# Documento II. Planos.





## Índice.

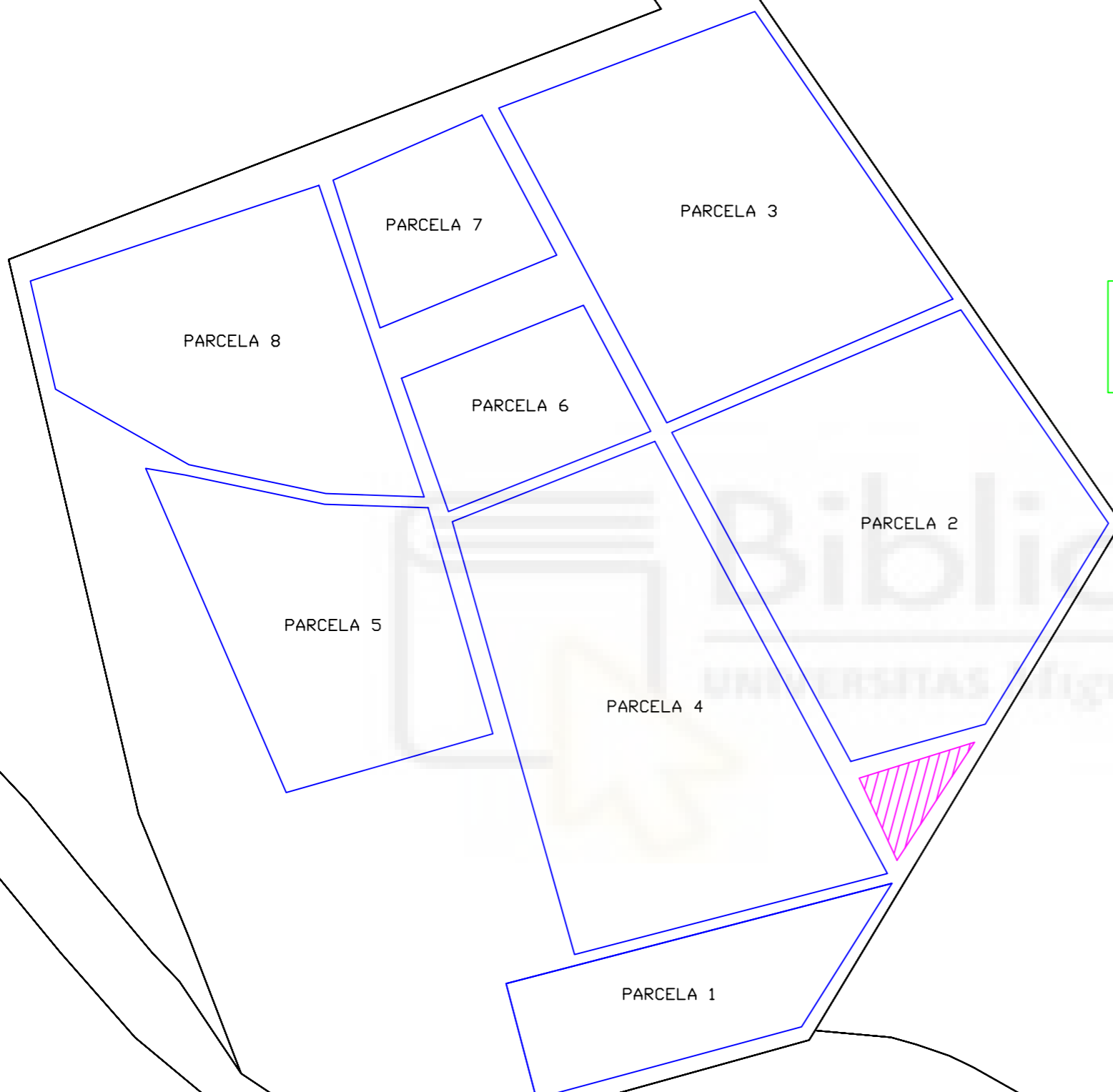
Plano 1. Plano de situación y emplazamiento.....	3.
Plano 2. Plano de situación de las parcelas.....	4.
Plano 3. Plano de elementos de riego.....	5.





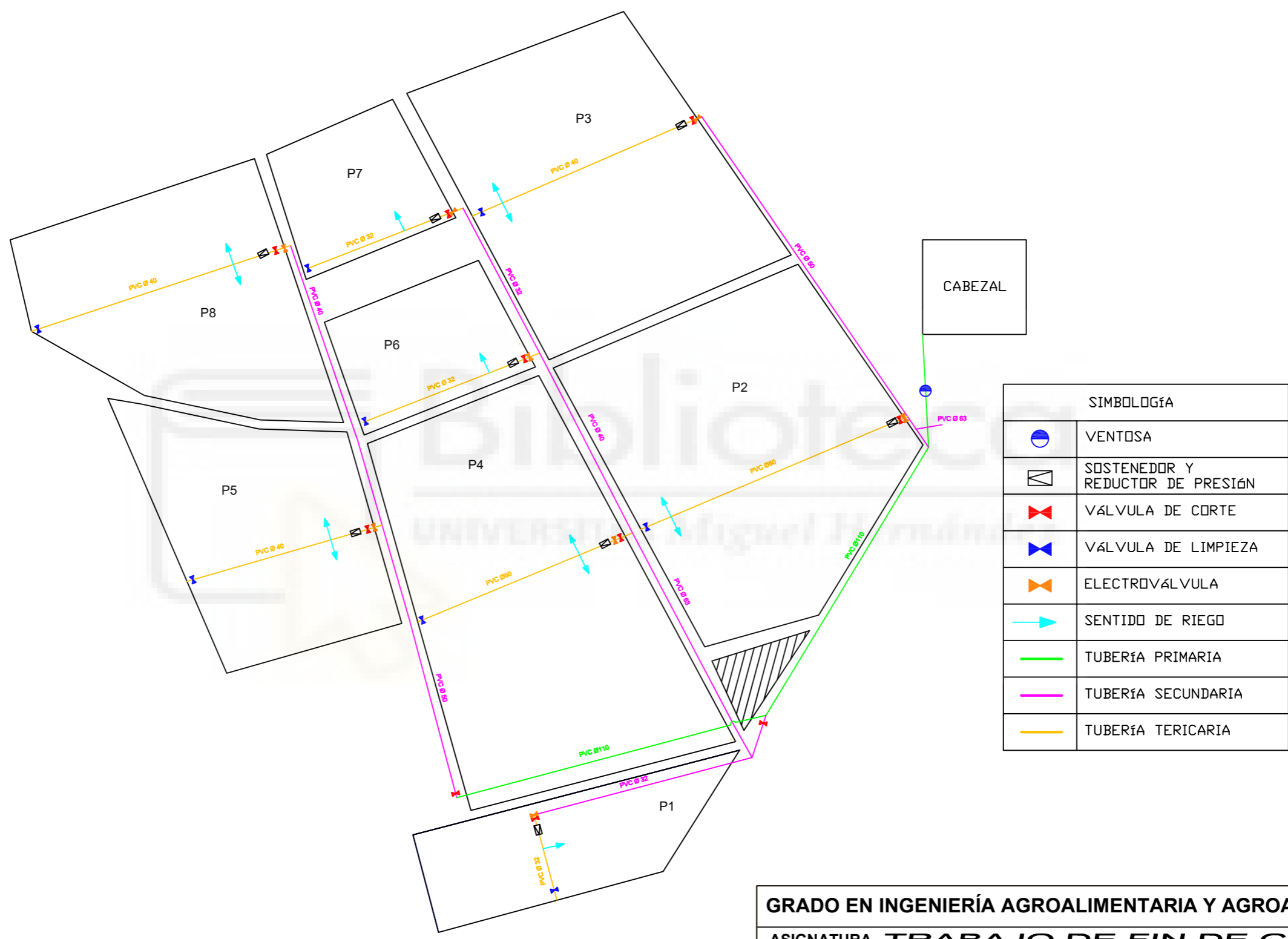
GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL		
ASIGNATURA <b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>		
<b>PROYECTO</b> PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO EN UNA PLANTACIÓN JOVEN DE CÍTRICOS DE 4 ha Y REHABILITACIÓN DE LA PARCELA EN LA REGIÓN DE MURCIA		
FECHA	SEPTIEMBRE 2021	<b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>
ESCALA	SIN ESCALA	
SITUACIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA	
PLANO Nº	1	
		LA ALUMNA
		LAURA LÓPEZ RUIZ





PARCELAS	SUPERFICIE
PARCELA 1	3.039 m <sup>2</sup>
PARCELA 2	8.844 m <sup>2</sup>
PARCELA 3	6.666 m <sup>2</sup>
PARCELA 4	9.683 m <sup>2</sup>
PARCELA 5	5.147 m <sup>2</sup>
PARCELA 6	2.256 m <sup>2</sup>
PARCELA 7	2.127 m <sup>2</sup>
PARCELA 8	3.039 m <sup>2</sup>
CABEZAL	

<b>GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL</b>		
<b>ASIGNATURA TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>		
<b>PROYECTO PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO EN UNA PLANTACIÓN JOVEN DE CÍTRICOS DE 4 ha Y REHABILITACIÓN DE LA PARCELA EN LA REGIÓN DE MURCIA</b>		
FECHA	SEPTIEMBRE 2021	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS</b>  LA ALUMNA  <b>LAURA LÓPEZ RUIZ</b>
ESCALA	1/150	
SITUACIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA	
PLANO Nº	<b>2</b>	



SIMBOLOGÍA	
	VENTOSA
	SOSTENEDOR Y REDUCTOR DE PRESIÓN
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	ELECTROVÁLVULA
	SENTIDO DE RIEGO
	TUBERÍA PRIMARIA
	TUBERÍA SECUNDARIA
	TUBERÍA TERCIARIA

<b>GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL</b>		
ASIGNATURA <b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>		
PROYECTO <b>PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO EN UNA PLANTACIÓN JOVEN DE CÍTRICOS DE 4 ha Y REHABILITACIÓN DE LA PARCELA EN LA REGIÓN DE MURCIA</b>		
FECHA	SEPTIEMBRE 2021	<b>ELEMENTOS DE RIEGO</b>
ESCALA	1/150	
SITUACIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL DE CARTAGENA	
PLANO Nº	<b>3</b>	
		LA ALUMNA
		<b>LAURA LÓPEZ RUIZ</b>



# Documento III. Presupuesto.



## Contenido.

1. Cuadro de mano de obra.....	1.
2. Cuadro de materiales.....	3.
3. Cuadro de maquinaria.....	4.
4. Cuadro de precios auxiliares.....	5.
5. Cuadro de precios descompuestos .....	6.
6. Presupuesto y medición.....	17.
7. Resumen por capítulos y presupuesto total.....	21



# Presupuesto.



- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.



## Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Oficial 1ª	23,360	94,474 h	2.206,92
2	Oficial 2ª	18,680	91,374 h	1.706,87
3	Peón régimen general	17,280	45,687 h	789,47
			Importe total:	4.703,26



## Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Válvula de mariposa de diámetro 63 mm, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas), con desmultiplicador y volante, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, con p.p. de juntas y tornillería, a pie de obra.	69,000	2,000 ud	138,00
2	Tubo PVC (UNE EN 1452) ø 63 mm, 0,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	0,910	279,000 m	253,89
3	Tubo PVC (UNE EN 1452) ø 63 mm, 1,0 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	1,340	430,000 m	576,20
4	Tubo PVC (UNE EN 1452) ø 63 mm, 1,6 MPa, junta de goma o encolar (p.o.)	2,090	388,000 m	810,92
5	Tubo de polietileno PE 100 (UNE EN 13244) de 25 mm de diámetro y 1,6 MPa de presión, incluso manguito electrosoldable de unión, a pie de obra.	0,380	12.678,000 m	4.817,64
6	Ventosa trifuncional de paso total diámetro 100 mm, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura epoxi, embridada o ranurada, presión de trabajo hasta 1,6 MPa, a pie de obra.	408,020	1,000 ud	408,02
7	Codo PVC 45°<a<=90° ø 63 mm, 1,6 MPa, junta goma o encolar (p.o.)	1,760	1,000 ud	1,76
8	Codo PVC 45°<a<=90° ø 110 mm, 1,0 MPa junta goma o encolar (p.o.)	8,620	3,000 ud	25,86
9	Te PVC ø 63 mm, 1,6 MPa, junta goma o encolar (p.o.)	2,450	2,000 ud	4,90
10	Te PVC ø 110 mm, 1,0 MPa junta goma o encolar (p.o.)	11,350	4,000 ud	45,40
11	Reducción PVC ø 110 mm, 1,0 MPa junta goma o encolar (p.o.)	5,440	4,000 ud	21,76
			Importe total:	7.104,35

### Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Camión volquete grúa 101/130 CV	33,010	49,004h	1.629,81
			Importe total:	1.629,81



**Cuadro de precios auxiliares**

Nº	Designación	Importe (Euros)																														
1	<p>h de Cuadrilla formada por un oficial 1ª, un oficial 2ª y 1/2 peón régimen general.</p> <table border="1" data-bbox="261 376 1264 504"> <thead> <tr> <th>Código</th> <th>Ud</th> <th>Descripción</th> <th>Precio</th> <th>Cantidad</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001004</td> <td>h</td> <td>Oficial 1ª</td> <td>23,360</td> <td>1,000</td> <td>23,36</td> </tr> <tr> <td>001005</td> <td>h</td> <td>Oficial 2ª</td> <td>18,680</td> <td>1,000</td> <td>18,68</td> </tr> <tr> <td>001009</td> <td>h</td> <td>Peón régimen general</td> <td>17,280</td> <td>0,500</td> <td>8,64</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td align="right">Importe:</td> <td>50,680</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad		001004	h	Oficial 1ª	23,360	1,000	23,36	001005	h	Oficial 2ª	18,680	1,000	18,68	001009	h	Peón régimen general	17,280	0,500	8,64					Importe:	50,680	
Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad																												
001004	h	Oficial 1ª	23,360	1,000	23,36																											
001005	h	Oficial 2ª	18,680	1,000	18,68																											
001009	h	Peón régimen general	17,280	0,500	8,64																											
				Importe:	50,680																											



## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>1 TUBERÍAS</b>				
1.1	A08001	m	<b>Tubería de polietileno PE 100 de 16 mm de diámetro y PN4 de presión de trabajo y unión por manguito electrosoldable; Incluye colocación y piezas especiales</b>	
	P19001	1,000 m	Tubo de PE100 ø 25 mm, 1,6 MPa (p.o.)	0,380
	O01017	0,006 h	Cuadrilla A	50,680
	M01020	0,003 h	Camión volquete grúa 101/130 CV	33,010
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	0,780
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	0,800
		3,000 %	Costes indirectos	0,830
			<b>Precio total por m .....</b>	<b>0,85</b>
				<b>Son ochenta y cinco céntimos</b>
1.2	A06001	m	<b>Tubería de PVC rígida de 32 mm de diámetro y 0,4 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales</b>	
	P16001	1,000 m	Tubo PVC ø 63 mm, 0,6 MPa, junta de ...	0,910
	O01017	0,013 h	Cuadrilla A	50,680
	M01020	0,010 h	Camión volquete grúa 101/130 CV	33,010
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	1,900
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	1,950
		3,000 %	Costes indirectos	2,030
			<b>Precio total por m .....</b>	<b>2,09</b>
				<b>Son dos Euros con nueve céntimos</b>
1.3	A06002	m	<b>Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
	P16002	1,000 m	Tubo PVC ø 63 mm, 1,0 MPa, junta de ...	1,340
	O01017	0,013 h	Cuadrilla A	50,680
	M01020	0,010 h	Camión volquete grúa 101/130 CV	33,010
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	2,330
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	2,390
		3,000 %	Costes indirectos	2,490
			<b>Precio total por m .....</b>	<b>2,56</b>
				<b>Son dos Euros con cincuenta y seis céntimos</b>
1.4	A06003	m	<b>Tubería de PVC rígida de 50mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
	P16003	1,000 m	Tubo PVC ø 63 mm, 1,6 MPa, junta de ...	2,090
	O01017	0,013 h	Cuadrilla A	50,680
	M01020	0,010 h	Camión volquete grúa 101/130 CV	33,010
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	3,080
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	3,160
		3,000 %	Costes indirectos	3,290
			<b>Precio total por m .....</b>	<b>3,39</b>
				<b>Son tres Euros con treinta y nueve céntimos</b>
1.5	A06004	m	<b>Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y de PN4 presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
			Sin descomposición	3,592
		3,000 %	Costes indirectos	0,11
			<b>Precio total redondeado por m .....</b>	<b>3,70</b>
				<b>Son tres Euros con setenta céntimos</b>

## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.6	A06010	m	<b>Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
			Sin descomposición	4,078
		3,000 %	Costes indirectos	4,078
			<b>Precio total redondeado por m .....</b>	<b>4,20</b>
<b>Son cuatro Euros con veinte céntimos</b>				



## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>2 PIEZAS HIDRÁULICAS</b>				
2.1	5165815	Ud	<b>Incluye la colocación e instalación a las electroválvulas.</b>	
		3,000 %	Sin descomposición Costes indirectos	1,942 0,06
			<b>Precio total redondeado por Ud .....</b>	<b>2,00</b>
				<b>Son dos Euros</b>
2.2	A11010	ud	<b>Ventosa trifuncional de paso total diámetro 110 mm, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura Epoxy, embridada o ranurada, presión de trabajo hasta PN4, colocada.</b>	
	O01004	0,900 h	Oficial 1ª	23,360
	P22010	1,000 ud	Ventosa trifuncional ø 100 mm 1,6 MPa...	408,020
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	429,040
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	439,770
		3,000 %	Costes indirectos	457,360
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>471,08</b>
				<b>Son cuatrocientos setenta y un Euros con ocho céntimos</b>
2.3	5	UD	<b>PILOTO REDUCTOR DE PRESIÓN, COLOCADO</b>	
		3,000 %	Sin descomposición Costes indirectos	33,553 1,01
			<b>Precio total redondeado por UD .....</b>	<b>34,56</b>
				<b>Son treinta y cuatro Euros con cincuenta y seis céntimos</b>
2.4	451	UD	<b>PILOTO SOSTENEDOR DE PRESIÓN, COLOCADA</b>	
		3,000 %	Sin descomposición Costes indirectos	34,563 1,04
			<b>Precio total redondeado por UD .....</b>	<b>35,60</b>
				<b>Son treinta y cinco Euros con sesenta céntimos</b>
2.5	1651	UD	<b>ELECTROVÁLVULA, INSTALADA</b>	
		3,000 %	Sin descomposición Costes indirectos	69,320 2,08
			<b>Precio total redondeado por UD .....</b>	<b>71,40</b>
				<b>Son setenta y un Euros con cuarenta céntimos</b>
2.6	A10057	ud	<b>Válvula de mariposa de diámetro 63 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.</b>	
	O01004	1,100 h	Oficial 1ª	23,360
	P15053	1,000 ud	Válvula mariposa ø 63 mm 1,6 MPa tipo...	69,000
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	94,700
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	97,070
		3,000 %	Costes indirectos	100,950
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>103,98</b>
				<b>Son ciento tres Euros con noventa y ocho céntimos</b>

## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.7	A10056	ud	<b>Válvula de mariposa de diámetro 16 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.</b>	
			Sin descomposición	36,893
		3,000 %	Costes indirectos	1,11
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>38,00</b>
				<b>Son treinta y ocho Euros</b>
2.8	A16004	ud	<b>Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo , colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
	P30004	1,000 ud	Codo PVC 45°<a<=90° ø 110 mm, 1,0 ...	8,620
	O01017	0,080 h	Cuadrilla A	4,05
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	0,32
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	0,52
		3,000 %	Costes indirectos	0,41
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>13,92</b>
				<b>Son trece Euros con noventa y dos céntimos</b>
2.9	A16001	ud	<b>Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 63 mm y PN4 de presión de trabajo, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
	P30001	1,000 ud	Codo PVC 45°<a<=90° ø 63 mm, 1,6 M...	1,760
	O01017	0,055 h	Cuadrilla A	2,79
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	0,11
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	0,19
		3,000 %	Costes indirectos	0,15
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>5,00</b>
				<b>Son cinco Euros</b>
2.10	841542	ud	<b>Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 32 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
			Sin descomposición	3,689
		3,000 %	Costes indirectos	0,11
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>3,80</b>
				<b>Son tres Euros con ochenta céntimos</b>
2.11	498415	ud	<b>Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 50 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
			Sin descomposición	3,981
		3,000 %	Costes indirectos	0,12
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>4,10</b>
				<b>Son cuatro Euros con diez céntimos</b>
2.12	A16011	ud	<b>Te PVC ø 63 mm y y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
	P30011	1,000 ud	Te PVC ø 63 mm, 1,6 MPa, junta goma...	2,450
	O01017	0,055 h	Cuadrilla A	2,79
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	0,13
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	0,21
		3,000 %	Costes indirectos	0,17
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>5,75</b>
				<b>Son cinco Euros con setenta y cinco céntimos</b>



## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.13	A16014	ud	<b>Te PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
	P30014	1,000 ud	Te PVC ø 110 mm, 1,0 MPa junta gom...	11,350
	O01017	0,080 h	Cuadrilla A	50,680
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	15,400
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	15,790
		3,000 %	Costes indirectos	16,420
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>16,91</b>
			<b>Son dieciseis Euros con noventa y un céntimos</b>	
2.14	A16024	ud	<b>Reducción PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
	P30024	1,000 ud	Reducción PVC ø 110 mm, 1,0 MPa jun...	5,440
	O01017	0,080 h	Cuadrilla A	50,680
	%2.5CI	2,500 %	Costes indirectos 2,5%	9,490
	%4.0GG	4,000 %	Gastos generales 4,0%	9,730
		3,000 %	Costes indirectos	10,120
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>10,42</b>
			<b>Son diez Euros con cuarenta y dos céntimos</b>	
2.15	A16012	ud	<b>Te PVC ø 50 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>	
			Sin descomposición	4,078
		3,000 %	Costes indirectos	4,078
			<b>Precio total redondeado por ud .....</b>	<b>4,20</b>
			<b>Son cuatro Euros con veinte céntimos</b>	



## Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
<b>3 PLANTACIÓN</b>				
3.1	51531	UD	<b>PLANTÓN DE LIMÓN FINO EN PIE DE MACROPHYLLA, INCLUYENDO APERTURA DEL HOYO, PRIMER RIEGO Y DISPOSICIÓN DE MALLA SEMIENTERRADA</b>	
			Sin descomposición	6,311
		3,000 %	Costes indirectos	6,311 0,19
			<b>Precio total redondeado por UD .....</b>	<b>6,50</b>
			<b>Son seis Euros con cincuenta céntimos</b>	
3.2	154154	Ud	<b>Desbroce y limpieza del terreno. Incluye el triturado de residuos e incorporación al suelo como abono.</b>	
			Sin descomposición	0,126
		3,000 %	Costes indirectos	0,126 0,00
			<b>Precio total redondeado por Ud .....</b>	<b>0,13</b>
			<b>Son trece céntimos</b>	



---

## Cuadro de Precios Descompuestos

---

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
----	--------	----	-------------	-------

---

### **4 SEGURIDAD Y SALUD**



## Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	<b>1 TUBERÍAS</b>		
1.1	m Tubería de polietileno PE 100 de 16 mm de diámetro y PN4 de presión de trabajo y unión por manguito electrosoldable; Incluye colocación y piezas especiales	0,85	OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.2	m Tubería de PVC rígida de 32 mm de diámetro y 0,4 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales	2,09	DOS EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
1.3	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	2,56	DOS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
1.4	m Tubería de PVC rígida de 50mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	3,39	TRES EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.5	m Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y de PN4 presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	3,70	TRES EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS
1.6	m Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	4,20	CUATRO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
	<b>2 PIEZAS HIDRÁULICAS</b>		
2.1	Ud Incluye la colocación e instalación a las electroválvulas.	2,00	DOS EUROS
2.2	ud Ventosa trifuncional de paso total diámetro 110 mm, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura Epoxy, embridada o ranurada, presión de trabajo hasta PN4, colocada.	471,08	CUATROCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
2.3	UD PILOTO REDUCTOR DE PRESIÓN, COLOCADO	34,56	TREINTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
2.4	UD PILOTO SOSTENEDOR DE PRESIÓN, COLOCADA	35,60	TREINTA Y CINCO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
2.5	UD ELECTROVÁLVULA, INSTALADA	71,40	SETENTA Y UN EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS
2.6	ud Válvula de mariposa de diámetro 63 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.	103,98	CIENTO TRES EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.7	ud Válvula de mariposa de diámetro 16 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.	38,00	TREINTA Y OCHO EUROS

**Cuadro de precios nº 1**

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.8	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo , colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	13,92	TRECE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.9	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 63 mm y PN4 de presión de trabajo, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	5,00	CINCO EUROS
2.10	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 32 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	3,80	TRES EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
2.11	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 50 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	4,10	CUATRO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
2.12	ud Te PVC ø 63 mm y y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	5,75	CINCO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.13	ud Te PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	16,91	DIECISEIS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
2.14	ud Reducción PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	10,42	DIEZ EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.15	ud Te PVC ø 50 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.	4,20	CUATRO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
	<b>3 PLANTACIÓN</b>		
3.1	UD PLANTÓN DE LIMÓN FINO EN PIE DE MACROPHYLLA, INCLUYENDO APERTURA DEL HOYO, PRIMER RIEGO Y DISPOSICIÓN DE MALLA SEMIENTERRADA	6,50	SEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
3.2	Ud Desbroce y limpieza del terreno. Incluye el triturado de residuos e incorporación al suelo como abono.	0,13	TRECE CÉNTIMOS
	<b>4 SEGURIDAD Y SALUD</b>		

## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	<b>1 TUBERÍAS</b>		
1.1	m Tubería de polietileno PE 100 de 16 mm de diámetro y PN4 de presión de trabajo y unión por manguito electrosoldable; Incluye colocación y piezas especiales  <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,30 0,10 0,38 0,05 0,02	0,85
1.2	m Tubería de PVC rígida de 32 mm de diámetro y 0,4 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales  <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,65 0,33 0,91 0,13 0,06	2,09
1.3	m Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.  <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,65 0,33 1,34 0,16 0,07	2,56
1.4	m Tubería de PVC rígida de 50mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.  <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	0,65 0,33 2,09 0,21 0,10	3,39
1.5	m Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y de PN4 presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.  <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	3,59 0,11	3,70
1.6	m Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.  <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4,08 0,12	4,20
	<b>2 PIEZAS HIDRÁULICAS</b>		
2.1	Ud Incluye la colocación e instalación a las electroválvulas.  <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	1,94 0,06	2,00
2.2	ud Ventosa trifuncional de paso total diámetro 110 mm, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura Epoxy, embrizada o ranurada, presión de trabajo hasta PN4, colocada.  <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	21,02 408,02 28,32 13,72	471,08

## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.3	UD PILOTO REDUCTOR DE PRESIÓN, COLOCADO <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	33,55 1,01	34,56
2.4	UD PILOTO SOSTENEDOR DE PRESIÓN, COLOCADA <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	34,56 1,04	35,60
2.5	UD ELECTROVÁLVULA, INSTALADA <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	69,32 2,08	71,40
2.6	ud Válvula de mariposa de diámetro 63 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	25,70 69,00 6,25 3,03	103,98
2.7	ud Válvula de mariposa de diámetro 16 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	36,89 1,11	38,00
2.8	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo , colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4,05 8,62 0,84 0,41	13,92
2.9	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 63 mm y PN4 de presión de trabajo, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	2,79 1,76 0,30 0,15	5,00
2.10	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 32 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	3,69 0,11	3,80
2.11	ud Codo PVC 45°<a<=90° ø 50 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	3,98 0,12	4,10
2.12	ud Te PVC ø 63 mm y y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	2,79 2,45 0,34 0,17	5,75

## Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.13	ud Te PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4,05 11,35 1,02 0,49	16,91
2.14	ud Reducción PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4,05 5,44 0,63 0,30	10,42
2.15	ud Te PVC ø 50 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	4,08 0,12	4,20
<b>3 PLANTACIÓN</b>			
3.1	UD PLANTÓN DE LIMÓN FINO EN PIE DE MACROPHYLLA, INCLUYENDO APERTURA DEL HOYO, PRIMER RIEGO Y DISPOSICIÓN DE MALLA SEMIENTERRADA <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	6,31 0,19	6,50
3.2	Ud Desbroce y limpieza del terreno. Incluye el triturado de residuos e incorporación al suelo como abono. <i>Sin descomposición</i>	0,13	0,13
<b>4 SEGURIDAD Y SALUD</b>			



PRESUPUESTO Y MEDICION



PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 TUBERÍAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1	<b>M. Tubería de polietileno PE 100 de 16 mm de diámetro y PN4 de presión de trabajo y unión por manguito electrosoldable; Incluye colocación y piezas especiales</b>							
		1	#####...			12.678,000		
						12.678,000	0,85	10.776,30
1.2	<b>M. Tubería de PVC rígida de 32 mm de diámetro y 0,4 MPa de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No incluye las piezas especiales</b>							
		1	279,000			279,000		
						279,000	2,09	583,11
1.3	<b>M. Tubería de PVC rígida de 40 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>							
		1	430,000			430,000		
						430,000	2,56	1.100,80
1.4	<b>M. Tubería de PVC rígida de 50mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>							
		1	388,000			388,000		
						388,000	3,39	1.315,32
1.5	<b>M. Tubería de PVC rígida de 63 mm de diámetro y de PN4 presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>							
		1	89,000			89,000		
						89,000	3,70	329,30
1.6	<b>M. Tubería de PVC rígida de 110 mm de diámetro y PN4 de presión de servicio y unión por junta de goma o por encolado, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>							
		1	243,000			243,000		
						243,000	4,20	1.020,60

Total presupuesto parcial nº 1 ... 15.125,43

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 PIEZAS HIDRÁULICAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	<b>Ud. Incluye la colocación e instalación a las electroválvulas.</b>	1	840,000			840,000		
						840,000	2,00	1.680,00
2.2	<b>Ud. Ventosa trifuncional de paso total diámetro 110 mm, cuerpo de fundición dúctil, flotador de acero inoxidable, revestimiento de pintura Epoxy, embreada o ranurada, presión de trabajo hasta PN4, colocada.</b>					1,000	471,08	471,08
2.3	<b>Ud. PILOTO REDUCTOR DE PRESIÓN, COLOCADO</b>					8,000	34,56	276,48
2.4	<b>Ud. PILOTO SOSTENEDOR DE PRESIÓN, COLOCADA</b>					8,000	35,60	284,80
2.5	<b>Ud. ELECTROVÁLVULA, INSTALADA</b>					8,000	71,40	571,20
2.6	<b>Ud. Válvula de mariposa de diámetro 63 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.</b>					2,000	103,98	207,96
2.7	<b>Ud. Válvula de mariposa de diámetro 16 mm, presión de trabajo hasta PN4, con cuerpo de fundición dúctil GGG-40, wafer (sin bridas) con desmultiplicador, eje de acero inoxidable, disco concéntrico de acero inoxidable sobre junta de EPDM vulcanizada, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, volante, con p.p. de juntas y tornillería, instalada.</b>					8,000	38,00	304,00
2.8	<b>Ud. Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo , colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					3,000	13,92	41,76
2.9	<b>Ud. Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 63 mm y PN4 de presión de trabajo, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					1,000	5,00	5,00
2.10	<b>Ud. Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 32 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					2,000	3,80	7,60
2.11	<b>Ud. Codo PVC 45°&lt;a&lt;=90° ø 50 mm, de presión de trabajo PN4, colocado. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					1,000	4,10	4,10
2.12	<b>Ud. Te PVC ø 63 mm y y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					2,000	5,75	11,50
2.13	<b>Ud. Te PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					4,000	16,91	67,64
2.14	<b>Ud. Reducción PVC ø 110 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					4,000	10,42	41,68
2.15	<b>Ud. Te PVC ø 50 mm y PN4 de presión de trabajo, colocada. Incluyendo, materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba.</b>					2,000	4,20	8,40

Total presupuesto parcial nº 2 ... 3.983,20

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 3 PLANTACIÓN

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1	<b>Ud. PLANTÓN DE LIMÓN FINO EN PIE DE MACROPHYLLA, INCLUYENDO APERTURA DEL HOYO, PRIMER RIEGO Y DISPOSICIÓN DE MALLA SEMIENTERRADA</b>					1.236,000	6,50	8.034,00
3.2	<b>Ud. Desbroce y limpieza del terreno. Incluye el triturado de residuos e incorporación al suelo como abono.</b>					43.620,000	0,13	5.670,60



RESUMEN POR CAPITULOS

---

CAPITULO TUBERÍAS	15.125,43
CAPITULO PIEZAS HIDRÁULICAS	3.983,20
CAPITULO PLANTACIÓN	13.704,60
CAPITULO SEGURIDAD Y SALUD	1.200,00
REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	<u>34.013,23</u>

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS TREINTA Y CUATRO MIL TRECE EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS.



Proyecto: PROYECTO DE INSTALACIÓN DE RIEGO EN UNA PLANTACIÓN JOVEN DE CÍTRICOS DE 4 ha EN LA REGIÓN D...

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
Capítulo 1 TUBERÍAS	15.125,43
Capítulo 2 PIEZAS HIDRÁULICAS	3.983,20
Capítulo 3 PLANTACIÓN	13.704,60
Capítulo 4 SEGURIDAD Y SALUD	1.200,00
Presupuesto de ejecución material	34.013,23
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Suma	34.013,23
21% IVA	7.142,78
Presupuesto de ejecución por contrata	41.156,01

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y UN MIL CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS CON UN CÉNTIMO.





# Documento IV. Pliego de Condiciones.





## Contenido

1.	Introducción.	6
1.1.	Compatibilidad y relación entre los documentos.	6
1.2.	Obras que comprende este proyecto.	6
1.3.	Instalación del sistema de riego por goteo.	6
1.4.	Condiciones de acabado.	7
1.5.	Emplazamiento.	7
1.6.	Obras accesorias.	7
1.7.	Casos no especificados en este pliego.	7
1.8.	Replanteo preliminar.	8
1.9.	Replanteo definitivo.	8
2.	Obra civil.	8
2.1.	Materiales o materias primas.	8
2.1.1.	Generalidades.	8
2.1.2.	Instalación del riego	9
2.1.3.	Acoples y juntas.	9
2.1.4.	Electroválvulas.	9
2.1.5.	Goteros.	9
2.1.6.	Instalación de tuberías.	10
2.1.7.	Limpieza de las conducciones.	10
2.1.8.	Uniformidad de riego.	10
2.1.9.	Comprobación de la instalación.	11
3.	Mediciones y valoraciones	11
3.1.	Condiciones generales.	11
3.2.	Excavaciones.	11
3.3.	Rellenos.	12
3.4.	Valoraciones generales finales.	12
4.	Explotación de la plantación.	12
4.1.	Aplicación de riegos.	12

Documento IV. Pliego de condiciones.

4.1.1.	Calendario de riego .....	12
4.1.2.	Recambios .....	13
4.1.3.	Emisor .....	13
4.1.4.	Ramales .....	13
4.1.5.	Terciaria. ....	13
4.1.6.	Secundaria .....	13
4.1.7.	Primaria. ....	14
5.	Obligaciones y derechos del contratista .....	14
5.1.	Remisión de solicitudes de oferta.....	14
5.2.	Residencia del contratista.....	15
5.3.	Reclamaciones contra las órdenes de dirección. ....	15
5.4.	Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.....	15
5.5.	Ritmo de trabajo.....	16
5.6.	Orden de los trabajos.....	16
5.7.	Copia de los documentos.....	16
5.8.	Riegos.....	16
5.9.	Calendario de operaciones. ....	16
6.	Trabajos, materiales y medios auxiliares .....	17
6.1.	Libro de órdenes.....	17
6.2.	Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.....	17
6.3.	Condiciones generales de ejecución de trabajos. ....	17
6.4.	Trabajos defectuosos.....	18
6.5.	Materiales no utilizables o defectuosos.....	18
6.6.	Medios auxiliares. ....	18
7.	Recepción y liquidación .....	19
7.1.	Recepciones provisionales. ....	19
7.2.	Plazo de garantía. ....	20
7.3.	Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.....	20
7.4.	Recepción definitiva.....	20

Documento IV. Pliego de condiciones.

7.5.	Liquidación final.....	21
7.6.	Liquidación en caso de rescisión.....	21
8.	Facultades de la dirección de obras.....	21
8.1.	Facultades de la dirección de obras.....	21
9.	Base fundamental de índole económica.....	22
9.1.	Garantías de cumplimiento y fianzas.....	22
9.2.	Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	22
9.3.	Devolución de la fianza.....	23
9.4.	. Precios y revisiones.....	23
9.4.1.	Precios contradictorios.....	23
9.5.	Reclamación de aumento de precios.....	24
9.6.	Revisión de precios.....	24
9.7.	Elementos comprendidos en el presupuesto.....	25
10.	Valoración y abono de los trabajos.....	25
10.1.	Valoración de la obra.....	25
10.2.	Medias parciales y finales.....	26
10.3.	Equivocaciones en el presupuesto.....	26
10.4.	Valoración de obras completas.....	26
10.5.	Carácter provisional de las liquidaciones parciales.....	26
10.6.	Pagos.....	27
10.7.	Suspensión por retraso de pagos.....	27
10.8.	Indemnizaciones por retraso de los trabajos.....	27
10.9.	Indemnizaciones por daños de causa mayor al contratista.....	27
11.	Varios.....	28
11.1.	Mejoras de obras.....	28
11.2.	Seguro de los trabajos.....	28
12.	Jurisdicción.....	29
12.1.	Accidentes de trabajo y daños a terceros.....	29
12.2.	Pago de arbitrios.....	30

Documento IV. Pliego de condiciones.

12.3.	Causas de rescisión del contrato.....	30
12.4.	Excavaciones.....	31
12.5.	Rellenos.....	31
12.6.	Valoraciones generales finales.....	32



## 1. Introducción.

El carácter general y el alcance de este Proyecto serán fijados por los siguientes documentos:

- Documento I: Memoria.
- Documento II: Planos
- Documento III: Presupuesto
- Documento IV: Pliego de condiciones
- Documento V: Estudio básico de seguridad y salud.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

### 1.1. Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento.

Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

### 1.2. Obras que comprende este proyecto.

El presente Pliego de Condiciones corresponde a las obras en la ejecución de las instalaciones agrícolas de la finca situada en el término municipal de Cartagena, Murcia y que se detallan a continuación:

### 1.3. Instalación del sistema de riego por goteo.

Todas las obras se ejecutarán de acuerdo con los Planos del Proyecto, los estados de Medición y Cuadros de precios del Presupuesto, así como las instrucciones verbales o escritas que el Ingeniero decida especificar en cada caso. Si a juicio de este fuese preciso variar el tipo de

Documento IV. Pliego de condiciones.

alguna obra, redactará el correspondiente Proyecto primitivos, por tanto, sujeto a las mismas especificaciones que todos y cada uno de los documentos de este.

#### 1.4. Condiciones de acabado.

Para todas las instalaciones se entienden como completamente acabadas, montadas e instaladas y en funcionamiento.

El Contratista entenderá para redactar su propuesta que aquellas deberán incluir cualquier complemento o accesorio para su terminación y puesta en marcha, tales como: gestiones y gastos necesarios, responsabilidades por incumplimiento de normas vigentes de los organismos oficiales, o por defecto, todos y cada uno de los elementos componentes, manuales de funcionamiento y conservación de aparatos o instalaciones y presentación del Proyecto de instalación a los organismos oficiales a que corresponda para su visado y aprobación.

#### 1.5. Emplazamiento.

Las obras se localizan en el lugar establecido en la Memoria y Planos de situación.

#### 1.6. Obras accesorias.

Se entiende por obras accesorias aquéllas de importancia secundaria o que, por su naturaleza, no puedan ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avance la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias se construirán con arreglo a los Proyectos particulares que se redacten, según se vaya conociendo su necesidad y quedarán sujetas a las mismas condiciones establecidas para el resto de actuaciones que sí han sido previstas y especificadas previamente y a continuación.

#### 1.7. Casos no especificados en este pliego.

En los casos que no queden determinados en el pliego de condiciones, se seguirá lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Generales para la contratación de Obras Públicas.

### 1.8. Replanteo preliminar.

la adjudicación, el Ingeniero Director o Técnico competente que lo represente llevará a cabo, sobre el terreno, un replanteo previo de la obra y de sus distintas partes en presencia del Contratista o un representante de este legalmente autorizado.

### 1.9. Replanteo definitivo.

Ejecutadas las instalaciones previas de las obras, el Ingeniero Director procederá al replanteo general con arreglo a los Planos de obra y a los datos u órdenes que éstos faciliten.

## 2. Obra civil

Las obras que se refieren a este título se llevarán a cabo conforme a lo dispuesto en los Planos del Proyecto en cuanto a dimensiones, distribución, clase y construcción, y al Presupuesto y Mediciones que figuran en el Proyecto.

### 2.1. Materiales o materias primas.

#### 2.1.1. Generalidades.

Todos los materiales empleados en estas obras reunirán las condiciones requeridas en base al criterio del Ingeniero quien, se reserva el derecho de ordenar, retirar, reemplazar, dentro de cualquiera de las épocas de las obras o de sus plazos de garantía, los productos, materiales, etc., que a su parecer perjudiquen en cualquier modo la ejecución de la obra o el futuro funcionamiento de la explotación.

### 2.1.2. Instalación del riego

- Tubería de PVC.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas por el procedimiento de extrusión con prensa de velocidad, presión y temperaturas controladas, previstas para funcionamiento continuo. Todo en base a la norma UNE-EN 1401-1:2020.

Se asegura que la empresa constructora realiza el control de forma seria y satisfactoria. Se rechazarán aquellas tuberías que presenten irregularidades en su superficie y difieran de las calidades y condiciones anunciadas por el fabricante.

- Tubería de polietileno.

Su fabricación debe estar de acuerdo con la norma UNE-12201. El Contratista presentará al Director de Obra documentos del fabricante que acrediten las características del material.

### 2.1.3. Acoples y juntas.

Se utilizarán los sistemas de acoplamiento del mismo material que los tubos. Se comprobará la estanqueidad de los acoples y juntas. Así mismo, se hará hincapié en la buena calidad de las colas empleadas para estos accesorios.

### 2.1.4. Electroválvulas.

Las electroválvulas y todos sus elementos serán de construcción simple y robusta, fáciles de montar y usar. El cierre deberá ser progresivo para evitar que un cierre brusco provoque golpes de ariete. Deberán ser de larga duración.

### 2.1.5. Goteros.

Los goteros tendrán un coeficiente de variación en su fabricación menor del 3%. Su coeficiente de descarga será el especificado en la Memoria y Anejos, admitiéndose una tolerancia en este valor entre  $\pm 1$  %.



#### 2.1.6. Instalación de tuberías.

La tubería principal irá enterrada en una zanja de 120 cm de profundidad. Serán montadas por personal especializado, teniendo especial cuidado en colocar las conexiones tubería primaria y secundarias en las zonas señaladas en los planos.

Una vez instaladas y colocadas las tuberías se procederá a rellenar la zanja en dos etapas.

- En la primera, se cubrirán con una capa de tierra hasta la prueba de funcionamiento de la instalación.
- En la segunda, se completará el relleno evitando que se formen huecos en las proximidades de las piezas.

#### 2.1.7. Limpieza de las conducciones.

Para la limpieza de los ramales portagoteros se utilizarán sustancias específicas y respetuosas con el cultivo, como algunos tipos de ácidos muy diluidos.

Antes de comenzar el abonado se hará un preriego de unos 5 minutos aproximadamente para lavar la tubería. A continuación, vendrá la fase de riego propiamente dicha con la inyección de abonado prevista para ese riego y al finalizar esta, se hará un postriego solo con agua para limpiar los elementos que hayan podido precipitar en las conducciones o quedar en los goteros. De este modo se mantiene en condiciones óptimas la instalación alargando su vida útil.

Para la limpieza de las terciarias se instalarán al final de cada una de ellas una válvula que permita abrirlas al exterior. Se conectará un riego solamente con agua o con agua y sustancias de limpieza y se abrirá dicha válvula. Esto permite la limpieza directa de las terciarias, alargando su vida útil.

#### 2.1.8. Uniformidad de riego.

El Ingeniero Director determinará el coeficiente de uniformidad de riego recogiendo, como mínimo, 24 caudales de riego de 24 ramales representativos, siendo el valor mínimo admisible del 90 % para el coeficiente de uniformidad.

#### 2.1.9. Comprobación de la instalación.

Una vez colocada la instalación, y realizadas las pruebas y comprobaciones, se procederá a la observación global de funcionamiento de dicha instalación. Así mismo, se debe asegurar la inexistencia de cavitaciones en la tubería.

### 3. Mediciones y valoraciones

#### 3.1. Condiciones generales.

Solamente serán abonadas las unidades ejecutadas con arreglo a las condiciones de este pliego y ordenadas por el Ingeniero Director de la obra. Entre otros gastos, están comprendidos los de replanteo, adquisición y transporte de materiales, medios auxiliares y herramientas, mano de obra, seguridad social, seguro de accidente, de ocupación temporal de terrenos y restitución en su estado de los mismos, los de ejecución y tramitación de la obra, los de conservación durante el plazo de garantía, los ensayos y pruebas, el montaje y retirada de las instalaciones auxiliares.

Se realizarán mediciones en presencia del contratista y se redactarán certificaciones de los trabajos realizados con la frecuencia que se prevea según el avance las obras.

El abono se realizará en base a dichas certificaciones. El Contratista no tendrá derecho a reclamar por las diferencias que resulten entre las mediciones de obra y las del Proyecto.

#### 3.2. Excavaciones.

Las excavaciones se valorarán por el volumen, cualquiera que sea el tipo de terreno, medido sobre éste, tomando datos antes de comenzar y después de terminar las excavaciones. Los excesos de excavaciones no autorizados no serán de abono, ni los rellenos de fabricación debido a estos excesos.

### 3.3. Rellenos.

Los rellenos se valorarán por el volumen real después de compactado y refinado, medido sobre el terreno, tomando datos antes de comenzar y después de terminar las excavaciones. No serán de abono los rellenos debidos a excesos en las excavaciones que sobresalgan de las dimensiones de los Planos, cuando no hayan sido autorizados por el Ingeniero Director.

### 3.4. Valoraciones generales finales.

Las mediciones parciales se harán en presencia del contratista, levantándose acta por duplicado, que se firmará por ambas partes. La medición final se hará después de terminar la obra con asistencia del contratista.

En el acta extendida después de efectuada dicha medición deberá aparecer la conformidad del Contratista o su representante y, en caso de no haber conformidad, expondrá las razones que a ello le obligue. Tanto las mediciones parciales como la final comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el Contratista derecho a reclamación alguna por las diferencias que resultasen entre dichas mediciones y las consignadas en el Proyecto. Tampoco por los errores de clasificación, que se harán con toda exactitud por el Ingeniero Director, el cual se atenderá estrictamente a todo lo dispuesto en el presente apartado de este Pliego de Condiciones.

En todo caso, cuando exista duda o contradicción sobre un mismo punto en los diversos documentos que constituyen este Proyecto, se dará siempre preferencia al Pliego de Condiciones y Cuadros de Precios Unitarios.

## 4. Explotación de la plantación.

### 4.1. Aplicación de riegos.

#### 4.1.1. Calendario de riego

Los riegos se llevarán a cabo bajo el criterio del técnico a cargo de la plantación en el momento en el que se ponga en marcha. La red de riego está diseñada para trabajar de forma continua y abastecer al cultivo de agua todos los meses del año.

#### 4.1.2. Recambios

Se dispondrá en el almacén de los elementos que exijan un frecuente recambio y se revisarán periódicamente los ramales laterales y los componentes del equipo cabezal de control. La limpieza de los filtros será objeto de un programa de mantenimiento y limpieza periódica de obligado cumplimiento.

#### 4.1.3. Emisor

Los emisores empleados en los ramales de riego son goteros autocompensantes y antidrenantes de 4 l/h integrados en los ramales. La separación entre emisores es de 1,25m.

#### 4.1.4. Ramales

Los ramales empleados son de 16mm de diámetro nominal. El material de dichos ramales debe ser polietileno de alta densidad, fabricada según norma UNE-EN 12201 con sello de marca de calidad AENOR.

Los elementos de unión de las tuberías portarramales que requiera el sistema de riego han de ser de las mismas dimensiones y materiales que dicha tubería.

#### 4.1.5. Terciaria.

La tubería terciaria consta de tubería de PVC enterrada PN 4 y de diámetros nominales de 32, 40 y 50mm. Estos diámetros dependen del caudal que tenga que recibir cada parcela.

Todas las tuberías de todos los diámetros cumplirán con la norma UNE-EN 1401-1:2020. Si el material recibido no cumpliera con los requisitos de calidad esperados o las certificaciones de calidad correspondientes se procederá a su devolución sin compensación al contratista.

Los elementos de unión de la tubería terciaria que requiera el sistema de riego han de ser de las mismas dimensiones y materiales que dicha tubería.

#### 4.1.6. Secundaria

Documento IV. Pliego de condiciones.

La tubería secundaria está también constituida por una tubería de PVC de PN4 y diámetros nominales de 32, 40, 50 y 63mm.

Todas las tuberías de todos los diámetros cumplirán con la norma UNE-EN 1401-1:2020. Si el material recibido no cumpliera con los requisitos de calidad esperados o las certificaciones de calidad correspondientes se procederá a su devolución sin compensación al contratista.

Los elementos de unión de la tubería secundaria que requiera el sistema de riego han de ser de las mismas dimensiones y materiales que dicha tubería.

#### 4.1.7. Primaria.

La tubería primaria es una tubería de PVC de PN4 y diámetro nominal 110mm.

La conducción cumplirá con la norma UNE-EN 1401-1:2020. Si el material recibido no cumpliera con los requisitos de calidad esperados o las certificaciones de calidad correspondientes se procederá a su devolución sin compensación al contratista.

Los elementos de unión de la tubería principal que requiera el sistema de riego han de ser de las mismas dimensiones y materiales que dicha tubería.

La profundidad de la zanja donde irá enterrada la tubería principal debe cumplir al menos con un metro de seguridad.

## 5. Obligaciones y derechos del contratista

### 5.1. Remisión de solicitudes de oferta.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto.

Para ello, se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado proyecto o un extracto con los datos suficientes. En caso de que el ofertante lo estime de interés deberá presentar, además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

## 5.2. Residencia del contratista.

Desde que se dé el principio de las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo a la ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director, notificándole expresamente la persona que durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo de mayor categoría técnica de los empleados, u operario de cualquier rango que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras.

## 5.3. Reclamaciones contra las órdenes de dirección.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, sólo podrán presentarlas a través del mismo ante la propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Pliego de Condiciones correspondiente.

Contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

## 5.4. Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá obligación de sustituir a sus dependientes y operarios cuando el Ingeniero Director lo reclame.

### 5.5. Ritmo de trabajo.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender los trabajos, ni reducirlos a menor escala de la que corresponda según el plazo en que deban terminarse las obras.

### 5.6. Orden de los trabajos.

Los trabajos se realizarán de acuerdo con el Ingeniero Director de Obra.

### 5.7. Copia de los documentos.

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los Pliegos de Condiciones, Presupuestos y demás documentos de la Contrata. El Ingeniero Director de la obra, si el Contratista solicita éstos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

### 5.8. Riegos.

El promotor puede modificar el calendario de riego en base a la instalación y las necesidades hídricas del cultivo previa consulta con el proyectista. En el caso de acudir a un técnico de la zona, el proyectista queda exento de cualquier irregularidad que se produzca a posteriori.

### 5.9. Calendario de operaciones.

El promotor puede modificar las fechas establecidas para cada una de las operaciones bajo su responsabilidad.

## 6. Trabajos, materiales y medios auxiliares

### 6.1. Libro de órdenes.

En la casilla y oficina de la obra tendrá el contratista el Libro de Órdenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de la Obra precise en el transcurso de la obra. El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

### 6.2. Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir 24 horas desde su iniciación, previamente se hará suscrito el acta de replanteo.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta al Ingeniero Director, mediante oficio, del día en que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo. Las obras quedarán terminadas en el plazo de 1 mes.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en la Reglamentación Oficial de Trabajo.

### 6.3. Condiciones generales de ejecución de trabajos.

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales de Índole Técnica” del “Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación” y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos pudieran existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre



el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

#### 6.4. Trabajos defectuosos.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos, o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

Si ésta no estimase justa la resolución y se negase a la demolición y reconstrucción ordenada, se procederá de acuerdo con lo establecido en los artículos siguientes.

#### 6.5. Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los aparatos sin que sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista las muestra y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar sobre ellos comprobaciones, ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de Condiciones vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, análisis, pruebas, etc. antes indicados serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no sean de la calidad requerida o no estuvieran perfectamente preparados el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos de Condiciones, o a falta de éstos, a las órdenes del Ingeniero Director.

#### 6.6. Medios auxiliares.

Es obligación de la Contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de

Documento IV. Pliego de condiciones.

Condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero Director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista las máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo, por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán así mismo, de cuenta del Contratista los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallados de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

## 7. Recepción y liquidación

### 7.1. Recepciones provisionales.

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesario la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considera de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificará en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento, y si la obra estuviera conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la Propiedad y la otra se entregará al Contratista.

## 7.2. Plazo de garantía.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía, que será de un año. Durante este periodo, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

## 7.3. Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a guardar, limpiar y todo lo que sea necesario para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio, y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para almacenaje y limpieza y para los trabajos que fuera preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente pliego.

El Contratista se obliga a destinar a su costa un vigilante de las obras que presentará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la dirección facultativa.

## 7.4. Recepción definitiva.

Terminado el plazo de garantía se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional y, si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario, se retrasará

la responsabilidad definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este Pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la Contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

#### 7.5. Liquidación final.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del proyecto, siempre y cuando hayan sido aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito al Promotor con el visto bueno del Ingeniero Director.

#### 7.6. Liquidación en caso de rescisión.

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes; incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

### 8. Facultades de la dirección de obras

#### 8.1. Facultades de la dirección de obras.

Además de las facultades particulares que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los apartados precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, bien por sí o por medio de sus representantes técnicos, y por ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, incluso todo lo no previsto en el presente pliego, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los edificios y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

## 9. Base fundamental de índole económica.

Como base fundamental de estas Condiciones Generales de Índole Económica, se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que éstos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción del edificio y obra aneja contratada.

### 9.1. Garantías de cumplimiento y fianzas

- Garantías.

El Ingeniero Director podrá exigir al Contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne todas las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato. Dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

- Fianzas.

Se podrá exigir al contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

### 9.2. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar el importe de los trabajos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

### 9.3. Devolución de la fianza.

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de ocho días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el Contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Municipio en cuyo término se halle ubicada la obra contratada, que no exista reclamación alguna contra él por los daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales y materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

### 9.4. Precios y revisiones

#### 9.4.1. Precios contradictorios.

Si ocurriese un caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convertirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

- El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que a su juicio debe aplicarse a la nueva unidad.
- La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.
- Si ambos son coincidentes, se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.
- Si no fuese posible conciliar por simple discusión los resultados, el Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, de la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de proceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a concluirla a satisfacción de este.

### 9.5. Reclamación de aumento de precios.

Si el Contratista antes de la firma del Contrato no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna no podrá, bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el Cuadro de Precios correspondiente del Presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la memoria, por no servir este documento de base a la Contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión de contrato, sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubiese hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata respecto del importe del Presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho Presupuesto antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

### 9.6. Revisión de precios.

Contratándose las obras a riesgo y ventura es natural, por ello, no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante, y dada la continua variabilidad de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característico de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con los precios en el mercado.

Por ello, y en los casos de revisión, el Contratista puede solicitar del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta aumentando los contratos. Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, ha variado.

Si el Propietario, o Ingeniero Director en su representación, no estuviese con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptar, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el Contratista, en cuyo caso, lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión los precios de los materiales, transportes, etc., adquiridos por el Contratista merced a la información del Propietario.

Cuando el Propietario, o Ingeniero Director en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transportes, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada en cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y la fecha en que empezará a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

### 9.7. Elementos comprendidos en el presupuesto.

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el Presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte del material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con lo que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Comunidad Autónoma, Provincia o Municipio. Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente terminada y en disposición de recibirse.

## 10. Valoración y abono de los trabajos

### 10.1. Valoración de la obra.

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente Presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que corresponda a beneficio industrial, y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el Contratista.



## 10.2. Medias parciales y finales.

Las medidas parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda de haberse verificado la medición, y en los documentos que le acompañan, deberán aparecer la confirmación del Contratista o de su representante legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

## 10.3. Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto y, por tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior se descontará del Presupuesto.

## 10.4. Valoración de obras completas.

Cuando por consecuencia de rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas se aplicará los precios del Presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los Cuadros de Precios Descompuestos.

## 10.5. Carácter provisional de las liquidaciones parciales.

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva, en todo momento, y especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de

jornales y materiales invertidos en la Obra, a cuyo efecto deberá presentar dicho Contratista los comprobantes que se exijan.

#### 10.6. Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá exactamente al de las certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales verifican aquéllas.

#### 10.7. Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponde con arreglo al plazo que deben terminarse.

#### 10.8. Indemnizaciones por retraso de los trabajos.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causa de retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras contratadas será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

#### 10.9. Indemnizaciones por daños de causa mayor al contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causa de pérdidas, averías o perjuicios ocasionados en la mano de obra, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales únicamente los que siguen:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos.
- Los producidos por vientos huracanados y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en la comarca, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomó las medidas posibles dentro de sus medios para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos de terreno en que estén construidas las obras.

- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempos de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra. En ningún caso comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

## 11. Varios

### 11.1. Mejoras de obras.

No se admitirán mejoras de obras, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las Mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene también por escrito, la ampliación de las contratadas.

### 11.2. Seguro de los trabajos.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en todo momento con el valor que tengan, por Contrata, los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta a nombre del propietario para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que esta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer para cargos ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda rescindir la Contrata con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no le hubiesen abonado, pero sólo en la proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros los pondrá el Contratista en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## 12. Jurisdicción.

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componentes nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de justicia del lugar en que radique la Propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto).

El Contratista se obliga a lo establecido en la Ley de Contratos de Trabajos y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Será de encargo y cuenta del Contratista el vallado y la policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de linde y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que merme o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la política de Urbanismo y a las Ordenanzas Municipales y a estos aspectos vigentes en la localidad en que la edificación esté emplazada.

### 12.1. Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos en legislación vigente y, siendo en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que, por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto. El Contratista está obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes

preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios que se generen por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, y pudiera acaecer o sobrevenir, será este el único responsable o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar dichas disposiciones legales. El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúan las obras como en las contiguas. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El Contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando a ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

## 12.2. Pago de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realicen correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero Director considere justo hacerlo.

## 12.3. Causas de rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los heredero o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derechos a indemnización alguna.

- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

#### Documento IV. Pliego de condiciones.

- La modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución como consecuencia de estas modificaciones represente en más o en menos del 40% como mínimo, de las unidades del Proyecto modificadas.
- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos del 40% como mínimo de las Unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido cuatro meses.
- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a ésta.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

#### 12.4. Excavaciones.

Las excavaciones se valorarán por el volumen, cualquiera que sea el tipo de terreno, medido sobre éste, tomando datos antes de comenzar y después de terminar las excavaciones. Los excesos de excavaciones no autorizados no serán de abono, ni los rellenos de fabricación debido a estos excesos.

#### 12.5. Rellenos.

Los rellenos se valorarán por el volumen real después de compactado y refinado, medido sobre el terreno, tomando datos antes de comenzar y después de terminar las excavaciones. No serán de abono los rellenos debidos a excesos en las excavaciones que sobresalgan de las dimensiones de los Planos, cuando no hayan sido autorizados por el Ingeniero Director.

## 12.6. Valoraciones generales finales.

Las mediciones parciales se harán en presencia del contratista, levantándose acta por duplicado, que se firmará por ambas partes. La medición final se hará después de terminar la obra con asistencia del contratista. En el acta extendida después de efectuada dicha medición deberá aparecer la conformidad del Contratista o su representante y, en caso de no haber conformidad, expondrá sumariamente a la reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obligue. Tanto las mediciones parciales como la final comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el Contratista derecho a reclamación alguna por las diferencias que resultasen entre dichas mediciones y las consignadas en el Proyecto. Tampoco por los errores de clasificación, que se harán con toda exactitud por el Ingeniero Director, el cual se atenderá estrictamente a todo lo dispuesto y consignando en el presente apartado de este Pliego de Condiciones.

En todo caso, cuando exista duda o contradicción sobre un mismo punto en los diversos documentos que constituyen este Proyecto, se dará siempre preferencia al Pliego de Condiciones y al cuadro de precios.







# Documento V. Estudio básico de seguridad y salud.



## Contenido

1. Objeto del presente estudio .....	4
1.1. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud.....	4
1.2. Justificación del estudio de seguridad y salud.....	5
2. Legislación aplicable en materia de prevención de riesgos laboral. ....	6
3. Datos del proyecto.....	7
3.1. Tipo de obra .....	7
3.2. Localización .....	7
3.3. Plazo de Ejecución .....	7
3.4. Presupuesto .....	7
3.5. Vigilancia de la salud.....	7
3.6. Primeros auxilios.....	8
3.7. Itinerarios de evacuación para accidentes. ....	9
3.8. Formación .....	9
3.9. Condiciones de los medios de protección. ....	9
3.10. Protecciones individuales.....	10
3.11. Protecciones colectivas .....	10
4. Recurso Preventivo. ....	10
5. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	11
6. Análisis e identificación de riesgos y medidas preventivas. ....	12
6.1. Riesgo de albañilería .....	12
6.2. Riesgos al montar tubería principal porta ramal y ramal .....	13
7. Control del nivel de seguridad .....	14
8. Señalización de seguridad. ....	15
8.1. Cartel obligatorio a la entrada de la obra. ....	15
8.2. Señales de obligación complementarias en obra.....	15
8.3. Señalización de prohibición en obra. ....	16
8.4. Señalización de advertencia en obra. ....	17
8.5. Señalización de botiquín de primeros auxilios.....	17

8.6. Señalización de reciclaje. .... 17

## Índice de imágenes.

Imagen 1. Cartel entrada de obra. Fuente. Eversign.com.

Imagen 2 y 3. Señales de obligación complementarias en la obra. Fuente. Eversign.com

Imagen 4. Señales de prohibición en obra. Fuente. Eversign.com

Imagen 5. Señales de advertencia en obra. Fuente. Eversign.com

Imagen 6. Señales de botiquín en obra. Fuente. Eversign.com

Imagen 7. Señales de reciclaje obra. Fuente. Eversign.com



## 1. Objeto del presente estudio

### 1.1. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud.

En el presente Estudio de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar enfocadas en la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores. Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, en cuanto a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales. Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención.
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

El presente Estudio es de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y debe estar a disposición permanente de la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social.

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de la creación de un Libro de Incidencias siendo el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras o, en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de 24 horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo de la Seguridad Social. También se deben notificar las anotaciones en el libro al contratista y a los representantes de los trabajadores.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijada en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las no observaciones que fueren imputables a éstos.

La Inspección de Trabajo de la Seguridad Social puede comprobar, en cualquier momento, la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la obra, así como la Dirección Facultativa.

## 1.2. Justificación del estudio de seguridad y salud.

El Estudio de Seguridad y Salud establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores. El Estudio de Seguridad y Salud sirve para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

El promotor está obligado a elaborar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en los que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada entendiéndose por la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Dado que el proyecto de esta obra no entra dentro de los supuestos arriba mencionados, se elabora este Estudio Básico en lugar de un Estudio de Seguridad y Salud.

## 2. Legislación aplicable en materia de prevención de riesgos laboral.

- Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, Cuadro de Enfermedades Profesionales.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la Protección de la Salud y la Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos Relacionados con la Exposición al Ruido.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por Trabajadores de los Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de Cargas.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 2/2005, de 23 de octubre, Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en Equipos de Protección Individual.
- Normas UNE-EN-ISO 2345, 2346 y 2347, sobre los Requisitos y Métodos de Ensayo: Calzado Seguridad/Protección/Trabajo.
- Norma UNE-EN 365, sobre los Equipos de Protección Individual Contra Caída de Altura.
- Norma UNE-EN 345/A1, Especificaciones Calzado de Seguridad Uso Profesional.
- Norma UNE-EN 346/A1, Especificaciones Calzado Protección Uso Profesional.
- Norma UNE-EN 347/A1, Especificaciones Calzado Trabajo Uso Profesional.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se aprueba la Regulación de la Potencia Acústica de la Maquinaria.
- Norma UNE-EN 1459, Carretillas Automotoras Manutención.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización de los Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales

### 3. Datos del proyecto

#### 3.1. Tipo de obra

Instalación de riego por goteo en una plantación de limon fino 49.

#### 3.2. Localización

Término municipal de Cartagena.

#### 3.3. Plazo de Ejecución

Un Mes

#### 3.4. Presupuesto

El presupuesto se ha valorado en 41.156,01€ con todas las actuaciones incluidas.

#### 3.5. Vigilancia de la salud

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

Si el suministro de agua potable para el personal no se toma de la red municipal de distribución, si no de fuentes o pozos hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalarán aparatos para su cloración

La empresa adjudicataria debe tomar las oportunas medidas para que ningún operario realice tareas que le puedan resultar lesivas a su estado de salud general o concreta, en cada momento.

Se debe garantizar a los trabajadores la vigilancia de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo. Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento.

### 3.6. Primeros auxilios.

La asistencia elemental para las pequeñas lesiones sufridas por el personal de obra, se atenderán en el botiquín instalado a pie de obra. Este botiquín estará convenientemente señalizado.

El botiquín debe contener material para realizar curas de urgencia, que será facilitado por la mutua de accidentes de trabajo, y otro material para tratar pequeñas afecciones en los trabajadores. El contenido mínimo del botiquín es:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- Frasco conteniendo mercurocromo.
- Frasco conteniendo amoniaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril.
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Guantes desechables.
- Analgésicos.

Cuando las zonas de trabajo estén muy alejadas del botiquín central, es necesario disponer de maletines que contengan el material imprescindible para atender pequeñas curas. Se deben revisar mensualmente y se debe reponer inmediatamente lo usado.



### 3.7. Itinerarios de evacuación para accidentes.

En el Plan de Seguridad y Salud de la Obra, se recogerá a qué Centro/s se recurrirá para la intervención facultativa en caso de siniestros con lesiones personales aparentemente leves y en caso de daños personales graves, incluyendo su nombre, dirección y teléfono.

El itinerario para acceder, en el menor plazo posible, al Centro asistencial para accidentes graves será conocido por todo el personal presente en la obra.

### 3.8. Formación

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, junto con las medidas de seguridad que deberá emplear. Eligiendo el personal más cualificado se impartirá formación en materia de seguridad y salud laboral, al personal de la obra.

Todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos que conlleva su trabajo, así como las conductas a observar y el uso de las protecciones colectivas y personales con independencia de la formación que reciban, esta información se dará por escrito.

### 3.9. Condiciones de los medios de protección.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tienen fijado un periodo de vida útil, debiéndose desechar a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro rápido en una prenda se debe reponer ésta, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega. Toda prenda o equipo que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por un accidente, por ejemplo) ha de ser desechado y repuesto al momento. Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante también deben ser repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

### 3.10. Protecciones individuales.

Todo elemento de protección personal se debe ajustar a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo. En los casos en que no exista norma de homologación oficial, deben ser de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### 3.11. Protecciones colectivas

Los elementos de protección colectiva se deben ajustar a las siguientes condiciones:

- Vallas de limitación y protección. Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubo metálico, además de disponer de patas para mantener su verticalidad.
- Barandillas. Dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm y de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas. Llevarán un listón intermedio, así como el rodapié.
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad y anclajes. Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

## 4. Recurso Preventivo.

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será necesaria en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

- Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:
- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa.

Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia. No obstante, lo señalado en los apartados anteriores, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a que se refiere el apartado 1 y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del empresario.

## 5. Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

Los principios generales de aplicación son:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

## 6. Análisis e identificación de riesgos y medidas preventivas.

### 6.1. Riesgo de albañilería (construcción de zanja para tubería principal)

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel.
- Riesgo eléctrico.
- Riesgo de atropello/atrapamiento con vehículos y/o vuelco de maquinaria.
- Riesgo por caída de objetos.
- Riesgo por desplome o derrumbe
- Riesgo de cortes, golpes con objetos o herramientas.
- Riesgo de proyección de partículas
- Riesgo de atropello/atrapamiento con vehículos y/o vuelco de maquinaria.
- Riesgo de golpes contra objetos móviles e inmóviles.
- Riesgo de sobreesfuerzo.

#### Medidas Preventivas

- Mantener limpia la zona de trabajo eliminando todos los obstáculos cerca de la zanja.
- Acotar y señalizar la zanja donde se instalará la tubería general de riego.
- Asegurarse de que en la zona donde se va a realizar la zanja no existen líneas eléctricas enterradas que puedan ser golpeadas o cortadas por la excavadora.
- Mantener la zona de trabajo de la excavadora acotada para evitar caída de objetos sobre los trabajadores.
- Al ser una zanja de pequeña profundidad no existe riesgo de derrumbe
- Para la utilización de herramientas manuales se utilizarán los EPIS adecuados para cada operación.

## Documento V. Estudio básico de seguridad y salud.

- Sera obligatorio el uso de gafas antiproyección por la utilización de herramientas manuales que puedan proyectar partículas.
- Se Comprobará que el terreno es suficientemente estable y firme para evitar que la excavadora pueda volcar.
- Acotar zona de trabajo alrededor de la maquina la cual debe llegar avisadores sonoros y lumínicos para avisar de que esta en movimiento. Señalizar el vallado para evitar golpes
- Evitar coger peso superior a los permitidos seguir las recomendaciones de la normativa de manipulación manual de cargas.

### EPIS obligatorios

- Guantes de cuero.
- Botas de puntera.
- Uso de casco protector.
- Gafas antiproyección.
- Mascarilla antipolvo.
- chaleco reflectante.

## 6.2. Riesgos al montar tubería principal porta ramal y ramal

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel.
- Riesgo eléctrico.
- Riesgo por caída de objetos.
- Riesgo por desplome o derrumbe.
- Riesgo de atropello/atrapamiento con vehículos y/o vuelco de maquinaria.
- Riesgo de cortes, golpes con objetos o herramientas.
- Riesgo de proyección de partículas
- Riesgo de sobreesfuerzo.

### Medidas Preventivas.

- Mantener limpia y libre de obstáculos la zona de trabajo.
- Utilizar medios auxiliares para bajar y subir de la zanja.
- Las máquinas y herramientas manuales eléctricas deben cumplir la normativa y estar en perfecto estado.
- Los materiales y tuberías se mantendrán a una distancia que no permita que puedan caer a la zanja.

- Acotar zona de trabajo alrededor de la maquina durante el relleno de la zanja, esta debe llegar avisadores sonoros y lumínicos para avisar de que esta en movimiento. Señalizar el vallado para evitar golpes.
- En todo momento se utilizarán los EPIS adecuados a cada maniobra además de los obligatorios exigidos para poder permanecer en la obra.
- Se utilizarán gafas antiproyección al trabajar con máquinas de corte y taladro.
- No coger pesos superiores a 25 Kg si fuera necesario manipular pesos superiores no hacerlo solo o utilizar medios auxiliares.

#### EPIS obligatorios

- Guantes de cuero.
- Botas de puntera.
- Uso de casco protector.
- Faja de protección lumbar
- Gafas antiproyección.
- Mascarilla antipolvo.
- Chaleco reflectante.

## 7. Control del nivel de seguridad

El sistema de control del nivel de seguridad y salud de la obra será cumplimentado por los medios del Contratista.

La protección colectiva y su puesta en obra se controlará mediante la ejecución del plan de obra previsto y las listas de seguimiento y control.

El control de entrega de equipos de protección individual se realizará:

- Mediante la firma del trabajador que los recibe.
- Mediante la conservación en acopio, de los equipos de protección individual utilizados, ya inservibles, hasta que la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud pueda medir las cantidades desechadas.

Para el control de los nombramientos de cargos en materia de Seguridad y Salud, se emplearán los documentos que utilice normalmente para esta función el Contratista, con el fin de no interferir en su propia organización de la prevención de riesgos.

## 8. Señalización de seguridad.

8.1. Cartel obligatorio a la entrada de la obra.

8.2. Señales de obligación complementarias en obra



Imagen 1. Cartel entrada de obra. Fuente. Eversign.com.







Imagen 2 y 3. Señales de obligación complementarias en la obra. Fuente. Eversign.com

### 8.3. Señalización de prohibición en obra.



Imagen 4. Señales de prohibición en obra. Fuente. Eversign.com



#### 8.4. Señalización de advertencia en obra.



Imagen 5. Señales de advertencia en obra. Fuente. Eversign.com

#### 8.5. Señalización de botiquín de primeros auxilios.



Imagen 6. Señales de botiquín en obra. Fuente. Eversign.com

#### 8.6. Señalización de reciclaje.



Imagen 7. Señales de reciclaje obra. Fuente. Eversign.com