



**ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA**



**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



DIRECTORA DEL PROYECTO:

Dña. LAURA CASANOVA LERMA

DIRECTOR DEL PROYECTO:

D. GREGORIO EGEA CEGARRA

AUTOR:

JAVIER FERNÁNDEZ REYES

En Sevilla, a 15 de mayo de 2017



**ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA**



(ESPECIALIDAD: EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS)

**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA  
EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS  
Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA DE  
ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL  
SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA,  
SEVILLA.**

DIRECTORA DEL PROYECTO:

Dña. LAURA CASANOVA LERMA

DIRECTOR DEL PROYECTO:

D. GREGORIO EGEA CEGARRA

AUTOR:

JAVIER FERNÁNDEZ REYES

En Sevilla, a 15 de mayo de 2017



## **ÍNDICE GENERAL**

### **DOCUMENTO Nº1: MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS**

#### **MEMORIA DESCRIPTIVA**

1. OBJETO DEL PROYECTO	14
2. ANTECEDENTES	14
3. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA	14
4. CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA	14
5. PREPARACIÓN DEL TERRENO	15
6. PLANTACIÓN	16
6.1. VARIEDAD	17
6.2. PATRÓN	18
6.3. MARCO DE PLANTACIÓN	18
7. LABORES DE CULTIVO	18
7.1. PODA	18
7.2. MALAS HIERBAS	20
7.3. PLAGAS	20
7.4. ENFERMEDADES	21
8. PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN	21
9. CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES	21
10. ESTUDIO ECONÓMICO	22
10.1. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO	23

#### **ANEJO I. ESTUDIO CLIMÁTICO**

1. OBSERVATORIO	27
-----------------	----

2. DATOS CLIMÁTICOS	28
2.1. TEMPERATURAS	28
2.2. PRECIPITACIONES	28
2.3. HUMEDAD RELATIVA E INSOLACIÓN	29
2.4. RÉGIMEN DE HELADAS	30
2.5. VIENTO	30
2.6. OTROS DATOS DE INTERÉS	32
3. ÍNDICES CLIMÁTICOS	32
3.1. FACTOR DE PLUVIOSIDAD DE LANG	32
3.2. ÍNDICE ARIDEZ DE MARTONNE	33
3.3. ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTIN-REVENGA	33
3.4. ÍNDICE DE EMBERGER	34
4. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS	34
4.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA UNESCO-FAO	34
4.2. CLASIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE PAPADAKIS	38
5. EL CLIMA Y NUESTRO CULTIVO	38
6. CONCLUSIONES	40
<b><u>ANEJO II. ANÁLISIS DE SUELO</u></b>	
1. INTRODUCCIÓN	43
2. TOMA DE MUESTRAS	43
2.1. TOMA DE MUESTRAS PARA CONSTRUCCIÓN DE Balsa	43
3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	44
3.1. RESULTADO DEL ANÁLISIS	44
3.2. PROPIEDADES FÍSICAS	45

3.3. PROPIEDADES QUÍMICAS	46
4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	52
4.1. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO	52
4.2. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO	53
4.3. CONCLUSIONES	53
<b><u>ANEJO III. ANÁLISIS DEL AGUA</u></b>	
1. INTRODUCCIÓN	56
2. TOMA DE MUESTRAS	56
3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	57
3.1. PROPIEDADES QUÍMICAS	57
3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA	57
4. INTERPRETACIÓN	57
4.1. SALINIDAD	57
4.2. SODICIDAD	59
4.3. ÍNDICE DE SCOTT	63
4.4 DUREZA	64
4.5. TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA	65
4.6. BICARBONATOS	66
4.7. SULFATOS	67
5. CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES	67
<b><u>ANEJO IV. TÉCNICAS DE CULTIVO</u></b>	
1. ELECCIÓN DEL PATRÓN Y LA VARIEDAD	70
1.1. ESTUDIO DE MERCADOS	70

1.2. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD	72
1.3. ELECCIÓN DEL PATRÓN	73
2. DISEÑO DE PLANTACIÓN	74
2.1. ESTRUCTURA ACTUAL	74
2.2. ACTUACIONES	74
3. OPERACIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	75
3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	75
4. PLANTACIÓN	77
5. PODAS	77
6. TRATAMIENTOS	78
6.1. MALAS HIERBAS	78
6.2. PLAGAS	79
6.3. ENFERMEDADES	86
7. PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN	88
<b><u>ANEJO V. INSTALACIÓN DE RIEGO</u></b>	
1. DISEÑO AGRONÓMICO	92
1.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO	92
1.2. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS ( $N_n$ )	94
1.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES ( $N_t$ )	96
1.4. NÚMERO DE EMISORES POR ÁRBOL ( $n$ )	97
1.5. INTERVALO ENTRE RIEGOS, DURACIÓN Y DOSIS DEL RIEGO	99
1.6. DISTANCIA ENTRE EMISORES ( $D$ )	101
1.7. SECTORES DE RIEGO Y SUPERFICIE DE LOS MISMOS	101

2. DISEÑO HIDRÁULICO	101
2.1. ELECCIÓN DEL EMISOR	101
2.2. CRITERIO HIDRÁULICO	102
2.3. CRITERIO ECONÓMICO	102
2.4. CÁLCULO DEL RAMAL PORTAGOTEROS	103
2.5. CÁLCULO DEL RAMAL PORTALATERAL	103
2.6. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS SECUNDARIAS	105
2.7. ESTUDIO DE PRESIONES	105
2.8. PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DEL CABEZAL	106
2.9. POTENCIA NECESARIA DEL GRUPO DE BOMBEO	107
2.10. CANAL-BALSA	107
3. DISEÑO DEL CABEZAL DE RIEGO	108
<b><u>ANEJO VI. FERTIRRIGACIÓN</u></b>	
1. INTRODUCCIÓN	112
2. SISTEMA EMPLEADO	112
3. ELECCIÓN DE LOS FERTILIZANTES	112
4. NECESIDADES DE ABONADO	113
4.1. APORTE DEL AGUA DE RIEGO	113
4.2. NECESIDADES DEL CULTIVO Y CÁLCULO DE ABONADO	115
4.3. REPARTO DE LOS FERTILIZANTES	119
5. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES	120
5.1. PLANIFICACIÓN DE FERTIRRIGACIÓN SIN MEZCLAR	
ABONOS	120

## **ANEJO VII. MAQUINARIA**

1. INTRODUCCIÓN	126
2. NECESIDADES DE MAQUINARIA Y APEROS	126
3. MAQUINARIA ALQUILADA. LABORES Y COSTE	126
4. ESTUDIO SOBRE ALQUILER O COMPRA DE MAQUINARIA	127
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA Y APEROS	127
4.2. RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y APEROS	127
4.3. COSTES DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y APEROS	130

## **ANEJO VIII. CONSTRUCCIÓN DE Balsa**

1. INTRODUCCIÓN	141
2. CLASIFICACIÓN DE LA Balsa	141
3. COMPONENTES DE LA Balsa	142
4. DISEÑO DEL VASO	143
4.1. CAPACIDAD DE LA Balsa	143
4.2. RESGUARDO MÍNIMO	143
4.3. ANCHO DE CORONACIÓN	144
4.4. FONDO	145
4.5. DISEÑO DE LA Balsa	145
5. CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa	151
6. ELEMENTOS FUNCIONALES	154
7. ELEMENTOS ACCESORIOS	156
8. SEGURIDAD DE LA Balsa	156

## **ANEJO IX. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	163
--	-----

2. LEGISLACIÓN APLICABLE	163
3. POTENCIA NECESARIA	164
4. FÓRMULAS	165
5. CÁLCULO DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	168
6. CÁLCULO DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL	169
7. CÁLCULO DE LA LÍNEA	169
8. CÁLCULO DEL CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN	170
9. CÁLCULO DE LA PUESTA EN TIERRA	177
10. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES	178
<b><u>ANEJO X. SEGURIDAD Y SALUD</u></b>	
1. CONSIDERACIONES PREVIAS AL PROYECTO DE EJECUCIÓN	
DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa	182
1.1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO	182
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	182
1.3. RELACIÓN DE MAQUINARIA UTILIZADA. RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	191
1.4. RIESGOS	201
1.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES	202
1.6. GESTIÓN DE RESIDUOS	205
1.7. SERVICIOS AFECTADOS	205
1.8. PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	205
1.9. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	207

1.10. ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA	207
2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA AGRICULTURA	208
2.1. SINIESTRALIDAD	209
2.2. MAQUINARIA AGRÍCOLA	209
2.3. RIESGOS	209
2.4. LEGISLACIÓN	214
<b><u>ANEJO XI. ESTUDIO ECONÓMICO</u></b>	
1. INTRODUCCIÓN	218
2. PAGOS DE LA INVERSIÓN A REALIZAR	218
3. PAGOS DE LA EXPLOTACIÓN	219
3.1. PAGOS ORDINARIOS	224
3.2. PAGOS EXTRAORDINARIOS	224
4. COBROS ANUALES	224
4.1. COBROS ORDINARIOS	224
4.2. COBROS EXTRAORDINARIOS	224
5. FLUJOS DE CAJA ESTIMADOS POR AÑO	225
6. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO	227
6.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)	227
6.2. TASA DE RENDIMIENTO INTERNO (TIR)	228
6.3. PERIODO DE RECUPERACIÓN (PAY BACK)	228
6.4. RELACIÓN BENEFICIO/ INVERSIÓN	229
7. CONCLUSIÓN	229

**ANEJO XII. BIBLIOGRAFÍA**

## **DOCUMENTO Nº2: PLANOS**

PLANO Nº 1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº 2: CURVAS DE NIVEL

PLANO Nº 3: PLANTA DE DETALLES DE LA FINCA

PLANO Nº 4: RED DE RIEGO

PLANO Nº 5: RED CANAL-BALSA

PLANO Nº 6: PLANTA DE LA Balsa

PLANO Nº 7: DETALLES DIQUE DE LA Balsa

PLANO Nº 8: PERFIL LONGITUDINAL TERRENO NATURAL

PLANO Nº 9: PERFIL LONGITUDINAL Balsa

PLANO Nº 10: PERFILES TRANSVERSALES Balsa

PLANO Nº 11: ESQUEMA UNIFILAR

## **DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO**

CUADRO DE DESCOMPUESTOS	247
CUADRO DE PRECIOS	254
PRESUPUESTO Y MEDICIONES	258
RESUMEN DEL PRESUPUESTO	265





PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

---

# **DOCUMENTO N° 1:**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS**





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

MEMORIA DESCRIPTIVA

---

# **MEMORIA DESCRIPTIVA**



## ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO	14
2. ANTECEDENTES	14
3. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA	14
4. CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA	14
5. PREPARACIÓN DEL TERRENO	15
6. PLANTACIÓN	16
6.1. VARIEDAD	17
6.2. PATRÓN	18
6.3. MARCO DE PLANTACIÓN	18
7. LABORES DE CULTIVO	18
7.1. PODA	18
7.2. MALAS HIERBAS	20
7.3. PLAGAS	20
7.4. ENFERMEDADES	21
8. PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN	21
9. CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES	21
10. ESTUDIO ECONÓMICO	22
10.1. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO	23

## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

Este proyecto tiene como finalidad realizar el diseño y puesta en riego por goteo de una finca de 29,57 ha de naranjos y la construcción de una balsa de acumulación de agua con el fin de transformar la finca para incrementar la rentabilidad de la misma.

## **2. ANTECEDENTES**

La finca objeto de este proyecto se denomina “El Serafín” y se encuentra situada en el término municipal de La Rinconada, en la provincia de Sevilla, ocupando las parcelas 15, recinto 1, 16, recinto 1 y 17, recintos 2 y 3 del polígono 5. Se accede al carril de entrada tomando la salida a la derecha en el pk 13.800 de la carretera Sevilla-Brenes A-8005 sentido Brenes.

Históricamente, la finca ha sido dedicada a cultivos de regadío típicos de la zona como algodón, maíz y patatas. Actualmente los terrenos se encuentran en barbecho.

## **3. CARACTERÍSTICAS DE LA FINCA**

La topografía de la finca es típica de la vega del Guadalquivir, prácticamente llana, con una pendiente máxima del 1 % ya que los cultivos precedentes se regaban por surcos.

Los análisis físicos del suelo indican que el terreno es franco-arenoso. Esta textura presenta una proporción de elementos finos y gruesos que confieren al suelo las características óptimas para el cultivo de los agrinos.

Al no existir un estudio sobre la capacidad de drenaje del suelo, la elección del patrón se realizará teniendo en cuenta la resistencia del mismo a enfermedades fúngicas propias del suelo en casos de encharcamiento y el cultivo se asentará en líneas de caballones.

Los resultados del análisis químico del suelo indican que no existen inconvenientes para el cultivo de los cítricos. El suelo es ligeramente alcalino, no salino, con niveles de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico normales.

Por todo esto, las características físicas y químicas se ajustan a las exigencias del cultivo.

## **4. CLIMATOLOGÍA DE LA ZONA**

El estudio climático revela que la zona donde se emplaza el de proyecto es adecuada para el cultivo de cítricos, en nuestro caso naranjo variedad Powel Summer Navel<sup>®</sup>, debido a los inviernos suaves sin grave riesgo de heladas característicos de la latitud en que se encuentra. La temperatura, elevada en verano, podría ocasionar una ligera parada vegetativa y una disminución en el tamaño del fruto pero, no producirá daños de gran importancia en el caso de que surgiera algún problema. Por otro lado, las temperaturas mínimas son asumibles y el riesgo de heladas no es muy elevado.

Nuestra área de cultivo nos proporciona unas temperaturas óptimas, en ascenso durante la primavera, con las que obtenemos una buena brotación y floración, y por último, el régimen térmico día/ noche que alcanzamos en primavera, que oscila entre los 20-22 °C/ 11-13 °C es óptimo para el cuajado de los frutos y, el aumento de este régimen con el paso de los meses, es adecuado para la bajada de acidez de los frutos.

## **5. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

Es fundamental para el buen desarrollo de las plantas la preparación del terreno, que consistirá en una serie de labores previas para que las raíces de los árboles encuentren un medio óptimo para su desarrollo.

Lo primero a tener en cuenta es que la profundidad aprovechable del suelo debe ser como mínimo de 50 cm, considerando además que el patrón elegido recomienda un suelo profundo.

Las labores culturales previas a la plantación que se van a realizar son:

1. Subsulado que se hará con antelación de 5 ó 6 meses para así poder romper la suela de labor que hayan podido dejar labores anteriores. El subsolador trabajará a una profundidad de 80 cm. Los objetivos de esta labor son:

- a) Conseguir una buena aireación y permeabilidad, al menos durante 3 ó 4 años.
- b) Destruir la suela de labor.
- c) Facilitar la instalación del sistema radicular.

2. Pase de escarificador: Desmenuza los terrones y deja el terreno mullido facilitando las labores posteriores. La profundidad de trabajo es de 15-20 cm

3. Señalar las líneas donde van a ir los árboles con cañas.

4. Realizar un pase con tasquivero de 1.30 m de ancho para formar caballones en el eje señalado anteriormente. La altura de los caballones será de 30 cm.

5. Verter estiércol de caballo sobre los caballones (15.000 kg/ha).

6. Ensanchar los caballones con aportes de tierra hechos con el apero “avión”. El ancho del caballón ha de ser de 3 m.

7. Realizar dos pases con la grada rotativa sobre los caballones.

Las dimensiones de los caballones o plataformas serán de 3 m de ancho y de 30 cm de alto formando un rectángulo. Las calles para que pueda acceder la maquinaria serán de 3 m también.

De esta forma se asegura que no habrá encharcamientos a la vez que se mejora el acceso al árbol para las labores de poda y recolección.

Este tipo de caballón se está poniendo en práctica en fincas de Alcolea del Río y Brenes con magníficos resultados.

8. Apertura de zanjas e instalación de la red de riego. Se llevará a cabo a través del alquiler de una retroexcavadora que realizará la apertura de zanjas y posteriormente se dispondrá a taparlas. Se contratarán peones que bajo supervisión técnica se encargarán de la instalación de las tuberías tanto enterradas como aéreas.

## **6. PLANTACIÓN**

En el momento de diseñar una plantación de cítricos, debemos tener siempre en cuenta las características edáficas de nuestro suelo, el clima predominante, la orografía del terreno, el sistema de cultivo elegido y demás factores, se busca un objetivo final donde los árboles capten la mayor cantidad de luz posible y, por otro lado, facilitar el movimiento de personal y maquinaria por su interior. Para ello hemos de tener en cuenta la distribución de todos los elementos funcionales de la explotación, como caminos, nave, balsa, etc. Con un buen diseño podremos ahorrar tiempo y dinero en las distintas labores que realizaremos en la explotación. Intentaremos dejar las instalaciones mencionadas al borde de los caminos y de forma que resten la menor superficie de cultivo pero al mismo tiempo no estorben el paso de la maquinaria.

Las plantas que nos lleguen del vivero deberán ser vigorosas, bien formadas y con todo el tallo recubierto de hojas hasta la soldadura del injerto. Su desarrollo podrá ser mayor o menor, siempre y cuando su estado sanitario sea bueno.

La plantación propiamente dicha la realizaremos en la segunda mitad del mes de marzo, coincidiendo con la subida de las temperaturas.

Los árboles se deben plantar de forma tal que una vez asentados en el suelo queden a la misma profundidad que tenían en el vivero. Para ello, generalmente es necesario plantar varios centímetros más altos, pues el árbol baja después con los riegos sobre todo si los hoyos se hicieron profundos y hubo que rellenar algo antes de plantar.

Los hoyos de plantación deben estar abiertos antes de la colocación de los plantones y deben ser lo suficientemente grandes para alojar, sin restricción, las raíces extendidas de la planta. Por lo general, basta con 40-50 cm de diámetro por 40-50 cm de profundidad. Al llenar el hoyo con tierra, se deben eliminar las piedras grandes y los restos de malezas. El suelo debe estar mullido y quedar en contacto con las raíces, evitando bolsones de aire; para ello, cada cierto tiempo se debe presionar el suelo con los pies o las manos. Es difícil obtener un buen contacto de las raíces si se pisa sólo cuando el hoyo se ha llenado completamente; incluso, es preferible no pisar la última capa. Para obtener un óptimo contacto con las raíces, conviene regar inmediatamente después de la plantación, pero en ningún momento regar otra vez mientras el suelo permanece húmedo, pues se corre el riesgo de causar pudrición de raíces o del cuello. Aproximadamente los riegos semanales deberán de sumar 125 litros por plantón en los cuatro primeros meses.

Para llevar a cabo la plantación, debemos evitar las horas de más calor y realizarla a primera hora de la mañana o bien cuando el sol ya está bajando, además no es recomendable dejar la planta tirada y expuesta al sol, porque puede producir deshidratación y fermentación que originan enfermedades por hongos.

### 6.1. VARIEDAD

Se ha optado por elegir una variedad tardía: **POWELL SUMMER NAVEL®**.

Esta elección se debe a que es la más tardía de todas las del grupo de naranjas navel, pudiendo recolectarse en mayo, incluso en junio, lo que permite entrar en el mercado en un periodo de menor competencia.

La variedad Powell Summer Navel® se originó por una mutación espontánea de Washington Navel en Australia en 1982. Está patentada en EE.UU. y Australia por Iswing&Richards y en la Unión Europea por AVASA.

El árbol es similar a Lane Late, con las ramas principales extendidas.

En cuanto al fruto, presenta diferencias poco significativas con el resto del grupo de naranjas navel. Éstos son de forma redonda a ovoide, de color naranja, sin aureola. Siempre presenta ombligo, aunque poco visible al exterior. Los frutos no tienen semillas y tienen una excelente calidad organoléptica.

Se diferencia de la Lane Late fundamentalmente, en que la Powell SummerNavel® presenta mayor firmeza, menor reverdecimiento en verano, manteniendo su elevada calidad incluso después de alcanzar su maduración, lo que permite su recolección entre uno y dos meses más tarde que la Lane Late, ya que mantiene muy firme su textura.

Las principales características que permiten al fruto de la naranja Powell Summer Navel mantenerse tanto tiempo en el árbol son:

- Elevada firmeza y buena adherencia al pedúnculo. El fruto mantiene su firmeza incluso cuando se recolecta en verano, permitiendo un buen manejo en el almacén.
- Elevado contenido en zumo y sin tendencia a la granulación, a diferencia de la Lane Late y otras variedades de navel tardías que pueden ser muy sensibles a este problema.
- Elevado contenido en ácido cítrico por lo que el fruto no pierde sus buenas cualidades gustativas cuando se retrasa su recolección.
- Buena textura y grosor de piel y poca tendencia al "creasing". En general, la permanencia de los frutos en el árbol tiende a embastecer su piel, incrementar su grosor y desarrollar problemas de "creasing".
- Reducida tendencia al reverdecimiento en verano, menor que el resto de las variedades Australianas, incluso Valencias.

## 6.2. PATRÓN

La elección del patrón es una decisión muy importante, porque hay características hortícolas de una variedad que se hallan influidas por el patrón, tales como vigor, tamaño, desarrollo y profundidad de las raíces, la cosecha, tamaño, textura, calidad intrínseca y época de maduración del fruto, tolerancia al frío, adaptación a las condiciones del suelo como salinidad, pH, excesos de agua, comportamiento frente a nematodos, hongos, tolerancia a virus, etc., por eso hemos de elegir un porta injerto que cumpla con todos los requisitos deseados, que sea adecuado para la zona y que se adapte con facilidad.

El patrón seleccionado es FORNER-ALCAIDE® N°5.

FORNER-ALCAIDE® N°5: Este patrón fue obtenido en 1978 polinizando flores de mandarina Cleopatra con flores de *Poncirus trifoliata* (clon Rubidoux).

Es un híbrido resistente al virus de la tristeza.

Es resistente a la salinidad, al encharcamiento y al frío, así como a suelos alcalinos y al nematodo de los cítricos *T. semipenetrans*, y parece tener buena resistencia a los hongos del género *Phytophthora spp.*

Puede ser calificado como subestándar, lo que quiere decir que los árboles establecidos en este patrón alcanzan una altura menor (semienanizante) que los injertados sobre los patrones habitualmente utilizados (citrange Troyer y Carrizo), efecto deseado para poder reducir el marco de plantación y poder poner más pies por ha. La reducción de altura suele ser de un 25%.

El injerto y el patrón alcanzan diámetros similares en la unión, y la calidad de las variedades injertadas es excelente con una productividad muy alta. Puede adelantar la maduración del fruto.

## 6.3. MARCO DE PLANTACIÓN

Gracias al carácter semienanizante del patrón Forner-Alcaide n° 5, el marco de plantación podemos reducirlo a 6 x 3.5 m, con lo que alcanzamos un total de 476 árboles por hectárea.

## 7. LABORES DE CULTIVO

### 7.1. PODA

La primera poda se realizará en el vivero justo antes de arrancar la planta para su traslado a la finca. La altura de la poda es de 60 cm desde el suelo y ésta ayuda a que el plantón pueda enraizar mejor en el terreno final y amortigüe el estrés sufrido.

Poda de formación: Se efectuará durante los primeros años de vida del árbol. El objeto es conseguir un esqueleto sólido y una estructura fuerte.

No debe realizarse hasta que la planta esté completamente arraigada y posea brotaciones claras. Esta práctica es muy ligera, formando la nueva planta en tres ramas principales. Se eliminarán del tocón los rebrotes que pudieran surgir de él. La distancia que debe mediar entre el suelo y las nuevas ramas será de al menos 50 cm. Esta poda es muy importante porque de ella depende la buena formación del nuevo árbol.

**Poda de fructificación:** El objetivo es conseguir el equilibrio entre el desarrollo vegetativo y el estado nutricional. Básicamente trataremos de romper el equilibrio entre vegetación y fructificación a favor de esta última, persiguiendo, al eliminar las ramas más vigorosas, que el reparto de nutrientes sea lo más homogéneo posible entre las ramas y tiendan a una fructificación homogénea también. Si tratamos con variedades vigorosas las podas no deben de ser severas ya que es sabido que acentuaríamos este vigor y como resultado obtendríamos una disminución de la cosecha. Se realiza a continuación de la poda de formación, coincidiendo con la plena producción de la plantación. La poda se realizará anualmente, siendo más intensa cuanto más tiempo haya transcurrido desde la última poda ya que los agrios no permiten una poda tan racional y artificiosa como la que se practica en otras especies frutales para intensificar su producción. Como fructifican sobre madera del mismo año, se eliminarán las ramas viejas y agotadas, las mal dirigidas, los chupones que salen del tronco principal y las ramas muertas y lesionadas.

**Poda de regeneración:** Se practica en árboles en periodo de descenso de producción. Consiste en una poda severa de las ramas que constituyen la estructura del árbol.

En nuestra explotación la poda se llevará a cabo anualmente por personal especializado, a contratar cada temporada. Se les exigirá un uso adecuado de las herramientas para evitar posibles infecciones.

La poda de la variedad Powel Summer Navel<sup>®</sup> se realiza días después de la recolección. De esta forma, se podría podar desde mediados de abril hasta junio, dependiendo de la fecha de recolección. Se debe evitar realizar la poda en el periodo de caída fisiológica, dado el peligro que existe de verse ésta aumentada por significar un aumento de la capacidad de brotación.

Es importante, también, utilizar herramientas limpias y libres de patógenos que puedan propagarse por las plantas, debiendo desinfectar las herramientas antes y después de su uso en cada árbol con una solución de hipoclorito sódico al 0.05%, además usaremos herramientas en buen estado para que los cortes sean limpios y cicatricen con rapidez.

Los restos de poda se dejarán en las calles para ser triturados y quedar como cubierta vegetal que, con el tiempo, se incorpore al suelo como materia orgánica.

## 7.2. MALAS HIERBAS

El control de la maleza se llevará a cabo de forma química, con herbicidas, y de forma mecánica, con trituradora. En cuanto al manejo del suelo, llevaremos a cabo un sistema de mínimo laboreo.

La aplicación de herbicidas se ve justificada por la disminución de la producción que provoca la competencia con los árboles por los nutrientes y el agua, por aumentar la evapotranspiración y porque actúan como huéspedes intermedios de insectos plagas y enfermedades del cultivo.

La mayor competencia ocurrirá en los meses de primavera y verano, debido a la escasez de recursos hídricos de nuestras latitudes, por eso se mantendrá la plantación libre de malas hierbas, en cambio en los meses húmedos optaremos por dejar una cubierta vegetal en las calles, debido a que en esta fecha no entrará en competencia con el cultivo y además mejorará el contenido en materia orgánica y la estructura del suelo y contribuirá a disminuir la erosión provocada por las lluvias. El conjunto de malas hierbas que está presente en la finca variará debido a que cambiará el uso del suelo, las especies adaptadas al laboreo darán paso a las especies adaptadas al no laboreo, algunas pasarán de ser secundarias a principales o acompañantes y viceversa, las especies presentes en cultivos leñosos de la zona que utilizan el mismo sistema de no laboreo suelen ser:

Anuales de invierno: *Poa annua*, *Malva sp.*, *Conyzasp.*, *Galliumsp.*, *Fumaria officinalis*, *Sinapsis*...

Anuales de verano: *Amaranthus sp.*, *Chenopodium sp.*, ...

Perenne de invierno: *Oxalis sp.*

Perenne de verano: *Cyperusrotundus*, *Convolvusarvensis*, *Sorghumhalepense*, ...

## 7.3. PLAGAS

El control de plagas y enfermedades, así como el seguimiento de poblaciones y tratamientos se trata en profundidad en el anejo IV. A continuación, se citan las plagas más representativas en el cultivo de los cítricos:

- MOSCA BLANCA (*Aleurothrixus floccosus* Mask)
- CAPARRETA NEGRA (*Saissetia oleae* Olivier)
- PIOJO GRIS (*Parlatoria pergandei*)
- SERPETA GRUESA (*Lepidosaphes beckii* Newman) y SERPETA FINA (*Insulaspis gloverii*)
- PIOJO ROJO DE CALIFORNIA. (*Aonidiella aurantii* Maskell)
- COTONET (*Planococcus citri* Risso)
- PULGONES (Familia *Aphididae*)
- PULGÓN VERDE DE LOS CITRICOS (*Aphis spiraecola* Patch)

- PULGÓN DEL ALGODÓN (*Aphis gossypii*)
- PULGÓN VERDE DEL MELOCOTONERO (*Myzus persicae* Sulzer)
- PULGÓN NEGRO DE LOS CÍTRICOS (*Toxoptera aurantii*)
- ÁCARO ROJO (*Panonychus citri*)
- ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*)

#### **7.4. ENFERMEDADES**

Las enfermedades más representativas en el cultivo de los cítricos y de las cuales hablaremos en el Anejo IV son las siguientes:

- AGUADO (*Phytophthora* spp.)
- PODREDUMBRE DEL CUELLO (*Phytophthora* spp.)
- ALTERNARIA (*Alternaria* spp.)
- TRISTEZA
- PSORIASIS
- EXOCORTIS

#### **8. PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN**

En los dos primeros años de la plantación no tendremos producción, el tercer año podemos esperar unos 4.000 kg por ha, que será la primera cosecha. Los años sucesivos la producción irá aumentando hasta alcanzar el séptimo año de la plantación en torno a los 24.000 kg por ha y una vez superado los diez años debemos alcanzar los 35.000 kg por ha. La recolección se hará con el mayor cuidado posible para evitar daños a los frutos, evitando recoger los frutos mojados. Se recolectará cuando las variedades superen los índices de madurez y contengan un mínimo del 35% de zumo. La recolección se hará de la forma que demande el mercado y la fruta se recogerá en cajas de 20 kg que serán colocadas sobre palés y se transportarán hasta el camión en un remolque acoplado al tractor o a granel en box de unos 300 kg que el tractor carga sobre el camión en torres de tres boxes.

Para la recolección se estima que será necesario una cuadrilla formada por un encargado, 20 recolectores, un tractorista y 2 cargadores.

La recolección se llevará a cabo desde abril a junio, teniendo en cuenta la demanda del mercado.

#### **9. CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES**

En la finca de estudio se va a construir una balsa de tierra cuya finalidad es la acumulación de agua para riego.

El agua destinada a la balsa será la que no se utilice para el riego.

Para el diseño de la balsa se ha tenido en cuenta la superficie que se puede utilizar, sin ocasionar una merma significativa en la producción, y que a la vez suponga una reserva importante de agua para momentos de escasez hídrica.

Para la realización del diseño y cálculo de la balsa se han seguido las normas y criterios del Comité Español de Grandes Presas (CNEGP).

Balsa de regularización estacional. El agua se almacenará según lo asignado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en el período comprendido entre el 15 de septiembre y el 15 de marzo, intervalo en el cual los recursos hídricos superan a las demandas de las zonas regables de la Vega del Río Guadalquivir. Esta agua será utilizada en los meses posteriores según la demanda del cultivo.

En la finca existe una nave que se utiliza como hangar de maquinaria, almacén de abonos, productos fitosanitarios, herbicidas. Las dimensiones son de 30 m de largo y 15 m de ancho, con una superficie de 450 m<sup>2</sup>.

El interior de la nave se divide en dos zonas bien diferenciadas, una parte para almacén y otra parte para oficina. Dentro de la oficina hay un pequeño aseo.

La nave se abastece de energía eléctrica a través de la corriente de Baja Tensión que proporciona un transformador aéreo sobre un poste metálico, situado a 25 metros de la fachada. La energía llega desde el transformador hasta la nave a través de la línea aérea de acometida formada por cuatro conductores (3 fases + neutro), en forma de haz trenzado, agrupados con un cable fijador de acero hasta una palometa de amarre exterior de la nave. Desde esta palometa continúa hasta la Caja general de Mando y Protección situada en la pared derecha de la puerta principal. Los conductores con aislamiento 0,6 / 1 Kv, tienen una sección adecuada para transportar la potencia necesaria en la explotación.

## **10. ESTUDIO ECONÓMICO**

Los proyectos de inversión agraria vienen caracterizados en su vertiente económica por cuatro parámetros básicos:

1. Pago de la inversión.
2. Vida útil del proyecto.
3. Flujos de caja generados en la totalidad de la vida del proyecto.
4. Tipos de intereses de los fondos propios y ajenos.

Con objeto de estudiar la viabilidad del mismo será necesario realizar un análisis económico financiero que comprenda tanto el aspecto estático como el dinámico de la explotación.

Para la puesta en marcha de nuestra explotación se requiere un capital de:

- Plantación	57.680.00 €
- Instalación eléctrica	10.952.79 €
- Construcción de balsa	36.118.95 €

- Red de tuberías	83.333.28 €
- Cabezal de riego	16.526.12 €
Total Inversión Inicial	210.611.17 €
21 % IVA	44.228,35 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>254.839,52 €</b>

## 10.1. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

### 10.1.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El VAN obtenido para una tasa de interés equivalente arroja valores positivos en los estudios realizados para dos precios del kg de naranja, con lo que se indica que el proyecto es viable.

Caso 1. VAN= 2.153.896,37 (para valores de la naranja a 0.40 €).

Caso 2. VAN= 1.453.322,66 (para valores de la naranja a 0.30€).

### 10.1.2. TASA DE RENDIMIENTO INTERNO (TIR)

El valor del TIR en el presente proyecto es alto para los dos estudios realizados.

Caso 1. TIR = 44.20 % (para valores de la naranja a 0.40 €).

Caso 2. TIR = 36.63 % (para valores de la naranja a 0.30 €).

### 10.1.3. PERIODO DE RECUPERACIÓN (PAY BACK)

Según este criterio sabremos a partir de qué año empieza nuestra inversión a obtener rendimientos positivos.

$$\text{Payback} = a + \frac{I_0 - b}{Ft}$$

Caso 1:

Payback = 5 + (254.839,52 - 295.512,56) /173.407,04 = 4.76 ~ 5 años (para valores de la naranja a 0.40 €).

Caso 2:

Payback = 7 + (254.839,52 - 172.312,56) /176.110,68 = 7.46 ~ 8 años (para valores de la naranja a 0.30 €).

#### 10.1.4. RELACIÓN BENEFICIO/ INVERSIÓN (Q)

La relativa rentabilidad de la inversión, refiriéndose a las ganancias netas generadas por cada unidad monetaria invertida, son para cada caso:

$$Q = \frac{VAN}{K}$$

Caso 1:

$Q = 2.153.896,37 / 254.839,52 = 8.45 \text{ €}$  (por cada euro invertido se generan 8.45 € de ganancias)

Caso 2:

$Q = 1.453.322,66+ / 254.839,52 = 5.70 \text{ €}$  (por cada euro invertido se generan 5.70 € de ganancias)

#### 10.1.5. CONCLUSIÓN

Se ha realizado un análisis suponiendo dos valores de la naranja, 0.40 € y 0.30 €, de los cuales hemos obtenido flujos de caja distintos. En los dos casos la rentabilidad del proyecto está asegurada.

En Sevilla, a 15 de mayo de 2017

Javier Fernández Reyes



**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO I: ESTUDIO CLIMÁTICO

---

# **ANEJO I: ESTUDIO CLIMÁTICO**



## ÍNDICE

1. OBSERVATORIO	27
2. DATOS CLIMÁTICOS	28
2.1. TEMPERATURAS	28
2.2. PRECIPITACIONES	28
2.3. HUMEDAD RELATIVA E INSOLACIÓN	29
2.4. RÉGIMEN DE HELADAS	30
2.5. VIENTO	30
2.6. OTROS DATOS DE INTERÉS	32
3. ÍNDICES CLIMÁTICOS	32
3.1. FACTOR DE PLUVIOSIDAD DE LANG	32
3.2. ÍNDICE ARIDEZ DE MARTONNE	33
3.3. ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTIN-REV.	33
3.4. ÍNDICE DE EMBERGER	34
4. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS	34
4.1. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA UNESCO-FAO	34
4.2. CLASIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE PAPADAKIS	38
5. EL CLIMA Y NUESTRO CULTIVO	38
6. CONCLUSIONES	40

## 1. OBSERVATORIO

Dada la situación geográfica de la finca en estudio, se han tomado los datos climatológicos de la estación meteorológica situada en el aeropuerto San Pablo de Sevilla, por ser ésta la más cercana (Figura 1).

Las características del observatorio son las siguientes:

Latitud: 37° 25' 0" N

Longitud: 5° 52' 45" O

Altitud: 34 m.

Altitud desde el suelo de la caseta de la cubeta: 1m.

Figura 1. Ubicación de la estación meteorológica:



Fuente: Google maps.

## **2. DATOS CLIMÁTICOS**

Los datos se han extraído de la “Guía resumida del clima en España 1981-2010” de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Los datos recogidos corresponden a un período de estudio de 30 años. En las siguientes tablas se presentan las medias del período estudiado.

### **2.1. TEMPERATURAS**

El estudio de las temperaturas se resume en la Tabla 1. Como se puede observar, la T<sup>a</sup> media es de 19.2°C, alcanzándose la T<sup>a</sup> mínima en enero (5.7°C) y la máxima en julio (36°C).

Tabla 1: Temperatura media, temperatura media de las máximas y temperatura media de las mínimas.

MES	T <sup>a</sup> media	T <sup>a</sup> media de las máximas	T <sup>a</sup> media de las mínimas
ENERO	10.9	16.0	5.7
FEBRERO	12.5	18.1	7.0
MARZO	15.6	21.9	9.2
ABRIL	17.3	23.4	11.1
MAYO	20.7	27.2	14.2
JUNIO	25.1	32.2	18.0
JULIO	28.2	36.0	20.3
AGOSTO	27.9	35.5	20.4
SEPTIEMBRE	25.0	31.7	18.2
OCTUBRE	20.2	26.0	14.4
NOVIEMBRE	15.1	20.2	10.0
DICIEMBRE	11.9	16.3	7.3
AÑO MEDIO	19.2	25.4	13.0

Fuente: Estación meteorológica situada en el aeropuerto San Pablo de Sevilla.

Teniendo en cuenta las temperaturas registradas en la estación meteorológica de referencia, el clima puede calificarse como templado-cálido, con leves oscilaciones de temperatura a lo largo del año.

### **2.2 PRECIPITACIONES**

Las principales precipitaciones se concentran entre los meses de octubre y abril. En la tabla 2 están recogidos los datos de las precipitaciones del periodo en estudio. En la primera columna se indica el número medio mensual/ anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm, siendo la media de los 30 años de 50.5 días y en la segunda la precipitación mensual/ anual media con un promedio de 539 mm.

Tabla 2: Registro del número medio mensual/ anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm y de precipitación mensual/ anual media (mm).

MES	Nº medio mensual/ anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm	Precipitación mensual/ anual media (mm)
ENERO	6.1	66
FEBRERO	5.8	50
MARZO	4.3	36
ABRIL	6.1	54
MAYO	3.7	30
JUNIO	1.3	10
JULIO	0.2	2
AGOSTO	0.5	5
SEPTIEMBRE	2.4	27
OCTUBRE	6.1	68
NOVIEMBRE	6.4	91
DICIEMBRE	7.5	99
AÑO MEDIO	50.5	539

Fuente: Estación meteorológica situada en el aeropuerto San Pablo de Sevilla.

### 2.3. HUMEDAD RELATIVA E INSOLACIÓN

En la tabla 3 se resume el estudio de la humedad relativa media (año medio 59%) y el número medio mensual/ anual de horas de sol (media anual 2917 horas).

Tabla 3: Humedad relativa media (%) y número medio mensual/ anual de horas de sol.

MES	Humedad relativa media (%)	Nº medio mensual/ anual de horas de sol
ENERO	71	183
FEBRERO	67	189
MARZO	59	220
ABRIL	57	238
MAYO	53	293
JUNIO	48	317
JULIO	44	354
AGOSTO	48	328
SEPTIEMBRE	54	244
OCTUBRE	62	216
NOVIEMBRE	70	181
DICIEMBRE	74	154
AÑO MEDIO	59	2917

Fuente: Estación meteorológica situada en el aeropuerto San Pablo de Sevilla.

## 2.4. RÉGIMEN DE HELADAS

El estudio del régimen de heladas se detalla en la tabla 4. El periodo libre de heladas se encuentra entre los meses de marzo y noviembre, produciéndose la primera helada a principios de diciembre y la última a finales de febrero.

Tabla 4: Número medio de días de helada.

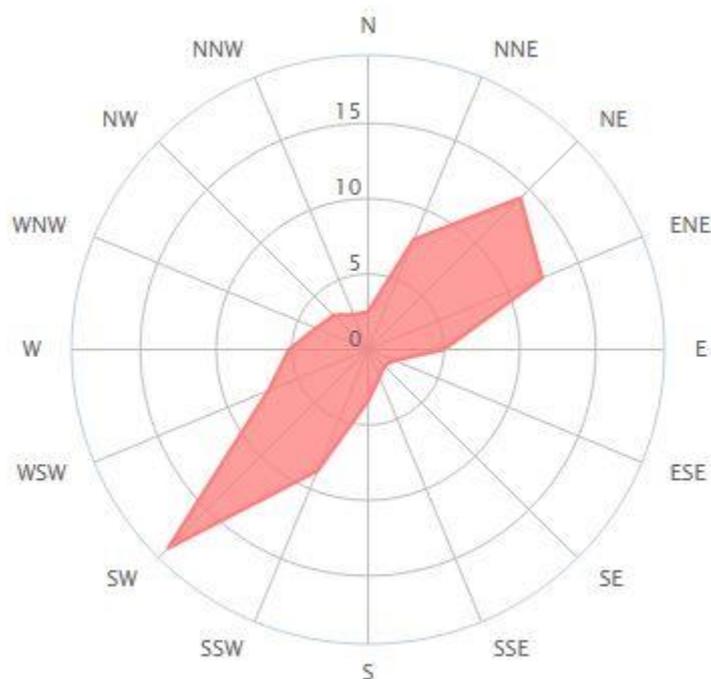
MES	Nº medio mensual/ anual de días de helada
ENERO	1.8
FEBRERO	0.7
MARZO	0.0
ABRIL	0.0
MAYO	0.0
JUNIO	0.0
JULIO	0.0
AGOSTO	0.0
SEPTIEMBRE	0.0
OCTUBRE	0.0
NOVIEMBRE	0.0
DICIEMBRE	0.5
AÑO MEDIO	3.2

Fuente: Estación meteorológica situada en el aeropuerto San Pablo de Sevilla.

## 2.5. VIENTO

El enclave geográfico de La Rinconada permite que transiten libremente masas de aire atlánticas. El viento del SW, con características térmicas templadas y altos porcentajes de humedad es prototipo del bajo Guadalquivir, desde abril a septiembre, siendo su periodo álgido de junio a agosto. Su copartícipe el NE que domina desde octubre hasta marzo, con su máximo en enero, es un viento con un régimen térmico frío en invierno que se transforma en cálido y seco en época estival (Fig 2).

Figura 2. Distribución de la dirección del viento en el aeropuerto de Sevilla:



Fuente: [www.windfinder.com](http://www.windfinder.com)

En la tabla 5 se reflejan los datos de velocidad máxima (año medio 115 km/h) y el número de días de velocidad  $\geq 55$  km/h (año medio=60)

Tabla 5: Datos sobre velocidad máxima del viento y número de días de velocidad  $\geq 55$  km/h registrados en la estación meteorológica de referencia.

MES	Velocidad máxima (km/h)	Nº de días de velocidad $\geq 55$ km/h
ENERO	102	4
FEBRERO	105	5
MARZO	83	7
ABRIL	81	8
MAYO	79	7
JUNIO	85	6
JULIO	74	4
AGOSTO	70	3
SEPTIEMBRE	74	4
OCTUBRE	95	4
NOVIEMBRE	104	4
DICIEMBRE	115	5
AÑO MEDIO	115	60

Fuente: Estación meteorológica situada en el aeropuerto San Pablo de Sevilla.

## 2.6. OTROS DATOS DE INTERÉS

En la tabla 6 se reseñan datos generales como número de días despejados, nubosos, cubiertos y días de tormenta para un año medio en el periodo estudiado.

Tabla 6: Datos sobre días despejados, nubosos, cubiertos y de tormenta.

OTROS DATOS	AÑO MEDIO
DIAS DESPEJADOS	129
DIAS NUBOSOS	192
DIAS CUBIERTOS	44
DIAS DE TORMENTA	9

Fuente: Estación meteorológica situada en el aeropuerto San Pablo de Sevilla.

## 3. ÍNDICES CLIMÁTICOS

La caracterización climática de una región es necesaria para conocer la acción que los distintos factores climáticos ejercerán sobre el crecimiento, desarrollo y productividad de nuestro cultivo, en la práctica esto responde a la actuación combinada de varios o, incluso, todos los factores climáticos.

Los índices climáticos que utilizamos son coeficientes que caracterizan los climas en relación con los cultivos y la vegetación. Suelen estar relacionados con la temperatura y pluviometría y se denominan índices termopluviométricos.

### 3.1. FACTOR DE PLUVIOSIDAD DE LANG

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

Siendo P = precipitación media anual expresada en mm.

T = temperatura media anual en ° C.

Según el índice de Lang, los climas se clasifican de la siguiente forma:

Zonas climáticas: IL

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

Según nuestros datos tenemos:

$$IL = P / T = 539\text{mm} / 19.2^\circ\text{C} = 28.07$$

Con este resultado, según Lang, la finca estaría situada en **zona árida**.

### 3.2. **ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE**

La fórmula que se utiliza en este método es muy parecida a la del Índice de Lang, por lo que los componentes P y T de la fórmula se rigen como la fórmula anterior.

La fórmula es:  $IM = P / (T + 10)$

Siendo: P = precipitación media anual en mm.

T = temperatura media anual °C.

$$IM = 539 \text{ mm} / (19.2^\circ\text{C} + 10) = 18.45$$

Según el índice de Martonne, los climas se clasifican de la siguiente forma:

Zonas climáticas IM

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

Según esta tabla, este índice clasifica nuestra zona como **Estepas y países secos del Mediterráneo**.

### 3.3 **ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTIN-REVENGA**

Con objeto de destacar la importancia de la aridez de una zona climática también usaremos el índice propuesto por Dantin-Revenga que se define por la siguiente expresión:

$$IDR = 100 \times T / P$$

Donde: P = precipitación media anual en mm.

T = temperatura media anual en °C.

La caracterización del clima se indica a continuación:

Zona climática	IDR
Zona árida	IDR > 4
Zona semiáridas	$4 \geq \text{IDR} > 2$
Zonas húmedas y subhúmedas	IDR $\leq$ 2

Según nuestros datos tenemos:

$$\text{IDR} = 100 \times 19.2 \text{ C} / 539 \text{ mm} = 3.56$$

La zona es clasificada como **semiárida**.

### 3.4 INDICE DE EMBERGER

Este índice caracteriza la zona mediterránea.

Su expresión es:  $I_e = 100 \times P / Q^2 - q^2$

Siendo: 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)

$$I_e = 100 \times 534 \text{ mm} / (41.52^2 - (-1.66)^2) \text{ °C} = 31.02$$

Según la interpretación por pisos climáticos de este índice, la zona queda clasificada como **mediterráneo semiárido**.

## 4. CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

### 4.1 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LA UNESCO-FAO

Las variables climatológicas que contempla este sistema son: temperaturas medias, precipitaciones, número de días de lluvia, humedad relativa, niebla y rocío.

Con estas variables se estudian tres características de la zona:

#### 1. Régimen térmico

Si T es la temperatura media del mes más frío se distinguen tres grupos:

Grupo 1:

$T > 15 \text{ °C}$	Clima cálido
$15 \text{ °C} > T > 10 \text{ °C}$	Clima templado - cálido
$10 \text{ °C} > T > 0 \text{ °C}$	Clima medio.

### Grupo 2:

$0^{\circ}\text{C} > T > -5^{\circ}\text{C}$       Clima templado - frío

$T < -5^{\circ}\text{C}$               Clima frío

Grupo 3: Si la temperatura media de todos los meses de un año es inferior a  $0^{\circ}\text{C}$  el clima es glacial.

En nuestra zona la temperatura media del mes más frío está por encima de  $0^{\circ}\text{C}$ , lo que implica que, según esta clasificación, nuestra zona tiene un **clima templado**.

Esta clasificación también caracteriza la estación fría tomando como referencia la temperatura media de las mínimas del mes más frío.

Temperatura media de las mínimas del mes más frío ( $^{\circ}\text{C}$ ). Tipo de invierno

$T_m > 11$                   Sin invierno

$11 > T_m > 7$               Invierno cálido

$7 > T_m > 3$                 Invierno suave

$3 > T_m > -1$                 Invierno moderado

$-1 > T_m > -5$                 Invierno frío

$-5 > T_m$                     Invierno muy frío

La temperatura mínima media del mes de Enero es  $5.7^{\circ}\text{C}$  que está comprendida entre  $3^{\circ}\text{C}$  y  $7^{\circ}\text{C}$ , esto nos indica que tenemos un **invierno suave**.

## **2. Aridez**

Este factor considera que un mes es seco cuando la precipitación efectiva en mm, es igual o menor que el doble de la temperatura media en  $^{\circ}\text{C}$ . Varios meses secos conforman un período seco.

Por otro lado toma como mes subseco a aquel en el que la precipitación efectiva supera el doble de la temperatura pero no alcanza a tres veces ésta.

En nuestro caso, según UNESCO-FAO, los siguientes meses son secos porque la precipitación media de los mismos es menor que dos veces la temperatura media.

Mayo                     $30 \text{ mm} < 2 \times 20.7 = 41.4$

Junio                     $10 \text{ mm} < 2 \times 25.1 = 50.2$

Julio                     $2 \text{ mm} < 2 \times 28.2 = 56.4$

Agosto                     $5 \text{ mm} < 2 \times 27.9 = 58.8$

Septiembre  $27 \text{ mm} < 2 \times 25.0 = 50.0$

Tan sólo un mes es considerado subseco porque su precipitación media supera al doble de la temperatura media pero es menor que el triple.

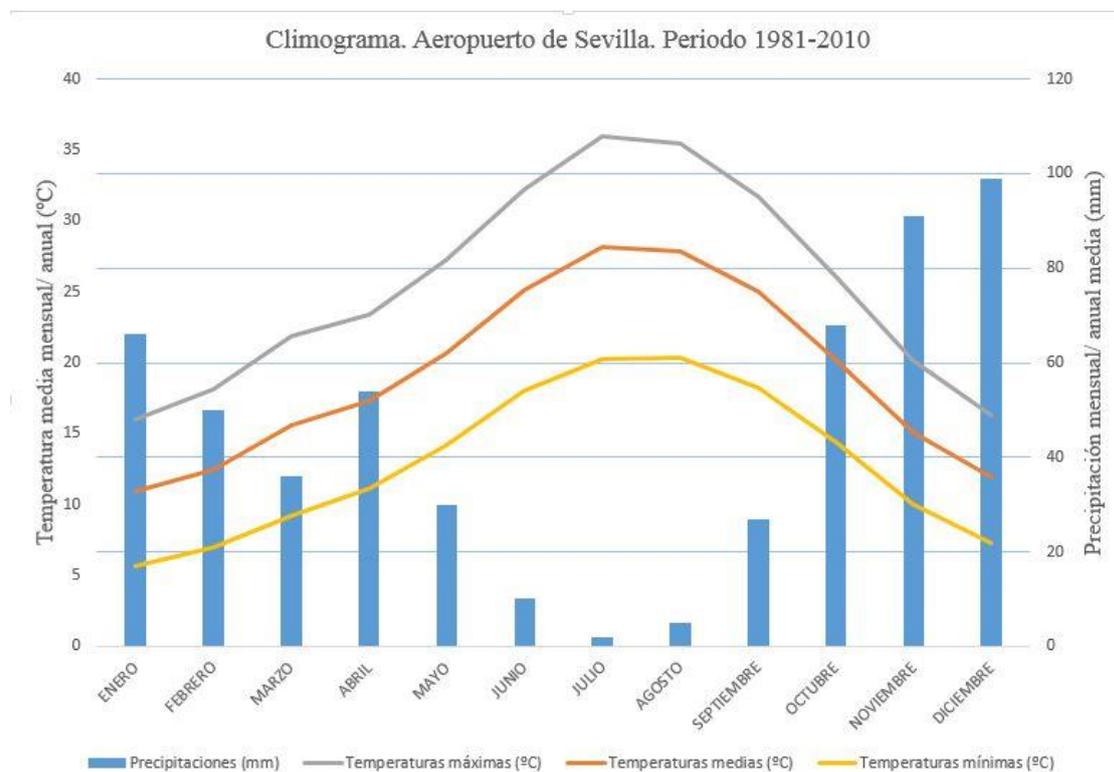
Abril:  $57 \text{ mm} < 2 \times 17.3 = 34.6$

$57 \text{ mm} < 3 \times 17.3 = 51.9$

Luego el periodo seco va desde mayo hasta septiembre, con un mes de condiciones subsecas en abril.

En el siguiente climograma (Fig 3) se puede observar gráficamente todo lo descrito:

Figura 3. Climograma. Aeropuerto de Sevilla. Periodo 1981-2010.



Fuente: Elaboración propia.

### 3. Índices xerotérmicos

Este índice ( $X_m$ ) señala el número de días que pueden considerarse biológicamente secos atendiendo a las siguientes consideraciones:

- Número de días de lluvia.
- Los días de niebla y rocío se cuentan como medio día seco.

- Factor K que depende de la humedad relativa media (Hm) y su valor para nuestra zona que tiene  $Hm = 61$  , y según la siguiente tabla , es  $K=0.8$

$$Hm \leq 40\% \quad K=1$$

$$40\% < Hm < 60\% \quad K=0.9$$

$$60\% < Hm < 80\% \quad K= 0.8$$

$$80\% < Hm < 90\% \quad K= 0.7$$

$$90\% < Hm < 100\% \quad K= 0.6$$

$$100\% = Hm \quad K = 0.5$$

Se calcula mediante la expresión:  $Xm = [N - (n + 0.5*b)] * K$

Siendo: N: número de días del mes

n: número de días de lluvia durante el mes

b: número de días de niebla más rocío durante el mes

K: factor que depende de la humedad relativa media.

$$Xm \text{ mayo} = 24.75$$

$$Xm \text{ junio} = 27.80$$

$$Xm \text{ julio} = 30.64$$

$$Xm \text{ agosto} = 29.74$$

$$Xm \text{ septiembre} = 26.76$$

El índice xerotérmico del período seco (X) es la suma de los índices mensuales obtenidos cada mes del periodo seco, que para el caso es:  $X = 139.69$

Tabla 7: Clasificación de los climas según los índices xerotérmicos, basada en UNESCO-FAO.

VALOR DE “X”	CLASIFICACIÓN
$150 < X < 200$	XEROMEDITERRÁNEO
$125 < X < 150$	TERMOMEDITERRÁNEO ACENTUADO
$100 < X < 125$	TERMOMEDITERRANEO ATENUADO
$75 < X < 100$	MESOMEDITERRANEO ACENTUADO
$40 < X < 75$	MESOMEDITERRANEO ATENUADO
$0 < X < 40$	SUBMEDITERRANEO

Según esta clasificación nuestro clima es: **TERMOMEDITERRÁNEO ACENTUADO.**

#### **4.2. CLASIFICACION AGROECOLÓGICA DE PAPADAKIS**

Esta clasificación se basa en los valores extremos de las variables climáticas entendiéndose que son más representativas a la hora de valorar el comportamiento óptimo y los límites de los cultivos.

En esta clasificación se utilizan umbrales que corresponden a los límites naturales de determinados cultivos y se considera que las características de principales de un clima son las siguientes:

##### 1. Rigor invernal

Realiza la clasificación en función de las exigencias térmicas y respuestas a heladas de una serie de cultivos indicadores.

Según Papadakis nos encontramos con un invierno tipo citrus (Ci), donde es posible el cultivo de los cítricos pero con riesgo de heladas.

##### 2. Calor estival

Clasifica las diferentes zonas en base a la duración de la estación libre de heladas.

Como ocurría antes, la clasificación de los diferentes tipos climáticos se basa en una serie de plantas indicadoras y sus exigencias térmicas. En este caso tenemos un verano del tipo Gossypium (G) (más cálido), con más de 4,5 meses de periodo mínimo libre de heladas.

##### 3. Aridez y su variación estacional

Según las características hídricas de nuestra zona, estamos en un régimen de humedad tipo mediterráneo seco (Me), con mayor precipitación en invierno que en verano.

Por tanto tenemos que la fórmula climática de Papadakis de nuestra zona es “Ci G Me”

#### **5. EL CLIMA EN LA CITRICULTURA**

El clima es un factor crítico en el desarrollo y crecimiento de las plantas, al mismo tiempo que determina la vegetación espontánea, es limitante para el cultivo y bajo un punto de vista agronómico, es difícilmente modificable en el caso de las especies arbóreas. La tasa de intercambio energético entre los tejidos y órganos de una planta y el medio, es un factor muy importante, junto con otros, en el control de los procesos biológicos que regulan el crecimiento y el desarrollo. Así, por ejemplo, la

temperatura del aire, junto con la humedad relativa, la radiación, etc. determina la temperatura específica de las células, tejidos y órganos en relación con el tiempo o con su posición. El régimen térmico día-noche, en interacción con la duración del día, la temperatura de las raíces y otros factores ambientales, determinan los procesos de crecimiento. En otras palabras, no hay duda de que las condiciones ambientales afectan al desarrollo de las plantas, pero su influencia es muy difícil de evaluar.

Los cítricos se desarrollan entre 40° N y 40 ° S de latitud, sin embargo las plantaciones comerciales se encuentran, casi exclusivamente, en las zonas subtropicales, donde la temperatura es modulada por la acción de los vientos marinos. Esto ocurre en las zonas del planeta entre los 20° y 40° de latitud de los hemisferios norte y sur, esto indica la facilidad de los agrios para adaptarse a las diferentes condiciones ambientales. Por otro lado, el clima resulta un factor determinante para la producción y calidad de los frutos, características como la forma, rugosidad de la corteza y tamaño del fruto van a estar relacionadas con las condiciones climáticas. La latitud también influye sobre otros aspectos como densidad y apertura estomática, que a su vez afectarían a otros procesos (transpiración, fotosíntesis...) en la determinación de la producción y calidad de la cosecha.

La altitud se presenta como un factor limitante del cultivo. El límite de altura al que se pueden cultivar los cítricos depende de la latitud de la zona, así en los trópicos se podría obtener buenas calidades hasta los 1500 m y en la zona subtropical hasta los 500-600 m. La altitud de cultivo, además, va a influir en la calidad del fruto obtenido, cosechando frutos con una coloración más intensa, maduración más tardía y una corteza más resistente en las zonas de cultivo de mayor altitud. Finalmente la radiación UV aumenta con la altitud y se ha demostrado que niveles altos causan efectos adversos sobre el desarrollo de las plantas.

La temperatura es la variable climática más importante en la determinación del desarrollo vegetativo, de la floración, del cuajado y de la calidad de los frutos cítricos. Temperaturas de 25°C a 30°C se consideran óptimas para la actividad fotosintética, y temperaturas superiores a los 35°C la reducen. En las zonas tropicales la floración suelen ser escasa pero repetida y los árboles alcanzan producciones elevadas. Con estaciones bien definidas, el ritmo de las brotaciones y el desarrollo está controlado por los cambios estacionales de temperatura, en ellas los agrios presentan período de reposo, más o menos profundo con el descenso térmico en invierno, brotando uniformemente en primavera, cuando se elevan las temperaturas.

La temperatura influye en la producción de polen viable y el desarrollo del tubo polínico. En variedades partenocárpicas las altas temperaturas en la fase de desarrollo promueven su abscisión, la temperatura influye sobre el tamaño del fruto y por último son las bajas temperaturas las que promueven el cambio de color del fruto. Las

temperaturas también afectan a la concentración de sólidos solubles totales y acidez, sobre todo a la última, de modo que cuanto más alto es el régimen día/noche, más baja es la concentración de ácido, por otro lado zonas que registran mayores temperaturas también presentan frutos con mayor contenido en sólidos solubles totales que zonas más frías. Las temperaturas por debajo de cero afectan seriamente al desarrollo de la planta y la calidad del fruto, a pesar de ello los agrios pueden aguantar temperaturas por debajo de  $-2^{\circ}\text{C}$  sin sufrir daños importantes en la cosecha, siempre que no sean muy persistentes, si ésta se prolonga más de 2 horas los daños en los frutos pueden ser irreversibles. Según la bibliografía consultada el rango de temperaturas en el que sería viable el cultivo de los cítricos, sin que estos sufrieran daños importantes, iría del  $0^{\circ}$  a los  $50^{\circ}\text{C}$ .

Las necesidades hídricas de los cítricos, se establecen entre los 7.500 y los 12.000  $\text{m}^3$  anuales por hectárea. La obtención de unos resultados óptimos en la cosecha supone que haya que hacer una distribución adecuada de este consumo de agua. En el tipo de clima en el que se desarrolla este proyecto, mediterráneo semiárido, hay periodos en los que el agua de lluvia no va a ser suficiente para cubrir estas necesidades.

## **6. EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES**

Según el estudio climático podemos decir que nuestra zona de plantación es, en general, adecuada para el cultivo de los cítricos por tener veranos calurosos (\*ver tabla 1) pero inviernos suaves sin riesgo grave de heladas (\*ver tabla 4) ya que nos encontramos en una latitud adecuada. La zona nos proporciona unos rangos de temperatura favorables porque nos encontramos inviernos con bajas temperaturas que junto con el ascenso de primavera hacen que se produzca de forma adecuada la brotación y floración. El régimen térmico día/noche que se alcanza en primavera ( $20-22^{\circ}\text{C}/11-13^{\circ}\text{C}$ ) es el adecuado para el cuajado de los frutos y más tarde el aumento de este rango es el adecuado para la bajada de acidez de los frutos. Las elevadas temperaturas que se alcanzan en verano (\*ver tabla 1) no son propicias para el cultivo produciendo una parada vegetativa y un menor tamaño de fruto, pero aunque en ocasiones podría dañar la fruta, estos daños no son de gran relevancia. El riesgo de helada es asumible con una media de 3.2 días al año con temperaturas que, según los datos históricos, no van a estar por debajo de los  $-2^{\circ}\text{C}$  y que probablemente no van a coincidir con la fecha de floración (primavera) de la mayor parte de las variedades (\*ver tabla 4: periodo libre de heladas: de marzo a noviembre).





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO II: ANÁLISIS DE SUELO

---

## **ANEJO II: ANÁLISIS DE SUELO**





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	43
2. TOMA DE MUESTRAS	43
2.1. TOMA DE MUESTRAS PARA CONST. DE Balsa	43
3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	44
3.1. RESULTADO DEL ANÁLISIS	44
3.2. PROPIEDADES FÍSICAS	45
3.3. PROPIEDADES QUÍMICAS	46
4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	52
4.1. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO	52
4.2. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO	53
4.3. CONCLUSIONES	53

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los cítricos no son demasiado exigentes en cuanto al suelo que requieren para su desarrollo, lo que no quiere decir que lo hagan igual en todo tipo de suelos, por ello es imprescindible realizar un estudio detallado de las características de nuestro suelo.

En líneas generales los aspectos más importantes para el cultivo de los agrrios son la profundidad efectiva del suelo y la textura. La profundidad efectiva se entiende como la mayor profundidad que pueden penetrar las raíces de los árboles sin que encuentren obstáculos físicos que impidan su normal crecimiento y desarrollo. Se recomienda que la profundidad de los suelos dedicados al cultivo de los cítricos no sea inferior a 1m aunque es conveniente que sea de 1,5m.

La textura ideal para el cultivo de estos árboles está comprendida entre liviana y media. Los suelos pesados con lenta infiltración no deben dedicarse a este cultivo ya que normalmente están asociados con pudriciones de las raíces.

Las condiciones de cultivo pueden alterar la influencia del suelo sobre el desarrollo del arbolado. Estos factores modifican la adaptabilidad de la planta, por lo tanto prácticas de cultivo inadecuadas generan problemas que no derivan de un suelo deficiente y que afectan a un rendimiento comercial rentable.

## **2. TOMA DE MUESTRAS**

Tanto la toma de muestras de suelo realizadas en la finca como el análisis de las mismas han sido realizadas por el laboratorio Agriquem, S.L que nos garantizan los medios y los métodos para un resultado fiable.

El procedimiento seguido para la toma de muestras ha sido el siguiente:

1. En un croquis, se han señalado cuatro puntos aleatorios por hectárea teniendo en cuenta que fueran representativos de la misma y si hay zonas que producen diferente.
2. Material utilizado: barreno, pala, bolsa de plástico y pegatinas para rellenar los datos.
3. Toma de muestra: Se debe limpiar adecuadamente el barreno y la pala después de tomar cada muestra. Cada muestra se toma entre 20 y 30 cm de profundidad.
4. Identificar muestras: en el momento de recoger una muestra, debe introducirse en una bolsa y poner una pegatina sobre la bolsa en la que se tiene que indicar el nombre de la finca, nombre del propietario, la fecha, el lugar que ocupa en el croquis y número de muestra.

### **2.1. TOMA DE MUESTRAS PARA CONSTRUCCIÓN DE Balsa**

Se han realizado cinco calicatas, con una retroexcavadora, en la zona sureste de la finca y ha aparecido el horizonte de arcilla gris verdosa expandible a 1.50 m de profundidad. Se ha excavado hasta 4 m de profundidad, obteniendo el mismo material. Se ha determinado que esta zona es idónea para emplazar la balsa de tierra de acumulación de agua para riego (ver Anejo VIII. Construcción de balsa).

### **3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS**

En un suelo podemos diferenciar principalmente entre propiedades físicas y propiedades químicas del mismo.

#### **3.1. RESULTADO DEL ANÁLISIS**

- Propiedades Físicas:

Textura según normas USDA ----- Franco – arenosa

- Granulometría:

Arcilla según clasificación USDA ----- 15%

Arena según clasificación USDA ----- 77%

Limo según clasificación USDA ----- 8%

- Propiedades sobre la fertilidad:

Materia orgánica oxidable ----- 0,79%

Nitrógeno Kjeldahl ----- 699 mg/kg

Fósforo Olsen ----- 64 mg/kg

Carbonatos ----- 0.9%

Conductividad eléctrica a 25° C 1/5 ----- 0.53 mS/cm

pH a 25° C 1/5 ----- 8,4

Relación C/N del suelo -----6.5

- Cationes Asimilables:

Calcio extraíble con NH<sub>4</sub> Ac -----14,91 meq/100g

Magnesio extraíble con NH<sub>4</sub> Ac ----- 2,15 meq/100g

Potasio extraíble con NH<sub>4</sub> Ac ----- 0,71 meq/100g

Sodio extraíble con NH<sub>4</sub> Ac ----- 1,08 meq/100g

- Micronutrientes:

Boro extraíble con  $\text{CaCl}_2$  ----- 0,73 mg/kg

- Índices:

Relación Ca/Mg ----- 6,93

Relación k/Mg ----- 0,33

### 3.2. PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas de un suelo vienen determinadas por la textura y estructura del mismo que determinan el tamaño de los poros y el espacio poroso total, características de gran relevancia para la aireación, permeabilidad, disponibilidad de nutrientes, muy importantes para el cultivo de los cítricos, y que marcan el desarrollo y rendimiento de nuestra plantación.

Nuestro análisis de suelo arroja un resultado en cuanto a la textura del mismo de:

Arcilla: 15%

Arena: 77%

Limo: 8%

Con estos porcentajes de composición y según el triángulo de texturas del USDA, tenemos un suelo clasificado como Franco – Arenoso.

A partir de la textura del suelo, podemos determinar el resto de propiedades físicas del mismo ayudándonos de la tabla adaptada por Israelsen y Hansen (1979) donde se describen los valores de porosidad total, densidad aparente (D.a.), capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP), agua útil (AU) y velocidad de infiltración.

Tabla 8. Porosidad total, densidad aparente, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, agua útil y velocidad de infiltración para textura franco-arenosa:

Textura	Porosidad total (%)	D.a. (gr/cm <sup>3</sup> )	CC (%)	PMP (%)	AU (H% p.s.)	Velocidad de infiltración (mm/h)
Franca-arenosa	43 (40 – 47)	1,5 (1,4 – 1,6)	14 (10 – 18)	6 (4 – 8)	8 (6 – 10)	25 (mm/h)

(Adaptación de Israelsen y Hansen, 1979)

En nuestro análisis no se encuentran determinados de forma exacta las anteriores propiedades, por lo que para determinar los valores de estas propiedades físicas de nuestro suelo, tomaremos los valores medios de la tabla 8.

Con los parámetros medios para un suelo de textura franco – arenosa y para una capa arable de 0,3 m, determinamos el peso de la tierra por hectárea.

$$P / ha = 10.000 \text{ m}^2 / ha \times 1,50 \text{ t/m}^3 \times 0,3 = 4.500 \text{ t / ha}$$

Si consideramos los valores medios de la tabla 1 y una profundidad de raíces para árboles adultos de 0,9 m, los valores de capacidad de campo, punto de marchitez y agua útil a esta profundidad y para una hectárea de terreno serán:

$$CC = 0,9 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2/ha \times 1,50 \text{ t/m}^3 \times 0,14 = 1.890 \text{ t/ha}$$

$$PMP = 0,9 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2/ha \times 1,50 \text{ t/m}^3 \times 0,06 = 810 \text{ t/ha}$$

$$AU (\text{l/m}^2) = CC - PMP = 189 \text{ l/m}^2 - 81 \text{ l/m}^2 = 108 \text{ l/m}^2$$

### **3.3. PROPIEDADES QUÍMICAS**

Las propiedades químicas del suelo son un conjunto de características que dependen de fenómenos químicos o físico químicos en estrecha relación con el clima y con los organismos vivos, que contribuyen a definir la fertilidad de la tierra y a la productividad potencial del cultivo.

Corresponden fundamentalmente a los contenidos de distintos elementos importantes como los macro nutrientes (N, P, K, Ca, S) y micro nutrientes (Fe, Mn, B, Cl...) a las diferentes formas en que los podemos encontrar, sus relaciones y sobre todo su disponibilidad para la planta.

#### **a) Reacción pH del suelo**

La acidez del suelo se refiere a la presencia de hidrogeniones. En el suelo, éstos se encuentran en la solución, pero también existen en el complejo de cambio, o sea, hay dos tipos de acidez, activa o real (en solución) y de cambio o de reserva (para los adsorbidos). Ambas están en equilibrio dinámico. Si se eliminan  $\text{H}^+$  de la solución se liberan otros tantos  $\text{H}^+$  adsorbidos. Como consecuencia el suelo presenta una resistencia a cualquier modificación de su pH, está fuertemente tamponado.

Los iones  $\text{H}^+$  proceden de ácidos minerales solubles, así como de la arcilla coloidal y de la materia orgánica que contienen hidrogeniones de cambio.

La acción del pH se muestra en las propiedades físicas y químicas del suelo y por tanto, se ve reflejada directa o indirectamente sobre el vegetal.

Los pH neutros son los mejores para las propiedades físicas de los suelos. A pH muy ácidos hay una intensa alteración de minerales y la estructura se vuelve inestable. En pH alcalino, la arcilla se dispersa, se destruye la estructura y existen malas condiciones desde el punto de vista físico.

Las propiedades químicas y la fertilidad se ven afectadas por el pH ya que a determinados valores, algunos nutrientes se pueden bloquear y no ser asimilables para las plantas y la actividad microbiológica se ve alterada.

El cultivo de los cítricos tolera valores relativamente altos de pH del suelo. Es frecuente encontrar cosechas buenas, por calidad y cantidad, en suelos con pH entre 5 (moderadamente ácidos) y 8,5 (moderadamente alcalinos) (Agustí, 2003).

Nuestro suelo presenta un valor de  $\text{pH} = 8.4$ , que si bien es apto para el cultivo de agríos, presenta una alcalinidad algo elevada, factor que hemos de tener en cuenta para evitar que siga en aumento, y si es posible rebajarlo con prácticas adecuadas como un buen aporte de materia orgánica en combinación con sulfato de hierro y la supresión de fertilizantes alcalinizantes.

### **b) Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica (CE) nos sirve para medir la concentración total de sales, concepto basado en la capacidad de conducir la corriente eléctrica que tiene una solución acuosa de sales en proporción a la concentración de éstas. Cuando un suelo contiene sales solubles en exceso se dice que es salino, y presenta efectos negativos tales como aumento del potencial osmótico, donde la planta necesita mayor esfuerzo para absorber el agua limitando su desarrollo, fitotoxicidad por iones en exceso y antagonismo iónico. En suelos salinos, la producción decrece y los frutos son pequeños, aunque de corteza fina y de coloración más intensa, más dulces y más precoces.

Los efectos sobre los árboles de elevadas concentraciones de sales varían en función de los elementos que se encuentren en exceso, aunque frecuentemente se trata de cantidades excesivas de sodio o de cloruros y sulfatos de calcio y magnesio que se muestran en principio con una marchitez de la planta aunque no le falte agua, ápices de hojas quemados, falta de crecimiento, amarilleos, etc.

Valores entre 0,41 y 0,70 mS/cm del extracto saturado 1/5, se consideran normales (Agustí, 2003). Lo que nos lleva a realizar una buena valoración de nuestro suelo ya que presenta un valor de  $\text{CE} = 0,53$  mS/cm. Suelo adecuado para el cultivo de cítricos y en el que no se tendrán que realizar prácticas dedicadas a cuidar la salinidad más allá de un correcto manejo del riego, fertilización y resto de prácticas de cultivo.

### **c) Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

La capacidad de intercambio catiónico es una medida importante de la fertilidad y de la productividad potencial de los suelos.

Gracias a su estructura química, las partículas de arcilla y materia orgánica del suelo tienen carga negativa neta. Esto significa que los cationes (carga positiva) son atraídos y retenidos sobre la superficie de estos materiales del suelo. Los cationes de la solución del suelo están en equilibrio dinámico con los cationes adsorbidos sobre la

superficie de la arcilla y la materia orgánica, que actúan como almacén de nutrientes para la planta.

La CIC es una medida de la cantidad de cationes que pueden ser adsorbidos o retenidos por un suelo. Los suelos minerales con una CIC alta tienden a ser más fértiles que los que poseen una CIC baja. La propiedad de que los nutrientes se pierdan por lixiviación es baja, por lo que el suelo posee una mayor capacidad para almacenarlos y suministrarlos a los cultivos.

Los cationes que revisten mayor importancia en lo que se refiera a las plantas son el  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $(\text{NH}_4)^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ , los primeros cuatro por ser nutrientes para las plantas y ser importantes para el desarrollo vegetal, y los dos últimos, como hemos visto, por tener un efecto marcado sobre las características físicas y químicas (salinidad, pH...) del suelo.

Los suelos contienen cantidades variables y clases diferentes de arcilla y materia orgánica, de modo que la CIC total varía ampliamente. La materia orgánica tiene una CIC alta, por lo que los suelos con alto contenido de materia orgánica presentan una CIC mayor que la de los suelos con un bajo contenido de materia orgánica.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los suelos agrícolas suele oscilar entre 5 y 30 meq/100g. Puesto que el laboratorio no nos ofrece la CIC en el análisis, consideramos que, dado que el pH es claramente básico, el suelo está saturado, por lo que una buena estima de la CIC es la suma de cationes. En lo que a nuestro suelo se refiere tiene un valor de 18,85 meq/100g (Cationes Asimilables: 14,91 meq/100g (Calcio extraíble con  $\text{NH}_4$ ) + 2,15 meq/100g (Magnesio extraíble con  $\text{NH}_4$ ) + 0,71 meq/100g (Potasio extraíble con  $\text{NH}_4$ ) + 1,08 meq/100g (Sodio extraíble con  $\text{NH}_4$ ) que puede considerarse un valor medio por lo que en lo que a CIC se refiere, el suelo no presenta ningún problema.

Al hablar de materia orgánica, nuestro suelo presenta un valor de 0,79 %, que representa un valor algo bajo según la clasificación para cítricos y una textura de suelo franco –arenosa de Legaz et al. (1995).

Este porcentaje podríamos mejorarlo aplicando un aporte de materia orgánica, que además mejorará las propiedades físicas del suelo, su aireación y sus relaciones hídricas.

#### **d) Carbonatos totales**

La presencia de carbonatos tiene una acción positiva sobre el suelo (el calcio es un catión floculante) y sobre la actividad microbiana del suelo siempre y cuando no se encuentre en exceso, ya que entonces nos encontraríamos ante un suelo calcáreo y ante los problemas de nutrición de las plantas cultivadas en él, sobre todo por antagonismo con otros elementos, principalmente el hierro (clorosis férrica).

Si el resultado del análisis es positivo y superior al 10 %, hemos de calcular el valor de la caliza activa del suelo, caso en el que no nos encontramos ya que el porcentaje

de carbonatos de nuestro suelo presenta un valor de 0,9%, lo que representa un valor muy bajo, nos encontramos ante un suelo no calcáreo. No tendremos problemas por antagonismo.

Normalmente, estos valores tan bajos de carbonatos coinciden con suelos ácidos, caso contrario al que nos ocupa, donde tenemos un suelo alcalino con  $\text{pH} = 8,4$ .

Valores tan bajos podrían llevarnos a problemas de disponibilidad de este nutriente por parte de la planta, pero una enmienda caliza pensamos que estaría totalmente desaconsejada en nuestro caso, ya que elevaría aún más el  $\text{pH}$  de nuestro suelo. Además, los valores de calcio disponible aportados por este mismo análisis no reflejan ningún problema en este aspecto, por lo que no realizaremos ninguna acción correctora.

#### e) Relación C/N

De los muchos elementos requeridos para la descomposición microbiana de la materia orgánica, el carbono y el nitrógeno son los mayoritarios.

La relación C/N es un parámetro que evalúa la calidad de los restos orgánicos de los suelos, es decir, determina el grado de mineralización de la materia orgánica que existe en el suelo. Cuanto menor sea el valor de esta relación, mayor será el grado de mineralización de la materia orgánica. La relación C/N de un suelo es un índice de la salud del suelo.

Se dice que un suelo agrícola es fértil cuando tiene una relación C/N en torno a 10, tiene un activo de materia orgánica con el 50% de C y el 5% de N.

Nuestro suelo presenta una relación  $\text{C/N} = 6,5$ , que es considerado bajo. Normalmente los valores más bajos (mayor mineralización) se presentan en suelos preferentemente básicos y en climas cálidos, lo que concuerda con nuestro caso. Una relación C/N baja suele indicarnos que nos encontramos ante suelos algo agotados, bien sea por la sobreexplotación, la erosión o el excesivo calentamiento, lo que principalmente puede afectar a la estabilidad estructural del suelo aumentando el peligro de erosión.

Por tanto, este valor de relación C/N bajo, nos presenta un suelo con una clara tendencia hacia la mineralización de la materia orgánica dada las características de este y el clima de la zona. Su fertilidad va desde baja a moderada, y deberemos corregir la tasa orgánica del suelo mediante aportes grandes y continuados de materia orgánica hasta llevar el valor de la relación C/N entre 8–12 para un correcto equilibrio entre mineralización y humificación con el correspondiente aumento de la fertilidad del suelo, e intentar mantenerlo en esos valores.

#### f) Nitrógeno

El Nitrógeno es un elemento fundamental en la materia vegetal, ya que es un constituyente básico de las proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, etc. Las plantas lo absorben principalmente por las raíces en forma de  $\text{NH}_4^+$  y de  $\text{NO}_3^-$ . El N permite el desarrollo de la actividad vegetativa de la planta, sin embargo, un exceso de este provoca

un desequilibrio entre las partes verdes y las partes leñosas, siendo la planta más sensible al ataque de plagas y enfermedades.

La cantidad de N disponible para las plantas, como ya hemos comentado, viene dado por el equilibrio entre mineralización (conversión del N orgánico en mineral ya sea por amonificación, nitrificación o aminización) e inmovilización (proceso contrario). Esta mineralización depende entre otros factores, de la temperatura del suelo, siendo muy activa con temperaturas altas.

Como vemos, el Nitrógeno del suelo puede encontrarse en diferentes formas, el N orgánico (fracción mayoritaria) y el inorgánico o asimilable, que se encuentra en el suelo en concentraciones muy bajas. Por tanto, la concentración de Nitrógeno total del suelo está constituida por la suma de estas fracciones, y para su cálculo, el método más utilizado sigue siendo el de Nitrógeno Kjeldahl, que en nuestra muestra arroja un valor de 699 mg/kg, valor bajo (Legaz et al. 1995), aunque hemos de suponer que las enmiendas orgánicas aconsejadas elevaran este valor. No obstante, debemos seguir de cerca esta evolución y tenerlo muy presente a la hora de realizar la fertilización.

#### **g) Fósforo**

El fósforo es un macronutriente importante ya que es un componente clave del material hereditario y las membranas celulares. Las plantas no pueden crecer normalmente cuando no existe un adecuado suministro de fósforo. Contribuye a la formación de yemas, raíces y a la floración así como a la lignificación. Una falta de fósforo provoca un ahogo de la planta, crecimiento lento, una reducción de la producción, frutos más pequeños y una menor expansión de las raíces.

El fósforo en el suelo se encuentra en diferentes reservas, tales como P orgánico y P mineral. Aunque la cantidad de fósforo en el suelo puede ser relativamente alto, frecuentemente se encuentran en forma no disponible para la planta o en formas que solamente son disponibles en la rizosfera. Así, pocos suelos no fertilizados liberan fósforo rápidamente y en cantidades suficientes para sustentar la demanda de las plantas cultivadas.

Aunque este no parece ser el caso de nuestro suelo, que muestra un resultado de fósforo asimilable o disponible por el método Olsen de 64 mg/kg, que para una textura franco – arenosa y según la clasificación de Legaz et al. (1995) para el cultivo de cítricos, se presenta como un valor muy alto de este nutriente.

#### **h) Potasio**

El potasio ocupa un papel muy relevante en la fisiología de las plantas, actúa como cofactor de las reacciones enzimáticas, metabolismo y traslocación del almidón, absorción del ión  $\text{NO}_3^-$ , apertura de estomas y síntesis de proteínas. Además, acentúa el vigor; aporta resistencia a las enfermedades, fuerza al tallo y da calidad a la semilla.

En el suelo siempre se encuentra en forma inorgánica, y en parte en equilibrio reversible entre la fase en solución y la fácilmente cambiante, dependiendo de la temperatura, aunque el contenido de K en el suelo no es una buena referencia de su contenido en el árbol. Solamente cuando aparecen síntomas de exceso en la planta debidos al K o al Na, el análisis del suelo es el más indicado. No obstante existen estudios que correlacionan significativamente el nivel de K intercambiable en el suelo y su contenido foliar, a pesar de lo cual el nivel de potasio disponible por la planta depende, de modo más crítico, de otros factores como la humedad del suelo.

Para la muestra de nuestro suelo, el resultado de potasio extraíble con acetato amónico, da un resultado de 0,71 meq/100g ó 276,97 ppm, que para la clasificación de Legaz et al. (1995) de suelos para cítricos de textura franco – arenosa arroja un resultado normal.

### **i) Calcio**

El calcio es un colaborador indispensable en la división celular y un constituyente indispensable de las paredes celulares.

Los compuestos de calcio cumplen un papel importante en las variaciones de pH. El carbonato, óxido e hidróxido de calcio son alcalinizantes, mientras que los sulfatos son acidificantes. También cumplen un papel muy importante como fijadores del ión fosfórico, insolubilizándolo y superando de este modo su falta de retención en el complejo arcilloso al tratarse de un anión.

El carácter básico del pH de nuestro suelo, nos hace pensar en una alta concentración de carbonatos, óxidos e hidróxidos de calcio, como así confirma el análisis de calcio extraíble con NH<sub>4</sub> Ac (Acetato amónico), que nos proporciona un valor de 14,91 meq/100g, que siguiendo la clasificación de Legaz et al. (1995), resulta un valor muy alto para nuestra clase textural y cultivo.

### **j) Magnesio**

El magnesio es componente de la clorofila, de las enzimas y de las vitaminas, pero la función más importante a resaltar en cuanto al magnesio en el suelo es que es un colaborador para la incorporación de nutrientes a la planta. El Mg es absorbido más fácilmente en forma de fosfato y facilita, de este modo, la absorción de fósforo. De hecho, la conocida acción del potasio facilitando la absorción del fósforo, es mejorada sensiblemente por la presencia de Mg en el suelo. Como vemos existe una estrecha relación entre estos elementos en la solución del suelo.

El Mg intercambiable es el más importante desde el punto de vista de la nutrición vegetal, y representa entre el 5% y el 10% del contenido total de Mg de un suelo, dependiendo de la textura de éste. Para completar sus características, podemos decir que el Mg disminuye la permeabilidad del suelo, incrementa su capacidad de absorción como ya hemos visto y aumenta su fraccionamiento. Además de todo esto, hemos de destacar

el antagonismo (al aumentar la absorción de uno se reduce la del otro) que presenta con el K en su absorción.

Debemos concluir refiriéndonos a la concentración de Mg extraíble con  $\text{NH}_4 \text{ Ac}$ , siempre siguiendo la clasificación de Legaz et al.(1995), presenta un valor normal para cítricos y textura franco – arcillosa igual a 2,15 meq/100g.

### **k) Boro**

El boro es un micronutriente esencial para los cítricos y que merece un apartado ya que juega un papel importante en la floración, la formación de frutos y la división celular, y es frecuente que las plantaciones de cítricos se encuentren establecidas en suelos que en su mayoría presentan problemas nutricionales de este elemento en las que hay que suministrárselo mediante aplicaciones foliares, aunque este no es el caso que nos ocupa, nuestro suelo presenta una concentración de boro extraíble con  $\text{CaCl}_2$  de 0,73 mg/kg, nivel adecuado para el cultivo de cítricos y que no presenta carencias ni problemas de toxicidad.

### **l) Relación Ca/Mg y K/Mg**

La relación de estos nutrientes en el suelo es básica, ya que tienen un marcado efecto sobre la susceptibilidad a enfermedades y como ya conocemos en la disponibilidad de los mismos por las competencias y antagonismos existentes entre estos elementos. No es el caso de nuestro suelo, que presenta unas relaciones  $\text{Ca/Mg} = 6,93$  y  $\text{K/Mg} = 0,33$ , ambos valores adecuados y equilibrados para el cultivo de cítricos.

## **4. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

La selección de suelos para el establecimiento de un huerto de cítricos, constituye un aspecto relevante para las implicaciones agro-económicas que la misma conlleva. La capacidad de producción, como la duración del periodo de vida útil de la planta, están estrechamente relacionadas, entre otras variables no menos importantes, con las características físico- químicas presentes en el suelo.

### **4.1. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO**

El análisis físico nos presenta un suelo con textura franco – arenosa, textura que presenta una proporción de elementos finos y gruesos que le confieren al suelo buenas características para el cultivo de los cítricos. No debe presentar problemas de permeabilidad, que son los problemas más frecuentes derivados de las características físicas (texturas arcillosas) y que afectan directamente a la producción por la proliferación de enfermedades fúngicas propias del suelo. Como resumen podemos decir que en lo que a características físicas se refiere, la textura franco – arenosa confiere unas propiedades a nuestro suelo (profundidad, densidad, capacidad de campo, agua útil, etc) que son aptas para el cultivo de los agríos.

## **4.2. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS QUÍMICO**

El resultado del análisis químico que arroja nuestra muestra de suelo, nos indica que en principio no existen inconvenientes para el cultivo de los cítricos, aunque como hemos comentado hay varios aspectos que hemos de tener en cuenta: controlar el pH para que no siga subiendo y si es posible rebajarlo algún punto, y elevar el contenido de N y la relación C/N del suelo, por lo que una práctica que creemos recomendable será realizar un aporte de materia orgánica.

El resto de propiedades químicas (conductividad eléctrica, carbonatos totales, CIC y concentración de macronutrientes y micronutrientes) presenta unos valores óptimos que en principio no deben causar problemas al cultivo de cítricos.

## **4.3. CONCLUSIONES**

Partiendo de que es muy difícil definir el suelo más adecuado para el cultivo de los cítricos, y probablemente no exista un suelo ideal, podemos decir que nuestro suelo cumple los requisitos mínimos para el cultivo de estos árboles.



**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO III: ANÁLISIS DEL AGUA

---

# **ANEJO III: ANÁLISIS DEL AGUA**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	56
2. TOMA DE MUESTRAS	56
3. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	57
3.1. PROPIEDADES QUÍMICAS	57
3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA	57
4. INTERPRETACIÓN	57
4.1. SALINIDAD	57
4.2. SODICIDAD	59
4.2.1. S.A.R	60
4.2.2. S.A.R. AJUSTADO	61
4.2.3. S.A.R. CORREGIDO	62
4.2.4. ÍNDICE EATON	63
4.3. ÍNDICE DE SCOTT	63
4.4 DUREZA	64
4.5. TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA	65
4.5.1. CLORUROS	65
4.5.2. MAGNESIO	65
4.5.3 SODIO	65
4.5.4. BORO	66
4.6. BICARBONATOS	66
4.7. SULFATOS	66
5. CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES	67

## **1. INTRODUCCIÓN**

El agua es imprescindible en las plantas. Es el vehículo con el que éstas toman sus nutrientes del suelo, por lo que la calidad del agua de riego va a ser un factor a tener muy en cuenta a la hora de ejecutar un proyecto de plantación.

Los cítricos son muy exigentes tanto en la cantidad como en la calidad del agua. Son sensibles a la salinidad que pueda contener y también sensibles a los cambios de calidad, ya que en los cítricos se produce una adaptación a las condiciones donde se desarrollan. Si bien la calidad del agua no puede juzgarse aisladamente sin tener en cuenta, su relación con el suelo (textura, estructura, permeabilidad, cantidad de cal, salinidad) y con la climatología del lugar.

Los suelos permeables, en zonas lluviosas, toleran el empleo de aguas con mayor contenido en sales ya que en ellos son menos perjudiciales los efectos acumulativos gracias al drenaje y al lavado de sales producido por el agua de lluvia. También hemos de tener en cuenta a la hora de aceptar una calidad de agua o no, la naturaleza del patrón o porta injerto utilizado y el tipo de aplicación de riego de la finca, o más bien, elegir estas variables en función de la calidad de agua de riego que posea la finca.

La cantidad de agua que se utiliza para el riego, oscila entre 6000 y 9000 m<sup>3</sup> por hectárea y año, de ahí que resaltemos la importancia de contar con agua de riego de buena calidad.

La calidad del agua de riego afecta a la nutrición de los cítricos tanto por su contenido de elementos nutritivos en solución, como por la presencia de iones tóxicos para la planta. Entre los primeros pueden encontrarse algunos cationes como el Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y K<sup>+</sup>, que pueden suponer un aporte significativo a la planta cuando se encuentren en proporciones altas en el agua. Entre los elementos tóxicos para la planta que puede contener el agua de riego, destaca el ión Cl<sup>-</sup> que es el causante de la salinidad. La presencia de boro en el agua de riego puede provocar también una importante toxicidad a los cítricos.

## **2. TOMA DE MUESTRAS**

El agua de riego de nuestra parcela procede del canal de la comunidad de regantes del Valle inferior del Guadalquivir.

La toma de muestras y el análisis de las mismas ha sido realizado por el laboratorio Agriquem, S.L que nos ofrece todas las condiciones para un análisis fiable.

La muestra se ha recogido en un envase de plástico (polietileno) de 500 ml para agua continental. Muestra en buen estado y sin ninguna incidencia.

### **3. ANÁLISIS DE LA MUESTRA**

#### **3.1. PROPIEDADES QUÍMICAS**

Tabla nº 9. Propiedades químicas del agua de riego:

pH	7.5
C.E. (mS/cm a 25°C)	1.011
Residuo calculado (g/l)	0.647
Presión osmótica (atm)	0.36
Dureza total (°F)	39.5
S.A.R.	1.24

#### **3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA**

##### **1. Cationes**

Tabla nº 10. Cationes presentes en el agua de riego:

<b>CATIONES</b>		
Calcio	3.43 meq/l	69.0 mg/l
Magnesio	4.01 meq/l	49.0 mg/l
Sodio	2.26 meq/l	52.0 mg/l
Potasio	<0.05 meq/l	<2.00 mg/l

##### **2. Aniones**

Tabla nº 11. Aniones presentes en el agua de riego:

<b>ANIONES</b>		
Bicarbonatos	4.10 meq/l	250 mg/l
Cloruros	3.21 meq/l	114 mg/l
Nitratos	1.21 meq/l	75.02 mg/l
Sulfatos	2.30 meq/l	110 mg/l

### **4. INTERPRETACIÓN**

#### **4.1 SALINIDAD**

La salinidad de los suelos se manifiesta por la presencia de sales solubles en la solución del mismo, estas sales aumentan la presión osmótica de la solución del suelo, restringiendo la posibilidad de succión del agua por las plantas, pudiendo impedir el abastecimiento de la misma. El exceso de sales en el agua de riego, por tanto, disminuye la disponibilidad de agua para el cultivo, lo que ocasiona un descenso en el rendimiento del cultivo.

La forma de medir o cuantificar la salinidad de los suelos es a través de la conductividad eléctrica (CE), que es la cantidad de sales disueltas expresadas en mS/cm o mmho/cm a 25° C. La concentración de sales se traduce en presión osmótica que es mayor cuanto mayor sea la concentración, por tanto, el agua de riego será más efectiva cuanto menor sea la CE.

La salinidad sobre el cultivo hay que vigilarla desde dos puntos vista, la toxicidad directa y la posible modificación más o menos profunda de las propiedades del suelo.

Para evaluar el agua de riego en función de su salinidad seguiremos los criterios de las normas FAO (1987), que en base a la CE del agua indican el riesgo de salinización y el grado de restricción que debemos tener con nuestra agua de riego.

Según FAO, nuestra agua para riego con  $CE = 1.011 \text{ mS/cm}$  presenta un riesgo moderado de salinización y podemos tener ligeros problemas con su utilización, por lo que hemos de tener cuidado a la hora de elegir patrones y variedades con resistencia a la salinidad.

Debido a estos ligeros problemas de salinidad del agua, se hace necesario calcular el requerimiento de lavado (RL) para cítricos, que es la fracción calculada de agua que debe pasar a través de la zona radicular del árbol para evitar la salinización y mantener la conductividad eléctrica en niveles que no resulten perjudiciales para el desarrollo del cultivo. Este valor viene dado por la fórmula:

$$RL = CE \text{ agua riego} / (CE \text{ extracto que produce } 0\% \text{ producción} \times 2)$$

$$RL = 1,011 / 8 \times 2 = 0,063 \sim RL = 10\%$$

Por tanto, debemos suplementar la dosis de riego en un 10% para lavar las sales en la zona de enraizamiento y evitar su acumulación.

El exceso de sales en el agua de riego disminuye la disponibilidad de agua para el cultivo, lo que ocasiona un descenso en su rendimiento.

Para la evaluación de la calidad del agua en relación a la salinidad, también se han seguido los criterios de las Normas F.A.O. (1987) y más concretamente los de AYERS Y WESTCOT, que proponen una escala para los posibles problemas de

salinización en base a la CE del agua, es un indicativo del grado de restricción que se debe tener con el uso del agua para el riego.

Tabla nº 12. Calidad del agua en relación a la salinidad:

CE < 0,7 mS/cm	no hay problemas
0,7 < CE < 3,0 mS/cm	ligeros problemas
CE > 3,0 mS/cm	problemas graves

Fuente: Ayers y Westcot.

En cuanto a la salinidad de las aguas que vamos a usar en nuestra explotación, vemos como la escala de AYERS Y WESTCOT nos indica que la restricción de uso debe ser de ligera a moderada, ya que todos los valores se encuentran entre 0.7 y 3 mS/cm, las concentraciones que se encuentran en este intervalo definido como moderado, indican que el agua de riego debe utilizarse con precaución en patrones o variedades sensibles, y se debe tener en cuenta a la hora de elegir el patrón o patrones que deberán ser resistentes a la salinidad, nuestras muestras estarían situadas en ligeros problemas.

Según Mass y Hoffman, la tolerancia a la salinidad del naranjo en relación con su rendimiento potencial y la salinidad del agua de riego es:

Tabla nº 13. Rendimiento potencial según la concentración de sales en el agua de riego.

Rendimiento potencial (%)	dS/m
100	1.1
90	1.6
75	2.2
50	3.2
0	5.3

Fuente: Mass y Hoffman.

El sistema de riego utilizado será localizado que es el recomendado cuando el agua de riego plantea problemas de salinidad.

#### 4.2. **SODICIDAD**

El sodio es el elemento más abundante y peligroso en las aguas salinas por su efecto en el suelo, que al acumularse destruye la estructura y el complejo arcillo-húmico, impidiendo la asimilación de otros elementos como el calcio, magnesio, potasio, etc ...

Haremos un estudio a través del R.A.S. o S.A.R. que es la relación de absorción de sodio y hace referencia a la proporción relativa en que se encuentra el ión sodio

frente a los iones calcio y magnesio. Indica el efecto degradante que el agua puede tener sobre el suelo.

#### 4.2.1. S.A.R.

En 1954 el laboratorio de salinidad del departamento de agricultura de EE UU (U.S. Salinity Laboratory Staff), estableció una clasificación de aguas en función del riesgo de salinización y alcalinización que puede originar su uso en el riego. El riesgo de alcalinización se determina con el índice S.A.R.

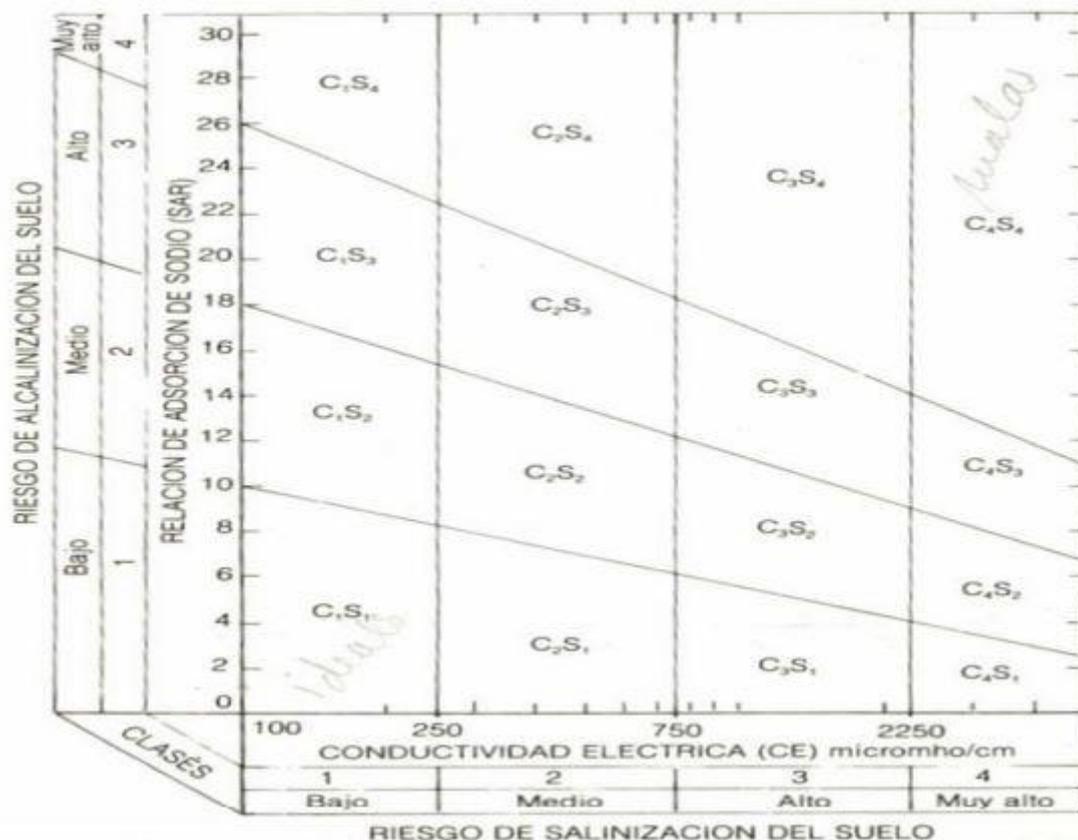
**El índice S.A.R. viene determinado por la siguiente expresión:**

$$SAR^{\circ} = Na^{+} / [(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / 2]^{1/2}$$

En la muestra recogida obtenemos el siguiente resultado:

$$SAR^{\circ} = 1,24$$

Figura 4. Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).



Fuente: Urbano Terrón, P (1995). Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).

Como nos indica en la figura 4 el diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954), estaríamos en niveles bajos, ya que hasta 10 no empezarían los problemas de salinidad.

#### 4.2.2 S.A.R. AJUSTADO

El S.A.R. ajustado puede calcularse a partir de la siguiente ecuación:

$$S.A.R. aj = S.A.R. [1 + (8.4 - pHc)]$$

Donde pHc es un valor teórico calculado para el pH del agua de riego en contacto con cal y en equilibrio con el CO<sub>2</sub> de la atmósfera del suelo.

$$pHc = (pK_2 - pKc) + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(Alk)$$

siendo:  $pK_2 - pKc = (Ca^{2+}) + (Mg^{2+}) + (Na^+)$  en meq/l

$$p[(Ca^{2+}) + (Mg^{2+})] = (Ca^{2+}) + (Mg^{2+}) \text{ en meq/l}$$

$$p(Alk) = (CO_3)^{2-} + (COH_3)^-$$

Por tanto, en nuestra muestra tenemos:

$pK_2 - pKc$	9.7
$p[(Ca^{2+}) + (Mg^{2+})]$	7.44
$p(Alk)_4$	4.10

Con estos valores entramos en la tabla que publicó la F.A.O. (1976), que son los que nos darán el factor pHc, y obtenemos los siguientes resultados:

$pK_2 - pKc$	2.3
$p[(Ca^{2+}) + (Mg^{2+})]$	2.428
$p(Alk)$	2.39

Aplicando la fórmula de  $pHc = (pK_2 - pKc) + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(Alk)$

Obtenemos los siguientes valores:

$$pHc = 7.118$$

Luego el S.A.R. ajustado será:

$$S.A.R. \text{ ajustado} = 2.29$$

Tabla nº 14. Clasificación en cuanto riesgo de alcalinización se refiere:

Clasificación en cuanto riesgo de alcalinización	
S.A.R. ajustado	Calidad del agua
<16	No hay problema
16-24	Problema creciente
>24	Problema grave

Por tanto, el agua que vamos a usar para el riego no debe causar problemas de alcalinización.

#### 4.2.3. S.A.R.º CORREGIDO

En la revisión de 1987, se recomienda no usar el S.A.R. ajustado porque con él se sobreestima la peligrosidad del sodio. En esta revisión, AYERS Y WESTCOT recomiendan usar la alternativa propuesta por Suárez (1981), denominada Relación de adsorción de sodio corregida (S.A.R.º)

En este procedimiento de cálculo se admite la existencia de una fuente de calcio en el suelo (carbonatos o silicatos) y la inexistencia de la precipitación del magnesio. Se calcula con la siguiente expresión:

$$SAR^\circ = Na^+ / [(Ca^\circ + Mg^{2+}) / 2]^{1/2}$$

Donde Na, Mg y Caº, son los contenidos de sodio, magnesio y calcio corregido, respectivamente, en el agua de riego, expresados en meq/l.

El valor de calcio corregido, es el contenido de calcio que resulta en función del contenido salino del agua (C.E.), de la relación de  $CO_3H^-$  y  $Ca^{2+}$  en el agua, y de la presión parcial de  $CO_2$  en la atmósfera de los primeros centímetros del suelo.

Para la obtención de Caº, hemos de calcular primero el cociente  $HCO_3^-/Ca^{2+}$ , que es:

$$HCO_3^-/Ca^{2+} \quad 0.49$$

Con este dato y la C.E. del agua buscamos un valor del calcio corregido en la tabla de Suárez (1981), obteniendo el siguiente valor de calcio corregido :

$$Ca^\circ \quad 1.86$$

Así obtenemos un valor del S.A.R.º para nuestra muestra:

$$S.A.R.^\circ \quad 1.32$$

La interpretación, en el grado de restricción de uso, la sacamos de la siguiente tabla que muestra las directrices de las normas F.A.O. (1987) para el método de Suárez (1981).

Tabla nº 15. Grado de restricción de uso de agua:

S.A.R.º	Ninguna	Ligero a moderado	Severo
0-3 y C.E.agua	>0.7	0.7-0.2	<0.2
3-6 y C.E.agua	>1.2	1.2-0.3	<0.3
6-12 y C.E.agua	>1.9	1.9-0.5	<0.5
12-20 y C.E.agua	>2.9	2.9-1.3	<1.3
20-40 y C.E.agua	>5.0	5.0-2.9	<2.9

Fuente: Normas F.A.O. (1987)

Como se puede constatar, nuestra muestra de agua no presenta restricción de uso de cara a problemas de sodicidad.

#### 4.2.4. CARBONATO SÓDICO RESIDUAL: INDICE DE EATON

El índice de Eaton o carbonato sódico residual (C.S.R.) indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes calcio y magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Se calcula a partir de los valores obtenidos en el análisis expresado en meq/l.

$$\text{C.S.R.} = (\text{CO}_3^{3-} + \text{CO}_3\text{H}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

Esto nos da el siguiente valor:

$$\text{C.S.R.} = -3.34$$

El criterio para caracterizar las aguas de riego según este índice es el siguiente:

Tabla nº 8. Criterio para caracterizar las aguas de riego:

Criterio para caracterizar las aguas de riego	
C.S.R. (meq/l)	Tipo de agua
<1.25	Recomendables
1.25-2.5	Poco recomendables
>2.5	No recomendables

Por tanto nuestra agua, respecto a este factor, es recomendable.

#### 4.3. COEFICIENTE ALCALIMÉTRICO: ÍNDICE DE SCOTT

Este índice define «la altura de agua, expresada en pulgadas que, al evaporarse, dejaría en el suelo en un espesor de cuatro pies, una cantidad de sales suficiente para convertirlo en un medio perjudicial».

Se calcula a partir del valor que alcanza la relación  $\text{Na}^+ - 0.65 \text{Cl}^-$ , expresando sus componentes en mg/l, obteniendo los siguientes valores:

$$\boxed{\text{Índice de Scott} = -22.1}$$

Con los valores en que la relación es  $0 < \text{Na}^+ - 0.65 \text{Cl}^- < 0.48 \text{SO}_4^{2-}$ , empleamos un Ki con la expresión:

$$\boxed{\text{Ki} = 6620 / \text{Na}^+ + 2.6 \text{Cl}^-}$$

Con los valores que sean  $< 0$ , empleamos un Ki con la expresión:

$$\boxed{\text{Ki} = 2049 / \text{Cl}^-} \quad \text{Ki} = 17.97$$

Tabla nº 16. Clasificación que caracteriza los siguientes tipos de aguas:

$\text{Ki} \geq 18$	Agua buena	No es necesario tomar precauciones
$6 \leq \text{Ki} < 18$	Agua tolerables	Emplearla con precauciones
$1.2 \leq \text{Ki} < 6$	Agua peligrosa	Usar sólo en suelo con muy buenas condiciones de drenaje
$\text{Ki} < 1.2$	Agua no utilizable	No utilizar

Como podemos ver, nuestra agua, quedaría clasificada como tolerables, por tanto deberemos tener precauciones en su empleo.

#### **4.4. DUREZA**

La dureza mide la capacidad de depositar Carbonato Cálcico y Magnésico en el suelo, en tuberías y accesorios de riego. Se determina en función de los grados higrométricos franceses ( $1^\circ \text{F} = 1 \text{g CaCO}_3 / \text{l}$ ).

$$\text{Dureza } ^\circ\text{F} = [[\text{Ca} (\text{mg/l}) \times 2,5] + [\text{Mg} (\text{mg/l}) \times 4,12]] / 10$$

Nuestro análisis de agua indica lo siguiente:

$$\boxed{\text{Dureza } (^\circ\text{F}) = 39.5}$$

Tabla nº 17. Clasificación de la dureza:

Tipo de agua	Grados Higrométricos Franceses
Muy dulce	$< 7$
Dulce	7 - 14
Medianamente dulce	14 - 22
Medianamente dura	22 - 32
Dura	32 - 54
Muy dura	$> 54$

Luego tenemos un agua dura, con lo que tendremos que revisar periódicamente el sistema de riego y sus componentes así como llevar a cabo un mantenimiento adecuado para evitar las obturaciones de los emisores de riego.

#### **4.5. TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA**

En este apartado se interpretará si la concentración de determinados iones a título individual puede causar toxicidad al cultivo de los cítricos.

##### **4.5.1. CLORUROS**

Es el más peligroso de los aniones, en los suelos calizos disminuye las posibilidades de absorción de fósforo y nitrógeno por la planta, es antagónico del nitrato.

Tabla nº 18. Clasificación establecida por la F.A.O.:

Meq/l	Interpretación
<4	No hay problemas
4-10	Problema creciente
>10	Problema grave

En nuestro caso, el valor es de 3.21 meq/l < 4, luego no hay problemas con los cloruros.

##### **4.5.2. MAGNESIO**

Su presencia en el agua salina es elevada, ya que procede de los carbonatos magnésicos existentes en el suelo, en grandes cantidades es tan peligroso como la propia sal común, su toxicidad es contrarrestada, en parte, por la presencia de calcio. Es antagónico del potasio.

Con los contenidos en magnesio de nuestras muestras de agua no es de esperar problemas, ya que la fitotoxicidad por magnesio se presenta cuando este valor supera los 10 meq/l.

##### **4.5.3. SODIO**

Es el elemento más abundante y peligroso en las aguas salinas por su efecto en el suelo.

Una evaluación razonable de la fitotoxicidad por sodio para riegos de superficie puede realizarse a partir del S.A.R. ajustado del agua de riego.

Tabla nº 19. Directrices propuestas para el agua de riego:

S.A.R ajustado $\leq 3$	No hay problema
$3 < \text{S.A.R ajustado} \leq 9$	Problema creciente
S.A.R ajustado $> 9$	Problema grave

Por lo tanto, tenemos un problema creciente en cuanto a la fitotoxicidad por sodio.

#### 4.5.4. BORO

Los cítricos son considerados sensibles al boro.

Tabla nº 20. Calificación del agua según la cantidad de boro:

$< 0.7$	No hay problema
0.7-2	Problema creciente
$> 2$	Problema grave

En todas nuestras muestras de agua el contenido en boro fue menor de 0,05 mg/l, luego no tendremos problemas de fototoxicidad.

#### 4.6. BICARBONATOS

Tabla nº 21. Información sobre los problemas de obturación que podríamos tener por precipitación de bicarbonatos en la red de riego:

HCO <sup>-3</sup> (meq/l)	Calificación
$< 1.5$	Sin problemas
1.5-3.5	Problemas crecientes
$> 3.5$	Problemas graves

Como podemos ver nuestras aguas nos crearán graves problemas por exceso de bicarbonatos, lo que habrá que tener en cuenta a la hora de diseñar el manejo del riego.

#### 4.7. SULFATOS

Los sulfatos pueden dañar los sistemas de riego por ser corrosivos a determinadas concentraciones. Se calcula que los riesgos de corrosión se encuentran entre los 300 y 400 mg/l, con lo que nosotros no tendremos problemas de corrosión.

## **5. CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES**

Según el criterio de la FAO podremos decir que tenemos un agua que puede presentarnos ligeros problemas respecto a la salinidad, que mantendremos controlado con un incremento del 10% en el riego (punto 4.1. Salinidad), sodicidad y toxicidad por cloruros y nitratos, aunque este último es un problema generalizado prácticamente en toda Andalucía, pero siempre de poca importancia si no descuidamos su control.

Haciendo caso a lo establecido, nos encontramos ante un agua óptima para el riego, pero siempre teniendo en cuenta y prestando especial cuidado a varios aspectos:

1. Es importante un buen manejo del agua para evitar un exceso de sales en el suelo, por eso elegiremos un riego de alta frecuencia, que entre sus ventajas incluye la de reducir esta concentración.
2. La dureza del agua nos aconseja revisiones periódicas de nuestro sistema de riego para evitar obturaciones en los emisores y otros problemas causados por la precipitación de carbonatos.
3. Elección adecuada de los fertilizantes para evitar problemas de salinidad.

En definitiva, podemos concluir que el agua que vamos a utilizar para regar es apta para el cultivo de los agrinos, no ocasionando problemas graves de salinidad ni de fitotoxicidad.





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO IV: TÉCNICAS DE CULTIVO

---

# **ANEJO IV: TÉCNICAS DE CULTIVO**



## ÍNDICE

1. ELECCIÓN DEL PATRÓN Y LA VARIEDAD	70
1.1. ESTUDIO DE MERCADOS	70
1.2. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD	72
1.3. ELECCIÓN DEL PATRÓN	73
2. DISEÑO DE PLANTACIÓN	74
2.1. ESTRUCTURA ACTUAL	74
2.2. ACTUACIONES	74
3. OPERACIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN	75
3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO	75
4. PLANTACIÓN	77
5. PODAS	77
6. TRATAMIENTOS	78
6.1. MALAS HIERBAS	78
6.2. PLAGAS	79
6.2.1. Dípteros	79
6.2.2. Lepidópteros	80
6.2.3. Homópteros	81
6.2.4. Ácaros	85
6.3. ENFERMEDADES	86
6.3.1. CAUSADAS POR HONGOS	86
6.3.2. CAUSADAS POR VIRUS	87
7. PRODUCCIÓN Y RECOLECCIÓN	88

## 1. ELECCIÓN DEL PATRÓN Y LA VARIEDAD

Con el fin de realizar una buena elección, es vital hacer un estudio de mercado que nos permita elegir la variedad que haga que la explotación sea productiva y rentable.

El estudio económico del mercado junto con el estudio del clima y nuestro suelo, son los condicionantes que tendremos en cuenta a la hora de escoger la variedad y patrón que implantaremos en nuestra explotación.

### 1.1. ESTUDIO DE MERCADOS

En la actualidad, la producción de cítricos en España, aunque existe un repunte en 2014, se encuentra en una fase de cierta desaceleración como muestra la tabla nº 22.

Tabla nº 22. Producción de cítricos en España 2012-2014.

PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS EN ESPAÑA		
2012	2013	2014
5.554.000 t	3.687.000 t	4.375.000 t

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

La producción de cítricos en Andalucía sigue la misma tendencia que el resto de zonas productoras de España (tabla 23). Las últimas campañas arrojan los siguientes datos:

Tabla nº 23. Producción de cítricos en Andalucía campañas 2012/13-2014/15.

PRODUCCIÓN DE CÍTRICOS EN ANDALUCÍA					
CAMPAÑA	NARANJAS	MANDARINAS	LIMONES	POMELOS	TOTAL
2012-2013	1.297.023 t (Exportación: 208.175 t)	303.978 t (Exportación: 35.604 t)	115.320 t (Exportación: 21.305 t)	(sin datos)	1.716.321 t
2013-2014	1.553.912 t (Exportación: 229.000 t)	367.091 t (Exportación: 40.000 t)	107.153 t (Exportación: 25.000 t)	18.703 t (Exportación: 5.200 t)	2.046.859 t
2014-2015	1.235.145 t (Exportación: 253.000 t)	367.627 t (Exportación: 54.200 t)	80.434 t (Exportación: 32.300 t)	22.231 t (Exportación: 6.000 t)	1.705.437 t

Fuente: Observatorio de precios y mercados. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía.

En la última década ha existido en España una superproducción de cítricos. Desde finales de los 90, todas las campañas han rebasado los 5.000.000 t, y en datos de la campaña 2007/2008 la producción nacional fue de 5.12 millones de toneladas según la F.A.O. (Arenas et al, 2009). Actualmente, como ya se ha visto (tabla nº 22), la producción está bajando.

De toda la producción nacional, aproximadamente el 50% es de naranjas, y de éste, un 45% corresponde a la variedad temprana Navelina, que inunda el mercado durante las fechas de su recolección.

La producción de naranjas supone el 51% de la producción de cítricos españoles mientras que de mandarinas es del 31% y de limones es del 16% (C.G.C. Comité de Gestión de Cítricos. Campaña 2013-14).

De la producción española en la campaña 2013-14, se destinó para consumo interno 1.011.900 t (29.8%), para industria 598.600 t (17.6 %), destrío 169.700 (5%) y para exportación 1.616.800 t (47.6). Este último dato constata que España es la principal exportadora de cítricos a nivel mundial aunque esté en el sexto lugar como productor, según la revista Mercados.

A nivel autonómico, la producción andaluza de cítricos supera el 1.200.000 t, en un total de 75.060 ha de cítricos, según el Observatorio de precios y mercados de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (Campaña 2013-14).

La distribución de la producción es diferente en Andalucía (tabla nº 24) con respecto a otros lugares españoles, siendo la producción la siguiente:

Tabla nº 24. Distribución de la producción de naranjas en Andalucía. Campaña 2014-15.

CAMPAÑA 2014-2015	
Naranja dulce	72.13%
Mandarinas	19.88%
Limones	5.95%
Pomelos	1.39%
Otros cítricos	0.10%

Fuente: Aforo. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Secretaría General de Agricultura y Alimentación.

Si comparamos por superficie, la provincia de Sevilla es la que mayor superficie tiene con 27.318 ha dedicadas al cultivo de los cítricos, de las cuales algo más de 22.500 ha son de naranjas.

La variedad Navelina se lleva el mayor cupo con casi un 50 % de la producción, le siguen otras variedades como Salustiana con un 15% de la producción y Valencia Late con un 9%.

Este exceso de Navelina influye en el precio y por eso decidimos poner otra variedad de recolección más tardía.

## **1.2. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD**

Atendiendo, por un lado al estudio de mercado y teniendo en cuenta el estudio climático, llegamos a la conclusión de que tenemos que asumir riesgo de heladas y plantar variedades tardías. Las nuevas plantaciones de estas variedades por toda la provincia son la demostración de que los riesgos se pueden asumir.

Se ha optado por elegir una variedad tardía: **POWELL SUMMER NAVEL®**.

Esta elección se debe a que es la más tardía de todas las del grupo de naranjas navel, pudiendo recolectarse en mayo, incluso en junio, lo que permite entrar en el mercado en un periodo de menor competencia.

La variedad Powell Summer Navel® se originó por una mutación espontánea de Washington Navel en Australia en 1982. Está patentada en EE.UU. y Australia por Iswing&Richards y en la Unión Europea por AVASA.

El árbol es similar a Lane Late, con las ramas principales extendidas. Hojas cóncavas, penduladas, pecíolos no alados o rudimentarios y pequeños. Puede presentar alguna espina en las ramas de mayor vigor. Inflorescencias simples y arracimadas. Flores con anteras de color amarillo pálido, estilos completos, no producen polen viable.

En cuanto al fruto, presenta diferencias poco significativas con el resto del grupo de naranjas navel. Éstos son de forma redonda a ovoide, de color naranja, sin aureola. Siempre presenta ombligo, aunque poco visible al exterior. Los frutos no tienen semillas y tienen una excelente calidad organoléptica. Su zumo es bajo en acidez y con elevado contenido en azúcares, de color amarillo a naranja y al no contener limonina no desarrolla el característico sabor amargo como otras variedades del grupo Navel. La piel es fina, con glándulas de aceites esenciales visibles y con una adherencia a la pulpa moderada.

Se diferencia de la Lane Late fundamentalmente, en que la Powell SummerNavel® presenta mayor firmeza, menor reverdecimiento en verano, manteniendo su elevada calidad incluso después de alcanzar su maduración, lo que permite su recolección entre uno y dos meses más tarde que la Lane Late, ya que mantiene muy firme su textura.

En ensayos recientes realizados en Australia después de su maduración, la Powell Summer Navel® destaca por no granularse, a diferencia de la Lane Late y otras

selecciones de Navel tardías que en ocasiones se muestran muy sensibles a la granulación. El fruto mantiene en madurez una buena adherencia al pedúnculo y consistencia, lo que permite una recolección tardía, pudiendo llegar hasta la mayo, incluso a junio, reemplazando a la variedad Valencia Late por superarla y mejorarla en calidad.

Las principales características que permiten al fruto de la naranja Powell Summer Navel mantenerse tanto tiempo en el árbol son:

- Elevada firmeza y buena adherencia al pedúnculo. El fruto mantiene su firmeza incluso cuando se recolecta en verano, permitiendo un buen manejo en el almacén.
- Elevado contenido en zumo y sin tendencia a la granulación, a diferencia de la Lane Late y otras variedades de navel tardías que pueden ser muy sensibles a este problema.
- Elevado contenido en ácido cítrico por lo que el fruto no pierde sus buenas cualidades gustativas cuando se retrasa su recolección.
- Buena textura y grosor de piel y poca tendencia al "creasing". En general, la permanencia de los frutos en el árbol tiende a embastecer su piel, incrementar su grosor y desarrollar problemas de "creasing".
- Reducida tendencia al reverdecimiento en verano, menor que el resto de las variedades Australianas, incluso Valencias.

Tabla nº 25: Características generales del fruto:

Peso (g)	240 – 260	Diámetro (mm)	78 – 83
Corteza (mm)	3.5 – 4.0	Forma	Redonda
Diámetro/altura (mm)	80 - 90	Color	Naranja
% Zumo	55 - 58	Índice color	12
Semillas	No tiene	Fructificación	Alta
Recolección	1 febrero – 15 mayo, pudiéndose prolongar hasta junio en determinadas zonas geográficas.		

### 1.3. ELECCIÓN DEL PATRÓN

La elección del patrón es una decisión muy importante, porque hay características hortícolas de una variedad que se hallan influidas por el patrón, tales como vigor, tamaño, desarrollo y profundidad de las raíces, la cosecha, tamaño, textura, calidad intrínseca y época de maduración del fruto, tolerancia al frío, adaptación a las condiciones del suelo como salinidad, pH, excesos de agua, comportamiento frente a nematodos, hongos, tolerancia a virus, etc., por eso hemos de elegir un porta injerto que cumpla con todos los requisitos deseados, que sea adecuado para la zona y que se adapte con facilidad.

El patrón seleccionado es FORNER-ALCAIDE® N°5.

FORNER-ALCAIDE® N°5: Este patrón fue obtenido en 1978 polinizando flores de mandarina Cleopatra con flores de *Poncirus trifoliata* (clon Rubidoux).

Es un híbrido resistente al virus de la tristeza, después de numerosas inoculaciones no se detecta el virus fuera del punto de inoculación.

Es resistente a la salinidad, al encharcamiento y al frío, así como a suelos alcalinos y al nematodo de los cítricos *T. semipenetrans*, y parece tener buena resistencia a los hongos del género *Phytophthora spp.*

Puede ser calificado como subestándar, lo que quiere decir que los árboles establecidos en este patrón alcanzan una altura menor (semienanzante) que los injertados sobre los patrones habitualmente utilizados (citrange Troyer y Carrizo), efecto deseado para poder reducir el marco de plantación y poder poner más pies por ha. La reducción de altura suele ser de un 25%.

El injerto y el patrón alcanzan diámetros similares en la unión, y la calidad de las variedades injertadas es excelente con una productividad muy alta. Puede adelantar la maduración del fruto.

## **2. DISEÑO DE PLANTACION**

El objetivo a la hora de diseñar la plantación, es por una parte, que los árboles capturen la mayor cantidad posible de luz y, por otra, facilitar el movimiento de la maquinaria por su interior, las opciones son muchas, dependiendo del área de cultivo, su orografía, suelo, clima, variedad, patrón y sistema de cultivo proyectado.

Para realizar el diseño tendremos en cuenta la distribución de todos los elementos funcionales de la explotación, como caminos, nave-almacén, caseta de bombeo o los cargaderos. Con un buen diseño podremos ahorrar tiempo y dinero en las distintas labores que realizaremos en la explotación. Intentaremos dejar las instalaciones mencionadas al borde de los caminos y de forma que resten la menor superficie de cultivo y que al mismo tiempo no estorben al paso de la maquinaria.

### **2.1. ESTRUCTURA ACTUAL**

En la actualidad la finca se encuentra rodeada por un camino perimetral de tres metros de ancho y dos caminos interiores. Las parcelas son alargadas y rectangulares. No existe ninguna construcción destacable en la explotación.

### **2.2. ACTUACIONES**

1. Marco de plantación: Usaremos un marco de plantación de 6 x 3.5 metros debido al carácter semienanzante que otorga el patrón FORNER-ALCAIDE® N°5 a las variedades injertadas sobre él.

2. Líneas de plantación: La plantación se realizará sobre mesetas para evitar futuros problemas de asfixia radicular, la orientación más adecuada es la norte-sur, que aprovecha al máximo las radiaciones solares, pero por las características de la finca, plantaremos con orientación nor noroeste – sur sureste. De esta forma facilitaremos el diseño de plantación, sobre todo del sistema de riego.

3. Caminos y vías de servicio: La finca cuenta con un camino de tres metros de ancho en su perímetro y tiene tres vías de servicio, de la misma anchura, que dividen la parcela en seis subsectores de distintas superficies. Los caminos están cubiertos por una capa de zahorra artificial con un tamaño de árido de 25 mm aproximadamente. La zahorra evita el enfangado y facilita el tránsito sobre los caminos.

4. Construcciones: Se va a construir una nave y se ubicará en la parte superior de la parcela coincidiendo con el norte de la misma y al lado de la balsa que también se va a construir. La nave se va a utilizar para albergar maquinaria, abonos, herbicidas y productos fitosanitarios, además de alojar el cabezal de riego y los repuestos de todo el sistema de regadío. Tendrá unas dimensiones de 288 m<sup>2</sup> (24 metros de largo por 12 metros de ancho).

La nave se abastecerá de energía eléctrica a través de la corriente de baja tensión que proporciona un transformador aéreo sobre un poste metálico, situado a 40 m de la fachada de la nave. El suministro de energía vendrá dado a través de una línea aérea de acometida formada por cuatro conductores (tres fases más neutro) en forma de haz trenzado; agrupados con un cable fijador de acero hasta una palometa de amarre en el exterior de la nave. Desde esta palometa continua hasta la caja general de mando y protección. Los cálculos son llevados a cabo según lo estipulado en REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.

5. Cargaderos: Se construirá una zona de carga por parcela, para facilitar y disminuir los costes a la hora de realizar las mezclas de los productos fitosanitarios, así como una zona habilitada para la carga de los camiones.

### **3. OPERACIONES PREVIAS A LA PLANTACIÓN**

#### **3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

Antes de realizar la plantación, será necesario realizar una serie de labores previas para que las raíces de los árboles encuentren un medio óptimo para su desarrollo en los primeros años. Lo primero que hay que tener presente es que la profundidad aprovechable del suelo debe ser como mínimo de 50 cm, y más aún con el patrón escogido que exige suelos profundos.

Las labores culturales previas a la plantación que se van a realizar son:

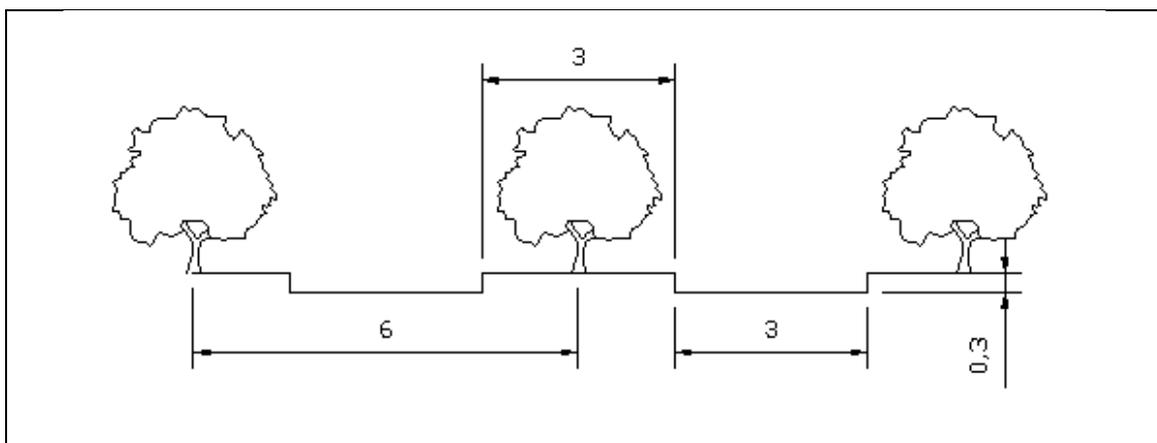
1. Subsulado, que se hará con antelación de 5 ó 6 meses para así poder romper la suela de labor que hayan podido dejar labores anteriores. El subsolador trabajará a una profundidad de 80 cm. Los objetivos de esta labor son:
  - a) Conseguir una buena aireación y permeabilidad, al menos durante 3 ó 4 años.
  - b) Destruir la suela de labor.
  - c) Facilitar la instalación del sistema radicular.
2. Pase de escarificador: Desmenuza los terrones y deja el terreno mullido facilitando las labores posteriores. La profundidad de trabajo es de 15-20 cm
3. Señalar las líneas donde van a ir los árboles con cañas.
4. Realizar un pase con tasquivero de 1.30 m de ancho para formar caballones en el eje señalado anteriormente. Altura de los caballones: 30 cm.
5. Verter estiércol de caballo sobre los caballones (15.000 kg/ha).
6. Ensanchar los caballones con aportes de tierra hechos con el apero “avión”. El ancho del caballón ha de ser de 3 m.
7. Realizar dos pases con la grada rotativa sobre los caballones.

Las dimensiones de los caballones o plataformas serán de 3 m de ancho y de 30 cm de alto formando un rectángulo. Las calles para que pueda acceder la maquinaria serán de 3 m también (Figura 4).

De esta forma se asegura que no habrá encharcamientos a la vez que se mejora el acceso al árbol para las labores de poda y recolección.

Este tipo de caballón se está poniendo en práctica en fincas de Alcolea del Río y Brenes con magníficos resultados.

Figura 4: Diseño de la plantación.



Fuente: Elaboración propia.

- Apertura de zanjas e instalación de la red de riego. Se llevará a cabo a través del alquiler de una retroexcavadora que realizará la apertura de zanjas y posteriormente se dispondrá a taparlas. Se contratarán peones que bajo supervisión técnica se encargarán de la instalación de las tuberías tanto enterradas como aéreas.

#### **4. PLANTACIÓN**

La plantación se realizará en la segunda mitad del mes de marzo, coincidiendo con el ascenso de las temperaturas y evitando las altas temperaturas del verano.

Antes de colocar los plantones, se efectuará la apertura de los hoyos, que serán de aproximadamente 40-50 cm de profundidad y a continuación se colocaran los plantones en su lugar definitivo, teniendo cuidado de mantener la misma altura o profundidad que la planta ha tenido en el vivero y arreglando las raíces de los mismos.

Inmediatamente después se realizará un riego que permita que las raíces entren en contacto íntimo con el suelo y arraiguen bien, aproximadamente los riegos semanales deberán de sumar 125 litros por plantón en los 4 primeros meses.

Para realizar esta labor se contará con una cuadrilla profesional que asegure el buen resultado, tanto de la distribución como de la plantación en sí.

#### **5. PODAS**

La primera poda se realizará en el vivero justo antes de arrancar la planta para su traslado a la finca. La altura de la poda es de 60 cm desde el suelo y ésta ayuda a que el plantón pueda enraizar mejor en el terreno final y amortigüe el estrés sufrido.

Poda de formación: Se efectuará durante los primeros años de vida del árbol. El objeto es conseguir un esqueleto sólido y una estructura fuerte.

No debe realizarse hasta que la planta esté completamente arraigada y posea brotaciones claras. Esta práctica es muy ligera, formando la nueva planta en tres ramas principales y normalmente se debería comenzar a partir del segundo año de la plantación, aunque también se puede dejar crecer la planta salvaje hasta el tercer año, mientras, se eliminarán del tocón los rebrotes que pudieran surgir de él. La distancia que debe mediar entre el suelo y las nuevas ramas será de al menos 50 cm. Esta poda es muy importante porque de ella depende la buena formación del nuevo árbol.

Poda de fructificación: El objetivo es conseguir el equilibrio entre el desarrollo vegetativo y el estado nutricional. Básicamente trataremos de romper el equilibrio entre vegetación y fructificación a favor de esta última, persiguiendo, al eliminar las ramas más vigorosas, que el reparto de nutrientes sea lo más homogéneo posible entre las ramas y tiendan a una fructificación homogénea también. Si tratamos con variedades vigorosas las podas no deben de ser severas ya que es sabido que acentuaríamos este vigor y como resultado obtendríamos una disminución de la cosecha. Se realiza a continuación de la poda de formación, coincidiendo con la plena producción de la

plantación. La poda se realizará anualmente, siendo más intensa cuanto más tiempo haya transcurrido desde la última poda ya que los agrios no permiten una poda tan racional y artificiosa como la que se practica en otras especies frutales para intensificar su producción. Como fructifican sobre madera del mismo año, se eliminarán las ramas viejas y agotadas, las mal dirigidas, los chupones que salen del tronco principal y las ramas muertas y lesionadas.

**Poda de regeneración:** Se practica en árboles en periodo de descenso de producción. Consiste en una poda severa de las ramas que constituyen la estructura del árbol.

En nuestra explotación la poda se llevará a cabo anualmente por personal especializado, a contratar cada temporada. Se les exigirá un uso adecuado de las herramientas para evitar posibles infecciones.

La poda de la variedad Powel Summer Navel<sup>®</sup> se realiza días después de la recolección. De esta forma, se podría podar desde mediados de abril hasta junio, dependiendo de la fecha de recolección. Se debe evitar realizar la poda en el periodo de caída fisiológica, dado el peligro que existe de verse ésta aumentada por significar un aumento de la capacidad de brotación.

Es importante, también, utilizar herramientas limpias y libres de patógenos que puedan propagarse por las plantas, debiendo desinfectar las herramientas antes y después de su uso en cada árbol con una solución de hipoclorito sódico al 0.05%, además usaremos herramientas en buen estado para que los cortes sean limpios y cicatricen con rapidez.

Los restos de poda se dejarán en las calles para ser triturados y quedar como cubierta vegetal que, con el tiempo, se incorpore al suelo como materia orgánica.

## **6. TRATAMIENTOS**

Dirigiremos los tratamientos contra las malas hierbas, plagas o enfermedades con el fin de mantener un buen estado sanitario de la plantación, ofreciéndoles a las plantas las mejores condiciones de desarrollo para conseguir producciones de mejor calidad. Realizaremos los tratamientos de una forma racional y justificada y nunca por sistema, siguiendo la estrategia de control integrado de plagas en la realización de las siguientes estrategias.

### **6.1. MALAS HIERBAS**

El control de la maleza se llevará a cabo de forma química, con herbicidas, y de forma mecánica, con trituradora. En cuanto al manejo del suelo, llevaremos a cabo un sistema de mínimo laboreo.

La aplicación de herbicidas se ve justificada por la disminución de la producción que provoca la competencia con los árboles por los nutrientes y el agua, por aumentar

la evapotranspiración y porque actuar como huéspedes intermedios de insectos plagas y enfermedades del cultivo.

La mayor competencia ocurrirá en los meses de primavera y verano, debido a la escasez de recursos hídricos de nuestras latitudes, por eso se mantendrá la plantación libre de malas hierbas, en cambio en los meses húmedos optaremos por dejar una cubierta vegetal en las calles, debido a que en esta fecha no entrará en competencia con el cultivo y además mejorará el contenido en materia orgánica y la estructura del suelo y contribuirá a disminuir la erosión provocada por las lluvias. El conjunto de malas hierbas que está presente en la finca variará debido a que cambiará el uso del suelo, las especies adaptadas al laboreo darán paso a las especies adaptadas al no laboreo, algunas pasarán de ser secundarias a principales o acompañantes y viceversa, las especies presentes en cultivos leñosos de la zona que utilizan el mismo sistema de no laboreo suelen ser:

Anuales de invierno: *Poa annua*, *Malva sp.*, *Conyza sp.*, *Gallium sp.*, *Fumaria officinalis*, *Sinapsis*...

Anuales de verano: *Amaranthus sp.*, *Chenopodium sp.*, ...

Perenne de invierno: *Oxalis sp.*

Perenne de verano: *Cyperus rotundus*, *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepense*, ...

Es sabido que la sensibilidad a los herbicidas varía con la edad y hasta los cuatro años, los cítricos son especialmente sensibles, así mientras los árboles superan esta edad, los cuatro primeros años, emplearemos Oxifluorfen 24% (2.5l/ha) en las líneas de los árboles, realizando al menos dos tratamientos al año, en otoño y en primavera, mientras en las calles daremos un pase de triturador.

A partir del quinto año el herbicida será Terbutilazina 50% (3 l/ha), a la mitad de dosis cada uno y en preemergencia, también realizaremos dos tratamientos al año, uno en otoño y otro en primavera. Para eliminar las malas hierbas en las calles se empleará el triturador.

## **6.2. PLAGAS**

### **6.2.1. DÍPTEROS**

MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*Ceratitis capitata* Wied).

*Ceratitis capitata* Wied es un insecto que pertenece a la familia de los Tephritidos dentro del orden de los Dípteros. Efectúan la puesta en los frutos, de donde nacen las larvas que al alimentarse producen galerías en la pulpa. Ésta se ablanda y toma una coloración distinta indicando el principio de la putrefacción que se desarrolla rápidamente, debido a la actuación de otros insectos, hongos y bacterias.

En estado avanzado los frutos acaban cayéndose al suelo hasta consumirse. Este hecho biológico adquiere una importancia económica relevante por las pérdidas cuantitativas directas que causa. La picadura que hace la hembra en la oviposición deja una mancha amarilla en el fruto. La herida es una vía de entrada de diversos microorganismos que inician la descomposición. Las larvas realizan galerías dentro del fruto con lo que aumenta la pudrición. Éstas se alimentan del tejido descompuesto y la fruta suele acabar cayendo al suelo.

-Las pulverizaciones insecticidas son los métodos más utilizados como control directo de la plaga.

Puede ser:

Pulverización total.- Tratando toda la superficie. Este tratamiento resulta bastante costoso.

Pulverización cebo.- Consiste en añadir un atrayente alimenticio al insecticida. Sólo se tratan las partes más soleadas del árbol o de la parcela. Los cebos más utilizados son sustancias azucaradas o proteína hidrolizada y las materias activas más empleadas en la actualidad son el spinosad, fosmet, lambda cihalotrin, metil-clorpirifos, etofenprox.

Los umbrales de tratamiento son 3 moscas por mosquero de feromonas y día sin presencia de frutos picados y/o presencia de frutos picados.

### **6.2.2. LEPIDÓPTEROS**

MINADOR DE LOS CÍTRICOS (*Phyllocnistis citrella*).

Es un microlepidóptero de 6 mm de color totalmente blanco. La larva mide 5-7 mm, con forma muy plana, ahusada con la parte más ancha delante de color amarillento y con los anillos muy marcados. Empupa en el borde de la hoja bajo un pliegue que hacen en la misma. Hiberna en estado adulto y es capaz de aguantar temperaturas muy bajas, reactivándose en primavera. Hace la puesta en las hojas recién brotadas en las proximidades del nervio central, la puesta es como gotitas de cera y generalmente por el envés.

Las larvas labran galerías en las hojas y en el centro deja una línea de excrementos, estas galerías son de tipo sinuoso y no sobrepasan nunca el nervio central de la hoja. Todas las hojas atacadas terminan secándose y cayéndose. Tienen 3 generaciones que coinciden con las tres brotaciones del naranjo. Hay que realizar el tratamiento cuando las hojas están despuntando (2-3 cm), tratando cuando el nivel de ataque supere el 20% de los brotes. Hay que proteger especialmente las plantaciones jóvenes y las brotaciones de primavera y agosto. Lo más importante para este tratamiento no es el producto sino la época. La materia activa más empleada es la abamectina, dejando siempre zonas refugios y se debe tratar cuando las hojas son pequeñas y están tiernas.

### **6.2.3. HOMÓPTEROS**

#### **MOSCA BLANCA (*Aleurothrixus floccosus* Mask)**

Es un insecto fitófago conocido por el nombre de “mosca blanca” de los cítricos. Hasta el momento actual, es la mosca blanca que más extensión e importancia ha adquirido en España. Apareció en Málaga en el año 1968, aunque ya existía en el archipiélago canario antes de esta fecha en plantaciones regulares de cítricos. El huevo es arqueado, sin reticulaciones, provisto de un pedicelo por el que se inserta al substrato. Recién puesto es blanco, adquiriendo pocos días después una coloración beige claro, para tornarse marrón oscuro. A partir del noveno día de ser puesto puede eclosionar, de acuerdo con las condiciones climáticas existentes, y se inicia una evolución larvaria sucediéndose cuatro fases larvarias y una ninfal, para al final del proceso emerger el adulto. Estos cuatro estados larvarios y el ninfal, difieren entre sí morfológicamente por la emisión de secreción cérea, que hace que los estados evolutivos más avanzados presenten cierta resistencia a la penetración de los plaguicidas, lo que hace que éstos se muestren ineficaces sobre todo en el cuarto estado larvario y ninfal. Los adultos tienen el cuerpo de color amarillo limón, con una par de alas membranosas, hialinas pobres en nerviaciones, todo ello cubierto de cera blanca. Su aparato bucal es de tipo chupador.

Los daños originados por la mosca blanca son de dos tipos: unos directos, causados por la pérdida de savia, y otros indirectos, causados por el desarrollo de otros agentes biológicos que afectan a los árboles. La mosca blanca de los cítricos posee una gran cantidad de enemigos naturales.

Como umbral de tratamiento consideramos más del 20% de brotes atacados y menos del 60% de parasitismo sobre los estadios larvarios. La brotación de verano es la más crítica y se suele tratar con aceite de verano y Buprofezin sólo en Junio.

#### **CAPARRETA NEGRA (*Saissetia oleae* Olivier)**

Es una especie cosmopolita y polífaga pudiendo producir daños también sobre otras plantas.

En la actualidad es de gran importancia debido al incremento observado en los últimos años, sobre todo en el naranjo, que se cree es debido a la no coincidencia de los clásicos tratamientos estivales con el estado más sensible, y al cada vez menor empleo de los aceites minerales.

La hembra adulta es de color marrón o negro. En la zona dorsal tiene tres salientes en forma de H. Mide unos 5 mm de diámetro. La puesta la realiza entre el cuerpo de la hembra y la planta. Al principio la hembra adulta es plana y de color marrón claro, arqueándose y oscureciéndose progresivamente a medida que transcurre la puesta. Los machos son sumamente escasos. Su escudo es de forma elíptica alargada, de largo dos veces y media su ancho, traslúcido. Los adultos están provistos de alas. Al escasear los machos, la forma más corriente de reproducción es la partenogenética. La puesta es enorme, de unos mil huevos por hembra. Estos huevos son ovales y rosáceos.

Al eclosionar dejan el corion blanquecino, por lo que podemos saber si los huevos han eclosionado levantando el caparazón y observando si el polvillo es rosáceo o blanquecino. Tiene dos fases larvales, ambas móviles, antes de alcanzar el estado de hembra adulta. Los daños los produce al alimentarse del floema, produce melaza y como consecuencia mucha negrilla. Suele tener dos generaciones siendo la de julio la más grave, el umbral de tratamiento se sitúa en más de un insecto vivo por estación de control.

Los productos más empleados para el control de esta plaga son el aceite mineral de verano y clorpirifos o piriproxifen si no existe cochinilla acanalada o cotonet y dejando refugio.

#### PIOJO GRIS (*Parlatoria pergandeii*)

Especie conocida en España desde antiguo, pero que no era considerada plaga de importancia en cítricos debido a que era controlada por *Aphytis hispanicus* (Mercet). A mediados de los 70 pasa a un primer plano, desplazando al piojo rojo que era el cóccido más importante en cítricos. Se cree que esto es debido al uso de fosforados polivalentes que han eliminado sus parásitos y a que el tratamiento tradicional de verano en cítricos no coincide con el máximo de formas sensibles de este cóccido, que suele tener lugar algo más tarde (agosto-septiembre). En variedades precoces es necesario adelantar el tratamiento estival para no afectar la maduración.

Los huevos permanecen bajo el escudo de la hembra durante un tiempo más o menos largo y su avivamiento es escalonado. Poseen velo ventral. Se le encuentra en tronco, ramas, hojas y frutos. Es una plaga de plantaciones adultas comenzando el ataque cuando las plantaciones tienen alrededor de 10 años. Las partes leñosas (ramas y tronco) son las que primero se infectan, pasando posteriormente a hojas (fundamentalmente en el haz) y frutos. En frutos, producen manchitas verdosas que se mantienen al realizarse el cambio de color. La mayor población se encuentra en el interior del árbol, donde puede llegar a formar una costra de escudos superpuestos. Los ataques más intensos al fruto se producen en clementinos, satsumas y variedades tardías. Se localiza sobre todo en las partes sombreadas leñosas. Las dos primeras generaciones se encuentran sobre la madera, mientras que la tercera se localiza preferentemente en el fruto. Por lo tanto, los daños pueden ser directos por succión de la savia y debilitamiento del árbol e indirectos por la presencia de la cochinilla en el fruto.

El umbral de tratamiento se sitúa en el 2% de fruta afectada en cosecha previa y/o 2% de fruto afectado. El momento óptimo del tratamiento es con un 50% de hembras con huevos y larvas (máximo de formas sensibles). En primera generación hay que tratar siempre antes del cierre del cáliz. Los productos más utilizados son el aceite de verano, clorpirifos solo en primera generación, metil-pirimifos dejando zonas refugio y piriproxifen si no existe cochinilla acanalada o cotonet y dejando siempre zonas refugio.

### SERPETA GRUESA (*Lepidosaphes beckii* Newman) y SERPETA FINA (*Insulaspis gloverii*)

Son especies muy extendidas y aunque polífagas, están estrechamente relacionadas con los cítricos. La serpeta gruesa es una plaga conocida desde muy antiguo en los cítricos españoles y la serpeta fina es de introducción más reciente. En la actualidad aumentan los daños que produce la serpeta gruesa, mientras que la serpeta fina apenas tiene importancia. Las serpetas eran una de las plagas contra las que se empleaba la tradicional fumigación cianhídrica del naranjo, que hoy ya no se aplica. Posteriormente se combatió con aceite mineral en verano, método que sigue vigente en la actualidad, complementándose con algunos fosforados. La serpeta fina prácticamente ha desaparecido tras la reciente introducción de su parásito *Encarsia elongata* Dozier.

El umbral de tratamiento se sitúa en el 2% de frutos con más de 10 escudos sobre un total de 100 frutos. El momento óptimo de tratamiento es en junio porque la población es más uniforme y ocasionalmente en agosto y septiembre.

Tratamiento en junio: piriproxifen, clorpirifos, metilclorpirifos.

Tratamiento en agosto: aceite mineral.

### PIOJO ROJO DE CALIFORNIA. (*Aonidiella aurantii* Maskell)

Especie extendida por la mayor parte de las zonas citrícolas del mundo. En España, aparece por primera vez en Aspe (Alicante) en 1.955. Posteriormente pasó desapercibida hasta 1985 en que se detectó algún foco en la Comunidad Valenciana y sobre todo en Andalucía. Vive sobre cítricos, aunque se le puede encontrar también sobre acacia, algodón, ficus, olivo, peral, rosal...

La larva al nacer tiene dos ojos, dos antenas y tres pares de patas funcionales. Es más larga que ancha y de color amarillo. Camina por la superficie vegetal hasta que se instala aprovechando alguna depresión en la que se fija y repliega patas y antenas. Aquí clava su estilete y va pasando por una serie de estadios. La hembra efectúa mudas de color marrón rojizo hasta que, fecundada y con los huevos en su interior, adquiere forma arriñonada, recubierta por una capa endurecida que le protegerá de distintos parásitos. Ataca a todas las partes del árbol, pero muestra preferencia por hojas y frutos. Es una de las especies más agresivas, sobre todo en variedades de recolección tardía. Daños directos se producen al succionar savia, dando lugar a amarilleamiento de hojas, tallos tiernos que a veces se secan y reducción en el tamaño del fruto. Como daños indirectos es destacable la depreciación que sufre el fruto por la presencia del parásito.

El umbral de tratamiento se sitúa en el 2% de fruta afectada en cosecha previa y/o 2% de fruto afectado. El momento óptimo de tratamiento es con un 50% de hembras con huevos y larvas, máximo de formas sensibles. En primera generación siempre antes del cierre del cáliz. Los productos más utilizados son el aceite de verano, clorpirifos solo en primera generación, metil-pirimifos dejando zonas refugio y piriproxifen si no existe cochinilla acanalada o cotonet y dejando zonas refugio.

### COTONET (*Planoccocus citri* Risso)

Es una especie cosmopolita y polífaga. De las cochinillas algodonosas es la que más daño ocasiona en los cítricos y vid, pero también ataca a otras muchas especies vegetales. En los cítricos se le encuentra en naranjo y limonero, siendo raro en mandarino. Se le conoce como cotonet o cochinilla algodonosa.

Debilita a la planta con sus picaduras cuando se encuentra sobre hojas y brotes. Cuando el fruto es pequeño tiene tendencia a situarse en el cáliz, y sus picaduras pueden originar la caída del fruto. En frutos grandes, a partir de agosto, presenta fuerte tendencia a situarse en la zona de contacto entre dos frutos o entre hoja y fruto, formando masas pegajosas algodonosas con abundante producción de melaza. Esta melaza, acompañada de la inevitable negrilla, produce también graves daños en la calidad de la fruta y altera los procesos fisiológicos de la planta.

El umbral de tratamiento se sitúa en un 15% de frutos con presencia y los productos más empleados en su control son aceite de verano, clorpirifos, metil-pirimifos dejando zonas refugio y metil-clorpirifos.

### PULGONES (Familia *Aphididae*)

Por pulgones de los cítricos se conoce a un grupo de insectos que se alimentan de estos vegetales y que se hallan incluidos en una serie de familias del orden Homóptero. Todos los pulgones que afectan a los cítricos españoles se incluyen en la familia *Aphididae*.

En España se hallan presentes la casi totalidad de las especies de pulgones que afectan con mayor intensidad a los cítricos.

Son insectos diminutos que presentan dos diferenciaciones morfológicas claras, encontrándose individuos ápteros (sin alas) e individuos alados. Los pulgones ápteros poseen el tórax y el abdomen indiferenciados; en los pulgones alados, tórax y abdomen se diferencian perfectamente. El aparato bucal es de tipo chupador, con un pico o rostro que apoya en la superficie y de un estilete que clava en el tejido vegetal y que consta de dos canales, por uno emiten saliva y por el otro absorben la savia.

### PULGÓN VERDE DE LOS CITRICOS (*Aphis spiraecola* Patch)

Es una especie cosmopolita que en los sesenta se detectó y difundió rápidamente por las zonas citrícolas Mediterráneas. En España pronto se puso a la cabeza de las especies por su mayor difusión entre los cítricos.

Produce graves daños en los cítricos. Deforma y enrolla las hojas, desde el ápice hacia el peciolo y desde el haz hacia el envés. Los brotes atacados interrumpen su crecimiento. Produce abundante melaza, a la que acuden las hormigas en gran número.

### PULGÓN DEL ALGODÓN (*Aphis gossypii*)

Es una especie cosmopolita, encontrándose en la mayoría de países productores de frutos cítricos. Produce ligeras alteraciones en las hojas y en los brotes tiernos sin que el limbo llegue a detener su crecimiento. Emite abundante melaza sobre la que puede desarrollarse la negrilla y también atrae a las hormigas. Normalmente provoca pocos enrollamientos en las hojas. Es el principal vector de la tristeza de los cítricos españoles y es especialmente preocupantes al haber incrementado su proporción y difusión recientemente.

#### PULGÓN VERDE DEL MELOCOTONERO (*Myzus persicae* Sulzer)

Es una especie cosmopolita que ocasiona daños en numerosos cultivos. Afecta por igual a naranjos, mandarinos y limoneros, situándose en el envés de las hojas tiernas en las que permanece hasta que la hoja se endurece ligeramente.

Sus daños en los cítricos son moderados. Suele presentarse disperso entre diversas colonias de *Aphis spp.* o *Toxoptera spp.* de los que se puede diferenciar por sus características especiales. Puede amarillear, deformar las hojas y reducir el vigor del arbolado.

#### PULGÓN NEGRO DE LOS CÍTRICOS (*Toxoptera aurantii*)

Es una especie cosmopolita, que se halla presente en todas las áreas citrícolas del Mundo. Se sitúa en el envés de las hojas tiernas, en las yemas florales y en los frutos recién cuajados, de los que extraen gran cantidad de savia. Las hojas se endurecen y deforman ligeramente. Los ramos se acortan. Los pequeños frutos caen o evolucionan con cierta dificultad. Emite abundante melaza sobre la que se puede desarrollar la negrilla y proporciona alimento a las hormigas que pululan entre las colonias. Los tratamientos más eficaces son los realizados precozmente, antes de que la población alcance niveles elevados. La peligrosidad del ataque depende mucho de las condiciones ambientales, y es difícil fijar una época de tratamiento.

En los árboles adultos no se recomienda tratamientos siempre que no exista una brotación importante, tratar sólo los plantones cuando haya más del 10% de brotes nuevos atacados por *Aphis spiraecola* Patch y *Toxoptera aurantii*, o cuando haya más del 30% atacados por *Myzus persicae* y *Aphis gossypii*.

Se suele emplear deltametrin hasta floración, imidacloprid o metil-clorpirifos.

### 6.2.4. ÁCAROS

#### ÁCARO ROJO (*Panonychus citri*)

Es un ácaro tetranychidae que se detectó en nuestro país en la provincia de Alicante y desde entonces se ha extendido por toda la citricultura nacional. Es una plaga muy importante de los cítricos en la mayoría de los países en los que se cultivan. En España, está extendido por todas las zonas y puede producir daños graves, sobre todo en variedades del grupo Navel. En cualquier caso, puede atacar a todos los cítricos, tanto naranjo dulce, en todas sus variedades, como clementino, satsuma y limonero.

*Panonychus citri* (Mc Gregor), pasa por una sucesión de estados, tales como huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Los huevos son esféricos y achatados adquiriendo la forma de cebolla de color rojo brillante. En el centro se eleva un tallo vertical como mástil, de cuyo extremo superior parten unas guías hacia la superficie de la hoja.

El ácaro se alimenta de la clorofila de los tallos, hojas y frutos. Cuando el ataque es muy intenso los órganos afectados toman un color plateado, sobre todo en hojas y frutos verdes. Los frutos, atacados en estado verde, no llegan a adquirir su coloración normal, pero sí una tonalidad amarillo-pálida, que les quita belleza y valor comercial, aunque no se ven afectados en sus propiedades organolépticas. Estos daños se aprecian únicamente en la zona del fruto expuesto directamente al sol. También puede producir defoliaciones graves con condiciones ambientales de humedad relativa baja o déficit hídrico y viento.

El umbral de tratamiento se sitúa en más del 20% de hojas con formas móviles. Se suele tratar a final de primavera y verano con aceite mineral, dicofol, fenbutestan y hexitiazox. Se recomienda no tratar si la relación del fitoseído/ácaro rojo es 1/2.

#### ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*)

Es una especie que ataca a gran cantidad de plantas cultivadas, bien al aire libre como en invernadero y tanto de porte herbáceo como leñoso y que puede también causar importantes daños en cítricos. El clementino es una especie particularmente sensible a este ácaro por las graves y súbitas defoliaciones que puede llegar a producir. También en limonero es una grave plaga por desarrollar colonias sobre los frutos, dando lugar a manchas herrumbrosas que los deprecian. Otras especies de cítricos como satsuma o naranja dulce son menos susceptibles a esta plaga.

*Tetranychus urticae*, pasa por una sucesión de estados, tales como huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Los huevos son esféricos, lisos y amarillentos. Al final del proceso de maduración se observan los ojos rojos de la futura larva. La hembra adulta suele ser de color rojizo anaranjado, con manchas oscuras en el interior. En ocasiones, estas manchas no se aprecian, por la coloración roja del tegumento.

El umbral de tratamiento se sitúa en el 10% de formas móviles o más del 2% de frutos afectados. Los productos empleados son fenbutestan y hexitiazox.

### **6.3. ENFERMEDADES**

#### **6.3.1. ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS**

##### AGUADO (*Phytophthora* spp.)

Los síntomas provocados por este hongo en el fruto es la pérdida de color natural (según esté verde o naranja) y pasa a un color gris oscuro en determinadas zonas y posteriormente a marrón y estas zonas afectadas no se ablandan en un primer momento. Los frutos que lo padecen terminan cayéndose.

Los tratamientos para evitar el aguado se darán antes de las 48 horas siguientes a las lluvias de primavera y en otoños lluviosos. La aplicación se hará en la parte superior del árbol con compuestos cúpricos o fosetil de aluminio.

#### PODREDUMBRE DEL CUELLO (*Phytophthora* spp.)

A causa de este hongo se produce una destrucción de raíces absorbentes y los síntomas que se pueden apreciar van desde exudación de goma en la base del tronco hasta amarilleamiento del nervio central de las hojas y seca de ramas. Ocasiona la caída de fruta al suelo y pérdida de producción.

Con la presencia de los síntomas, normalmente en primavera y otoño, realizaremos los tratamientos con compuestos cúpricos o fosetil de aluminio aplicados al suelo.

#### ALTERNARIA (*Alternaria* spp.)

La defoliación del árbol es uno de los principales síntomas de la Alternaria. Aparece una necrosis en las hojas y en los tallos de los brotes jóvenes. La enfermedad se puede detectar viendo cómo avanza el hongo a través de los nervios de las hojas.

Con la presencia de los síntomas realizaremos tratamientos con mancozeb.

### **6.3.2. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS**

Las enfermedades causadas por virus son las más temidas debido a que no existen tratamientos efectivos, la única estrategia existente es la prevención, mediante patrones resistentes, usando plantas certificadas y llevando a cabo la desinfección de los materiales de poda, a día de hoy no representan un problema grave en las plantaciones modernas.

#### TRISTEZA

Este virus causa la muerte de las células del floema del naranjo amargo, con lo que a nivel del injerto se consigue interrumpir el flujo de savia elaborada hacia las raíces a través de los tubos conductores, lo que provoca la desnutrición y muerte progresiva de las raíces, que a su vez se manifiesta en un suministro insuficiente de agua y de sales minerales a la copa. Afecta casi exclusivamente a los pies injertados en naranjo amargo, por lo que deben utilizar plantas certificadas de viveros autorizados que garanticen el buen estado sanitario de los pies madres. El virus de la tristeza puede ser transmitido por varias especies de pulgones siendo unos más eficientes que otros a la hora de transmitir el virus. En España, el pulgón *Aphis gossypii* es el más eficaz.

#### PSORIASIS

La psoriasis es una de las enfermedades más conocidas por los citricultores a escala mundial. Se diferencian dos tipos, el tipo A y el tipo B, la primera, más común, se caracteriza por una descamación lenta del tronco y ramas principales, la segunda se

desarrolla más rápidamente y afecta incluso a ramas delgadas. La enfermedad tarda al menos diez años en manifestar síntomas en campo. Pueden infectarse con esta enfermedad la mayoría de especies y variedades de cítricos, los clementinos parecen ser menos sensibles a la descamación y rara vez se observa en naranjos amargos y limoneros aunque estén infectados. La principal vía de propagación es el injerto, aunque parece ser que en Argentina, Uruguay y Texas se han encontrado evidencias de que la enfermedad se dispersa de forma natural, pero no se ha identificado el vector. El control de la enfermedad se basa en transmitir yemas libres del virus mediante un programa de certificación sanitaria.

### EXOCORTIS

Esta enfermedad es provocada por un viroide y produce en las especies sensibles grietas verticales y escamas en la corteza, manchas amarillas y grietas en los brotes tiernos así como enanismo. Son sensibles los patrones *Poncirus trifoliata*, sus híbridos los citrange Troyer y Carrizo, Lima Rangpur y cidro, así como algunas variedades de lima, pomelo y limonero, la mayoría de las variedades comerciales cultivadas en España son tolerantes, también son tolerantes los patrones amargos, mandarina Cleopatra, *Citrus volkameriana* y *Citrus macrophylla*. Cualquier variedad injertada sobre un patrón sensible es un árbol sensible a esta enfermedad.

El control de la enfermedad se basa en evitar la distribución del agente causal, sobre todo en árboles sensibles, mediante la utilización de plantas sanas procedentes de un programa de certificación, utilizar yemas sanas para el sobreinjerto (las yemas de plantaciones establecidas inicialmente con plantas certificadas no valen, ya que se puede haberse infectado durante el cultivo), y por supuesto la desinfección del material de poda y corte.

## **7. PRODUCCION Y RECOLECCION**

En los dos primeros años de la plantación no tendremos producción, el tercer año podemos esperar unos 4.000 kg por ha, que será la primera cosecha. Los años sucesivos la producción irá aumentando hasta alcanzar el séptimo año de la plantación en torno a los 24.000 kg por ha y una vez superado los diez años debemos alcanzar los 35.000 kg por ha. La recolección se hará con el mayor cuidado posible para evitar daños a los frutos, evitando recoger los frutos mojados. Se recolectará cuando las variedades superen los índices de madurez y contengan un mínimo del 35% de zumo. La recolección se hará de la forma que demande el mercado y la fruta se recogerá en cajas de 20 kg que serán colocadas sobre palés y se transportarán hasta el camión en un remolque acoplado al tractor o a granel en box de unos 300 kg que el tractor carga sobre el camión en torres de tres boxes.

Para la recolección se estima que será necesario una cuadrilla formada por un encargado, 20 recolectores, un tractorista y 2 cargadores.



**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO IV: TÉCNICAS DE CULTIVO

---

La recolección se llevará a cabo desde abril a junio, teniendo en cuenta la demanda del mercado.





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO V: INSTALACIÓN DE RIEGO

---

# **ANEJO V: INSTALACIÓN DE RIEGO**



## ÍNDICE

1. DISEÑO AGRONÓMICO	92
1.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSP. DEL CULTIVO	92
1.2. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS ( $N_n$ )	94
1.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES ( $N_t$ )	96
1.4. NÚMERO DE EMISORES POR ÁRBOL ( $n$ )	97
1.5. INTERVALO ENTRE RIEGOS, DURACIÓN Y DOSIS	99
1.6. DISTANCIA ENTRE EMISORES ( $D$ )	101
1.7. SECTORES DE RIEGO Y SUPERFICIE OCUPADA	101
2. DISEÑO HIDRÁULICO	101
2.1. ELECCIÓN DEL EMISOR	101
2.2. CRITERIO HIDRÁULICO	102
2.3. CRITERIO ECONÓMICO	102
2.4. CÁLCULO DEL RAMAL PORTAGOTEROS	103
2.5. CÁLCULO DEL RAMAL PORTALATERAL	103
2.6. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS SECUNDARIAS	105
2.7. ESTUDIO DE PRESIONES	105
2.8. PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DEL CABEZAL	106
2.9. POTENCIA NECESARIA DEL GRUPO DE BOMBEO	107
2.10. CANAL-BALSA	107
3. DISEÑO DEL CABEZAL DE RIEGO	108

## 1. DISEÑO AGRONÓMICO

El diseño agronómico va a determinar las necesidades de riego de la explotación y por tanto el diseño hidráulico.

### 1.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

#### 1.1.1. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET<sub>o</sub>)

Para la obtención de la ET<sub>o</sub> se han extraído los datos de la estación meteorológica de La Rinconada perteneciente a la Junta de Andalucía.

Los datos de la ET<sub>o</sub> son calculados con el método de Penman-Monteith.

El periodo estudiado comprende los años que van desde 2001 hasta 2015. En la tabla 26 están recogidos los datos medios de los años citados.

Tabla nº 26. Datos de la ET<sub>o</sub> (mm/día) medidos en la estación meteorológica de La Rinconada perteneciente a la Junta de Andalucía.

AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	1.13	2.26	2.90	5.10	4.95	6.31	5.69	5.02	3.90	2.82	1.84	1.58
2002	1.55	2.28	3.23	4.26	5.67	6.37	6.44	5.44	3.61	2.86	1.56	1.14
2003	1.46	1.84	3.42	4.00	5.77	5.91	5.87	5.79	5.50	2.50	1.59	1.23
2004	1.29	2.05	2.99	4.62	4.94	6.78	6.61	5.82	4.50	2.82	1.94	1.51
2005	1.92	2.42	3.77	5.11	5.45	5.73	5.85	5.58	5.17	2.74	1.82	1.61
2006	1.26	1.83	2.84	4.18	5.89	6.57	7.08	6.20	4.70	2.93	1.61	1.34
2007	1.42	1.82	3.70	3.79	5.11	5.57	6.62	5.57	4.40	3.55	2.59	1.41
2008	1.57	2.66	3.65	4.63	4.78	6.94	6.83	6.14	4.10	2.69	1.87	1.23
2009	1.25	2.12	3.70	4.62	5.95	5.94	6.68	6.38	5.26	3.66	2.28	1.47
2010	1.54	2.81	2.98	4.69	6.01	5.35	6.34	5.78	4.68	2.76	1.41	1.19
2011	1.24	1.92	2.87	4.25	4.73	6.12	7.35	6.74	5.12	3.95	1.64	1.32
2012	1.61	2.79	4.13	4.24	5.90	6.44	6.93	6.42	4.95	2.87	1.39	0.98
2013	1.34	1.96	2.25	4.26	5.13	6.36	6.54	5.90	4.52	2.87	2.20	1.77
2014	1.32	1.72	3.62	4.44	5.94	5.72	6.01	6.30	4.17	3.12	1.72	1.19
2015	1.56	2.32	3.47	4.19	6.14	6.44	6.97	5.99	4.54	2.38	2.14	1.69
MEDIA	1.43	2.19	3.30	4.43	5.49	6.17	6.52	5.94	4.61	2.97	1.84	1.38
Año medio de Eto (mm/día)				3.85								

Fuente: Estación meteorológica de La Rinconada perteneciente a la Junta de Andalucía.

### 1.1.2. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

#### (ET<sub>c</sub>)

La evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>) es la cantidad de agua que se consumirá en nuestra parcela en evaporación y transpiración. La estimación del cálculo la haremos teniendo en cuenta la demanda evaporativa de nuestra localidad, estimada mediante la ET<sub>o</sub> de la Tabla 26, y las condiciones de nuestro cultivo y su estado fenológico, estimado con el coeficiente de cultivo K<sub>c</sub>.

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Donde:

ET<sub>o</sub>: Evapotranspiración de referencia (mm/día)

K<sub>c</sub>: Coeficiente de cítricos adultos (Fuente: Castel, J.R. 2001)

Los datos obtenidos se reflejan a continuación (tabla 27).

Tabla nº 27. Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) y evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>)

MES	ET <sub>o</sub> (mm/día)	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> (mm/día)
ENERO	1.43	0.66	0.94
FEBRERO	2.19	0.65	1.42
MARZO	3.30	0.66	2.18
ABRIL	4.43	0.62	2.75
MAYO	5.49	0.55	3.02
JUNIO	6.17	0.62	3.83
JULIO	6.52	0.68	4.43
AGOSTO	5.94	0.79	4.69
SEPTIEMBRE	4.61	0.74	3.41
OCTUBRE	2.97	0.84	2.49
NOVIEMBRE	1.84	0.73	1.34
DICIEMBRE	1.38	0.63	0.87

(Fuente: Castel, J.R. 2001)

### 1.1.3. CÁLCULO DE LA ET<sub>c</sub> CORREGIDA (ET<sub>cr</sub>)

La ET<sub>c</sub> calculada no se corresponde aún con la de nuestro cultivo, ya que hay que incluir varios factores que ajusten mucho más la cantidad de agua empleada, en concreto el tamaño de los árboles, la advección y un corrector de las variaciones climáticas. Este último permite amortiguar las diferencias entre el año medio y los años más desfavorables.

$$ET_{cr} = ET_c \times K_r \times K_a$$

Donde:

ET<sub>c</sub>: Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

K<sub>r</sub>: Coeficiente corrector por variación climática.

K<sub>a</sub>: Coeficiente corrector por advección.

K<sub>r</sub>: Es un coeficiente de mayoración debido al uso de valores medios climáticos para el cálculo de ET<sub>c</sub>, mejoraremos las necesidades un 20%, por lo que K<sub>r</sub> tomará un valor de 1.20.

K<sub>a</sub>: Está en función del tamaño de la superficie regada y la naturaleza del cultivo, para nuestro caso tomará un valor de 0.86.

Por tanto la ET<sub>cr</sub> queda recogida en la tabla 28.

Tabla nº 28. Evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>), coeficientes correctores, K<sub>r</sub>, K<sub>a</sub> y evapotranspiración del cultivo (ET<sub>cr</sub>) corregida:

MES	ET <sub>c</sub> (mm/día)	K <sub>r</sub>	K <sub>a</sub>	ET <sub>cr</sub> (mm/día)
ENERO	0.94	1.2	0.86	0.97
FEBRERO	1.42	1.2	0.86	1.47
MARZO	2.18	1.2	0.86	2.25
ABRIL	2.75	1.2	0.86	2.84
MAYO	3.02	1.2	0.86	3.12
JUNIO	3.83	1.2	0.86	3.95
JULIO	4.43	1.2	0.86	4.57
AGOSTO	4.69	1.2	0.86	4.84
SEPTIEMBRE	3.41	1.2	0.86	3.52
OCTUBRE	2.49	1.2	0.86	2.57
NOVIEMBRE	1.34	1.2	0.86	1.38
DICIEMBRE	0.87	1.2	0.86	0.90

## 1.2. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES NETAS (Nn)

Las necesidades netas de agua de nuestro cultivo serán las anteriores pero restándole la precipitación efectiva, o agua de lluvia que se aprovecha, por tanto las Nn tendrán la siguiente expresión:

$$Nn = ET_{cr} - Pe$$

Para calcular la precipitación efectiva de cada mes utilizaremos el siguiente criterio:

Si la precipitación del mes es mayor de 75 mm/mes...  $Pe = 0.8 \times (P-10)$ .

Si la precipitación del mes es menor de 75 mm/mes...  $Pe = 0.6 \times (P-10)$ .

La precipitación media y la precipitación efectiva se muestran a continuación (tabla 29).

Tabla nº 29. Precipitación media y efectiva para el año medio.

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm/mes)	PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm/mes)
ENERO	66	33.6
FEBRERO	50	24
MARZO	36	15.6
ABRIL	54	26.4
MAYO	30	12
JUNIO	10	0
JULIO	2	0
AGOSTO	5	0
SEPTIEMBRE	27	10.2
OCTUBRE	68	34.8
NOVIEMBRE	91	64.8
DICIEMBRE	99	71.2

Al hacer el balance, la diferencia entre  $ET_{cr}$  y  $Pe$ , los números mayores que 0 indicarán que las necesidades del cultivo superan la lluvia por lo que sería preciso regar. En cambio, aquellos valores inferiores o iguales a 0 indican que las necesidades estarán satisfechas.

En la tabla 30 se detallan los datos de necesidades netas para el año medio.

Tabla nº 30. Necesidades netas para el año medio:

MES	$ET_{cr}$ (mm/mes)	Precipitación Efectiva (mm/mes)	$N_n$ (mm/mes)	$N_n$ (mm/día)
ENERO	30.07	33.6	-3.53	0
FEBRERO	41.16	24	17.16	0.61
MARZO	69.74	15.6	54.14	1.75
ABRIL	85.14	26.4	58.74	1.96
MAYO	96.62	12	84.62	2.73
JUNIO	118.58	0	118.58	3.95
JULIO	141.72	0	141.72	4.57
AGOSTO	150.04	0	150.04	4.84
SEPTIEMBRE	105.57	10.2	95.37	3.18
OCTUBRE	79.66	34.8	44.86	1.45
NOVIEMBRE	41.49	64.8	-23.31	0
DICIEMBRE	27.83	71.2	-43.37	0

Según los datos de la tabla 30, tendremos un calendario de riego para el año medio que irá desde febrero hasta octubre.

### 1.3. CÁLCULO DE LAS NECESIDADES TOTALES (N<sub>t</sub>)

Las necesidades totales incluyen las pérdidas estimadas por percolación profunda, por salinidad y por uniformidad en el sistema de riego, según la expresión:

$$N_t = \frac{N_n}{(1-K) \cdot CU}$$

Donde:

N<sub>t</sub>: Necesidades totales (mm).

N<sub>n</sub>: Necesidades netas.

CU: Coeficiente de uniformidad del riego.

K: Es el mayor de los coeficientes calculados para la eficiencia en la aplicación y las necesidades de lavado.

El cálculo de K se realiza con las expresiones:

$$K = 1 - E_a$$

$$K = RL$$

Donde:

E<sub>a</sub>: Eficiencia de aplicación.

RL: Requerimientos de lavado.

a)  $K = 1 - E_a = 1 - 0.95 = 0.05$

El valor de E<sub>a</sub> está estimado según la profundidad de raíces y la textura del suelo (Keller, 1978) para climas cálidos:

En la tabla 31 se reflejan los datos de E<sub>a</sub> según la profundidad de raíces (< 0.75 m a > 1.5 m) y la textura del suelo (desde muy porosa a fina)

Tabla nº 31. Valores de E<sub>a</sub> según la profundidad de raíces y la textura del suelo.

Profundidad de raíces (m)	Muy porosa	Arenosa	Media	Fina
< 0.75	0.85	0.9	0.95	0.95
0.75-1.5	0.9	0.9	0.95	1
> 1.5	0.95	0.95	1	1

(Fuente: Keller, 1978)

b)  $K = RL$

Para hallar el requerimiento de lavado que permita obtener el nivel de sales adecuado en el suelo utilizaremos la siguiente fórmula para riegos de alta frecuencia:

$$R_L = \frac{CE_a}{2 \max CE_e}$$

Donde:

CE<sub>a</sub>: Conductividad eléctrica del agua de riego en dS/m que según veíamos en el Anejo III es de 1.011 dS/m

CE<sub>e</sub>: Conductividad eléctrica del extracto de saturación para la cual la productividad es del 0%, expresado en dS/m: 8 dS/m (Mass-Hoffman 1977).

$$RL = CE \text{ agua riego} / (CE \text{ extracto que produce } 0\% \text{ producción} \times 2)$$

$$RL = 1.011 / 2 \times 8 = 0.063. \quad RL = K = 0.063$$

CU: Este coeficiente se debe imponer en el diseño y depende de factores económicos de forma que cuanto mayor sea, más uniforme será el riego y tendremos menor gasto de agua, lo que ocasionará una instalación de riego más cara. En nuestro caso, consideraremos que este coeficiente es de 0.90. Las necesidades totales según los cálculos anteriores y considerando K=0.063 se presentan en la Tabla 32.

Tabla nº 32. Necesidades totales para el año medio de la plantación.

MES	Nn (mm/día)	Nt (L/ árbol y día)
ENERO	0	0
FEBRERO	0.61	12.81
MARZO	1.75	36.75
ABRIL	1.96	41.16
MAYO	2.73	57.33
JUNIO	3.95	82.95
JULIO	4.57	95.97
AGOSTO	4.84	101.64
SEPTIEMBRE	3.18	66.78
OCTUBRE	1.45	30.45
NOVIEMBRE	0	0
DICIEMBRE	0	0

Las necesidades netas máximas por árbol para nuestro marco de plantación (6 x 3.5 = 21 m<sup>2</sup>) es la siguiente:

$$Nt \text{ árbol} = Nt \times \text{marco} = 4.84 \text{ mm/día} \times 21 \text{ m}^2 = 101.64 \text{ L/ árbol y día.}$$

#### **1.4. NUMERO DE EMISORES POR ÁRBOL (n)**

El número de emisores viene dado por la siguiente expresión:

$$n = \text{Superficie mojada por planta} / \text{superficie mojada por emisor} = \text{Superficie ocupada por árbol} \times P / 100 \times \text{superficie mojada por emisor}$$

Donde:

P: Porcentaje de superficie mojada.

#### 1.4.1. PORCENTAJE DE SUPERFICIE MOJADA (P)

Se recomienda que el porcentaje sea el 50% de la superficie sombreada, por tanto teniendo en cuenta que la superficie sombreada es 9.62 m<sup>2</sup>, P será igual a 4.81 m<sup>2</sup>.

#### 1.4.2. SUPERFICIE MOJADA POR EMISOR

Aunque lo recomendable es hacer una prueba de campo para comprobar la superficie mojada por el emisor, nos hemos guiado por los datos de la tabla de Keller (tabla 33), para emisores de 4 L/ h, teniendo en cuenta el tipo de suelo para tiempos de riego de unas 3 horas.

Tabla nº 33: Aproximación del diámetro mojado y espaciamiento con emisores de 4 L/ h según el tipo de suelo para tiempos de riego de unas 3 horas (Keller).

Textura del suelo	Diámetro mojado (m)	Espaciamiento entre emisores	
		Mínimo	Máximo
Fina	1.50	0.95	1.50
Media	1.10	0.70	1.00
Gruesa	0.75	0.45	0.70

La textura de nuestro suelo es media, con lo que el diámetro mojado se considera de 1.10 m, con una separación entre emisores de 1 m.

#### 1.4.3. CÁLCULO DE n

El número de emisores por planta (n) se calcula con la siguiente expresión:

$$n = \frac{\text{Superf. mojada por planta}}{\text{Superf. mojada por emisor}} = \frac{\text{Superf. ocupada por planta} \cdot P}{100 \cdot \text{Superf. mojada por emisor}}$$

$$n = 9.62 \text{ m}^2 \times 50 / 100 \times 1 = 4.81 \text{ goteros.}$$

En cítricos tradicionalmente se colocan dos líneas de goteros, una por cada lado del árbol, optamos por colocar 6 goteros por árbol separados un metro entre sí y de un caudal de 4 L/ h.

Para saber si la elección de seis emisores es correcta es necesario calcular el solape, que debe tener un valor entre el 15 y el 30 %.

La distancia D entre emisores se calcula con la siguiente expresión:

$$D = r \left( 2 - \frac{S}{100} \right)$$

Donde:

D: Distancia entre emisores ( $D = 1$ )

r: Radio mojado para un suelo mojado (en nuestro caso  $r = 0.55$  para un suelo de textura media y para un tiempo de riego de unas 3 horas).

S: Solape en %.

$$1 = 0.55 \left( 2 - \frac{S}{100} \right); S = \frac{(2 \cdot 0.55 - 1) 100}{0.55}; \boxed{S = 18.18 \%}$$

El solape está comprendido entre el 15-30%, luego la elección de 6 emisores por árbol es adecuada.

## **1.5. INTERVALO ENTRE RIEGOS, DURACIÓN Y DOSIS DEL RIEGO**

### **1.5.1. INTERVALO ENTRE RIEGOS (I)**

En suelos de textura franca, como el nuestro, se recomienda regar a diario.

### **1.5.2. TIEMPO DE RIEGO**

La duración de riego viene dada por la siguiente expresión:

$$\boxed{T_r = \frac{N_t \cdot I}{n \cdot q}}$$

Donde:

$N_t$  : Necesidades totales (L/ árbol y día).

I: Intervalo entre riegos (días).

n: Número de goteros por árbol

q: Caudal de cada emisor. En nuestro caso será de 4 L/h.

Para el mes de máximas necesidades el tiempo de riego sería de:

$$T_r = 101.64 \text{ L/ árbol y día} \times 1 \text{ día} / (6 \text{ goteros} \times 4 \text{ L/h}) = 4.23 \text{ horas de riego}$$

En la tabla 34 se recogen los tiempos de riego diarios para todos los meses de riego.

Tabla nº 34. Dosis diaria por árbol y tiempo de riego para el año medio de la plantación.

MES	DOSIS DIARIA POR ARBOL (L/árbol y día)	TIEMPO DE RIEGO (h de riego)
FEBRERO	12.81	0.53
MARZO	36.75	1.53
ABRIL	41.16	1.71
MAYO	57.33	2.39
JUNIO	82.95	3.45
JULIO	95.97	3.99
AGOSTO	101.64	4.23
SEPTIEMBRE	66.78	2.79
OCTUBRE	30.45	1.27

### 1.5.3. DOSIS DE RIEGO (Dr)

Las necesidades de riego en litros por árbol y día se muestran en la tabla 34. A la hora de elaborar el balance hídrico anual no se ha tenido en cuenta la reserva de agua al comienzo de la primavera.

Como hemos comentado con anterioridad, nuestra finca se encuentra incluida en la comunidad de regantes del valle inferior del Guadalquivir, por tanto, estamos bajo la normativa de riego que rige esta comunidad. Los datos facilitados por los técnicos de dicha comunidad son los siguientes:

Cada parcela (5.6 ha aproximadas de superficie media) está provista de un hidrante con un diámetro de 4 pulgadas (se encuentran preparadas para el riego por superficie) capaz de suministrar un caudal de hasta 30 L/s. En lo que a riego por goteo, que en definitiva es el caso que nos ocupa, la cuota de agua es de entre 1,2 y 1,5 L/s ha con una presión efectiva de 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

El tiempo diario con disponibilidad de riego no está limitado, teniendo disponibilidad de agua durante todo el día. Además, en los meses de menor necesidad de riego, el agua procedente del canal se irá almacenando en la balsa de acumulación de agua que se va a construir para momentos de mayor necesidad y para periodos de sequía.

Los datos facilitados por la comunidad de regantes nos permiten llegar a la conclusión de que el agua de riego suministrada nos permite cubrir las necesidades hídricas de nuestro cultivo incluso en los meses de mayor demanda, como podemos demostrar con los siguientes cálculos:

- Necesidades máximas del cultivo:

$101.64 \text{ l/árbol día} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ l} \times 1 \text{ árbol}/21 \text{ m}^2 \times 10000 \text{ m}^2/1 \text{ ha} = 48.4 \text{ m}^3/\text{ha día}$   
 $\times 28 \text{ ha} = 1355.2 \text{ m}^3/\text{día}$  en el total de la finca.

- Agua de riego suministrada por la comunidad de regantes del valle inferior del Guadalquivir:

Elegimos un caudal entre los valores que nos proporcionan de 1,2 – 1,5 L/s ha, en este caso 1,50 L/s ha:

$1.50 \text{ L/s ha} \times 1\text{m}^3/1000 \text{ L} \times 3600 \text{ s/h} \times 24\text{h/día} = 129.6 \text{ m}^3/\text{ha día} \times 28 \text{ ha} = 3.628.8 \text{ m}^3/\text{día}$  en el total de la finca.

Como queda demostrado, el caudal de agua de riego suministrado es suficiente para abastecer las necesidades hídricas de nuestro cultivo.

### **1.6. DISTANCIA ENTRE EMISORES (D)**

La distancia entre emisores queda fijada en un metro entre ellos, teniendo en cuenta que el solape, calculado con anterioridad, se sitúa entre el 15-30 %.

### **1.7. SECTORES DE RIEGO Y SUPERFICIE OCUPADA**

a) El número mínimo de sectores de riego se obtiene dividiendo las necesidades máximas del cultivo ( $3.628.8 \text{ m}^3/\text{día}$ ) entre el caudal disponible ( $1.355.2 \text{ m}^3/\text{día}$ ):

$$3.628.8 \text{ m}^3/\text{día} / 1.355.2 \text{ m}^3/\text{día} = 2.67 \sim 3 \text{ sectores}$$

Superficie sector = Superficie total / nº sectores.

Superficie sector =  $28 \text{ ha} / 3 \text{ sectores} = 9.33 \text{ ha}$  en cada uno de los sectores.

b) Para calcular el número máximo de sectores de riego utilizamos la expresión:

$$\boxed{\text{N}^\circ \text{ sectores} = T_{\text{DR}} / t}$$

Donde:

$T_{\text{DR}}$  = tiempo diario disponible para el riego en horas

t = tiempo de riego en horas

$\text{N}^\circ \text{ sectores} = 24\text{h} / 4.23 \text{ h} = 5.67 \sim 5 \text{ sectores}$

La superficie de cada uno de los sectores se calcula dividiendo la superficie total de la finca entre el número de sectores de riego.

Superficie sector = Superficie total / nº sectores.

Superficie sector =  $28 \text{ ha} / 5 \text{ sectores} = 5.6 \text{ ha}$  en cada uno de los sectores.

Finalmente decidimos formar 5 sectores para tener unidades de riego más pequeñas.

Una vez finalizado el diseño agronómico, pasamos al cálculo del diseño hidráulico para nuestro sistema de riego localizado.

## **2. DISEÑO HIDRÁULICO**

### **2.1. ELECCIÓN DEL EMISOR**

El emisor que vamos a utilizar es un gotero autocompensante integrado en el lateral portagoteros de caudal 4 L/h.

Aunque la orografía del terreno es sensiblemente plana, este tipo de goteros nos permite tener portagoteros de mayor longitud y reducir el número de subunidades de riego dentro de cada sector, con el consecuente ahorro en terciarias, hidrantes, etc. Por otro lado, la diferencia de precios respecto a goteros turbulentos es cada vez menor.

Se ha optado por el sistema autocompensante “Azud PC-System”. Entre sus principales características se puede destacar que mantiene el caudal constante en un amplio rango de presión, en concreto, la curva con un rango efectivo de compensación deseable debe estar entre 10 y 40 m.c.a para mantener la uniformidad del riego frente a estas posibles variaciones de presión. Además de esto, cumple las características requeridas en cualquier emisor: poca sensibilidad a las obturaciones, elevada uniformidad de aplicación entre todos los goteros del lateral, resistencia a la agresividad química y ambiental y alta resistencia mecánica contra golpes y fricciones.

En resumen, la aportación del agua a las plantas debe ser lo más uniforme posible, por tanto, esta uniformidad constituye el punto de partida del diseño hidráulico de cualquier instalación de riego localizado, comenzando como hemos dicho por una adecuada elección del emisor, con una garantía del fabricante y un estricto cumplimiento de las normas de calidad, además por supuesto de un correcto dimensionado de la red de distribución, para lo cual pasamos a continuación a desarrollar el criterio hidráulico.

## **2.2. CRITERIO HIDRÁULICO**

El criterio hidráulico empleado en el caso de emisores autocompensantes (exponentes de descarga cercanos a cero) es teóricamente la diferencia de presión en el rango en el que son autocompensantes, por tanto, la máxima diferencia de presión vendría dada por la expresión:

$$\Delta H_s = H_{\max} - H_{\min} = 40 \text{ m.c.a} - 10 \text{ m.c.a} = 30 \text{ m.c.a}$$

En la práctica, este intervalo debe reducirse. Para asegurarnos, se acepta que la presión mínima de funcionamiento debe estar en 10 m.c.a y que la variación máxima de presiones en la subunidad debe estar entre 5-10 m.c.a, por lo que en nuestro caso tomaremos como referencia el valor medio de este intervalo y admitiremos una variación máxima de 7.5 m.c.a.

## **2.3. CRITERIO ECONÓMICO**

Se ha comprobado que el coste mínimo de la instalación ocurre cuando el 50 % de las pérdidas admisibles en la subunidad se producen en los laterales, mientras que el resto se produce en las tuberías terciarias o portlaterales.

$$\text{- Lateral} = 50\% \cdot 7.5 \text{ m.c.a.} = 3.75 \text{ m.c.a.}$$

- Portalateral= 50% · 7.5 m.c.a. = 3.75 m.c.a.

#### **2.4. CÁLCULO DE LATERALES PORTAGOTEROS**

Para el cálculo de la tubería portagoteros nos basaremos en el criterio de Pizarro, según el cual, en los riegos localizados de alta frecuencia, no es conveniente sobrepasar 1.5 m/s de velocidad en el interior de la tubería. Esto se consigue cuando el diámetro interno de la tubería cumple la fórmula que a continuación se expone:

$$DI > 0.236^{0.5} \times Q^{0.5}$$

Datos necesarios:

Número de emisores = longitud del lateral/Se

Longitud del lateral: 110 m (Plano nº 4. Red de riego).

Se (separación de los emisores): 1 m

Nº de emisores = 110 m/1 m = 110 emisores

q = 110 emisores x 4 L/h = 440 L/h

DI > 0.236<sup>0.5</sup> x 440<sup>0.5</sup>; DI > 0.485 x 20.97; DI > 10.17 mm

Una vez que ya conocemos los datos necesarios, elegimos una tubería de polietileno de baja densidad que consideramos adecuada para nuestro sistema de riego. Con estas premisas, nos decidimos por una tubería normalizada cilíndrica "Azud PC-System" de diámetro exterior 16 mm (tubería con espesor medio de 0.9-1 mm y diámetro interior 13.6 mm e intervalo de presión entre 10-40 m.c.a.), que podemos asegurar no supera la velocidad de conducción 1.5 m/s.

Al tratarse de una parcela prácticamente simétrica, el cálculo realizado es el mismo para todos los sectores de riego, por tanto, el lateral portagoteros de todos los sectores será como ya hemos adelantado un PEBD de 16 mm de diámetro.

Para finalizar, hemos de comentar que la topografía del terreno demuestra que nos encontramos ante una parcela sensiblemente plana (sin pendientes apreciables), por lo que no existe ningún tipo de problema con la longitud del lateral portagoteros para la tubería elegida.

#### **2.5. CÁLCULO DE LA TUBERÍA PORTALATERALES**

El cálculo del portalateral se realiza de forma análoga al de los laterales portagoteros. Para ello vamos a comenzar calculando el número de tuberías laterales portagoteros que parten de cada una de las tuberías laterales:

Nº de laterales = (Longitud tubería lateral/ distancia entre líneas de plantas) x 2 (laterales/línea) x 2 (lados)

### Sector 5

Longitud tubería lateral: 135 m.

Distancia entre líneas de plantas: 6 m.

Por tanto:

Nº de laterales =  $(135 \text{ m}/6 \text{ m}) \times 2 \times 2 = 90$  laterales.

El caudal que circulará hasta el lateral más alejado, será:

$Q_{(\text{tubería lateral})} = \text{nº laterales} \times Q_{(\text{lateral portagoteros})}$

$Q_{(\text{tubería lateral})} = 90 \text{ laterales} \times 440 \text{ L/h} \text{ y lateral} = 39600 \text{ L/h} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L} = 39.6 \text{ m}^3/\text{h}.$

Para el cálculo de la tubería portalaterales nos basaremos en el criterio de Pizarro, según el cual, en los riegos localizados de alta frecuencia, no es conveniente sobrepasar 1.5 m/s de velocidad en el interior de la tubería. Esto se consigue cuando el diámetro interno de la tubería cumple la fórmula que a continuación se expone:

$$\boxed{DI > 0,236^{0,5} \times Q^{0,5}}$$

$Q=39.600 \text{ l/h}$

$DI > 0.485 \times 39.600^{0,5}$ ;  $DI > 96.51 \text{ mm}$

Con estos datos nos decidimos por una tubería de PVC de 110 mm de diámetro nominal y 103.6 mm de diámetro interior y 6 atmósferas de presión. Análogamente a lo realizado para el caso de las tuberías portagoteros, ayudándonos en este caso del diagrama para la determinación de pérdidas de carga en tuberías PVC (6 atm), obtenemos un valor de  $J = 1 \%$ .

El valor del coeficiente de Christiansen (F) para una longitud de 135 m de tubería y 45 tramos entre laterales con una distancia al primer lateral 1/2 y para una tubería de PVC, arroja un resultado:  $F = 0.362$

La longitud (L) en este caso viene dada únicamente por la longitud de la tubería lateral, aunque vamos a ampliar la longitud un 15 % para tener en cuenta las pérdidas de carga localizadas.

$L = 135 + 15 \% (135) = 155.25 \text{ m}$

Con todos estos valores, pasamos al cálculo de la pérdida de carga que tiene lugar en cada una de las tuberías laterales:

$$\boxed{h_r = L \times J \times F}$$

Calculando:

$h_r = 155 \times 0.01 \times 0.362 = 0.562 \text{ m.c.a.}$

Como podemos observar, el resultado está muy por debajo del límite establecido con anterioridad de 3.75 m.c.a, por lo que la elección de tubería es totalmente admisible.

### Sectores 1, 2, 3 y 4

Del mismo modo que en el apartado anterior, al tratarse de unas parcelas prácticamente simétricas, el cálculo de tubería lateral también será correcto para el resto de sectores.

Como conclusión, las subunidades de riego tendrán:

- Laterales portagoteros PEBD  $\varnothing = 16$  mm
- Portalaterales PVC  $\varnothing = 110$  mm/ 6 atm

### **2.6. CÁLCULO DE LA TUBERÍA SECUNDARIA**

Para el cálculo del diámetro de la tubería secundaria nos basaremos en los datos del caudal y en el criterio de Pizarro, según el cual, no es conveniente sobrepasar 1.5 m/s de velocidad en el interior de la tubería. Esto se consigue cuando el diámetro interno de la tubería cumple la fórmula que a continuación se expone:

$$DI > 0.236^{0.5} \times Q^{0.5}$$

Se va a tomar como referencia de tubería secundaria la del sector 5, por ser ligeramente más larga que el resto.

$$Q=79.200 \text{ l/h}$$

$$DI > 0.236^{0.5} \times 79.200^{0.5}; DI > 0.485 \times 281.42, DI > 136.48 \text{ mm}$$

Este resultado determina que hay que optar por una tubería de PVC de 160 mm de diámetro nominal y 150.6 mm de diámetro interior y 6 atmósferas de presión.

### **2.7. ESTUDIO DE PRESIONES**

Para realizar el cálculo de la red de riego, vamos a comenzar calculando la presión al origen del lateral más desfavorable mediante la expresión:

$$H_0 = H + h_r \pm \Delta Z$$

Donde:

$H_0$ : Presión en el origen del ramal (m.c.a.).

H: Establecemos una presión mínima de 10 m.c.a. en el gotero más desfavorable.

$h_r$ : Pérdida de carga en el ramal (m.c.a.).

$\Delta Z$ : Desnivel geométrico entre los extremos del ramal. Se toma signo positivo (+) cuando el desnivel es ascendente, y negativo (-) cuando el desnivel es descendente.

A continuación, calculamos la pendiente o desnivel de los extremos del lateral portagotos, que como hemos comentado es muy suave, prácticamente inexistente al tratarse de una parcela plana en su totalidad.

La diferencia de cotas entre el extremo final y el comienzo del lateral portagotos en el caso más desfavorable es de 1 m con una longitud ramal de 100 m.

Lateral más desfavorable:

$$H_0 = H + h_r \pm \Delta Z;$$

$$H_0 = 10 \text{ m.c.a} + 3.72 \text{ m.c.a} + 1 = 14.72 \text{ m.c.a.}$$

## **2.8. PRESIÓN NECESARIA EN EL ORIGEN DEL CABEZAL**

A continuación, se muestran los cálculos de la pérdida de carga en el tramo de tubería que conecta el cabezal de riego ubicado en la nave con la válvula desde donde parten las tuberías terciarias, concretamente hasta la válvula del sector 5 que es el más alejado del mismo, 583 m. Para ello utilizaremos tuberías de PVC de 160 mm de diámetro y 6 atmósferas de presión.

Vamos a utilizar de nuevo el diagrama para la determinación de pérdidas de carga en tuberías de PVC. En este caso al no existir salidas, no incluiremos el factor de Christiansen (F):

$$H_r = L \times J$$

$$L = 583 \text{ m}$$

$$J = 1 \%$$

Calculando:

$$H_r = 583 \times 0.01 = 5.83 \text{ m.c.a}$$

Como hemos venido haciendo hasta ahora, con este dato ya podemos calcular la presión al inicio de este tramo de tubería, o lo que es lo mismo, la presión a la salida del cabezal de riego:

$$H_{sc} = H_c + H_r (\text{secundaria}) + 10\% H_c \pm \Delta Z$$

Donde:

$H_{sc}$  = Presión a la salida del cabezal de riego

$H_c$  = Presión al origen de la tubería terciaria o portalateral

$H_r$  = Pérdida de carga en el tramo que transcurre desde el cabezal de riego a las válvulas de las tuberías terciarias.

10%  $H_c$  = Pérdidas de carga secundarias.

$\Delta Z$  = Desnivel geométrico entre los extremos del tramo de tubería.

Calculando:

$$H_{sc} = 14.72 + 5.83 + 2.82 + 0 = 23.37 \sim 24 \text{ m.c.a.}$$

El desnivel es inexistente, no existe diferencia de cotas en el tramo.

Una vez obtenemos la presión a la salida del cabezal de riego, únicamente hemos de sumar las pérdidas de carga que se producen en los filtros que van colocados en el propio cabezal para conocer la presión a la entrada del cabezal de riego:

$$H_{ec} = H_{sc} + H_r (\text{filtros})$$

$$H_r (\text{filtro de arena}) = 5 \text{ m.c.a}$$

$$H_r (\text{filtro de malla}) = 5 \text{ m.c.a}$$

Calculando:

$$H_{ec} = 24 + 5 (\text{filtro arena}) + 5 (\text{filtro anilla}) = 34 \text{ m.c.a.}$$

## **2.9. POTENCIA NECESARIA DEL GRUPO DE BOMBEO**

$$P = \gamma \times q \times H_m / \eta$$

Donde:

$$\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$$

$$Q = 79.2 \text{ m}^3/\text{h} (0.022 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$H_m = 34 \text{ m (Altura manométrica)}$$

$$\eta = 0.75$$

$$P = 9.800 \times 0.022 \times 34 / 0.75 = 9.773.86 \text{ W} = 13.28 \text{ c.v.}$$

## **2.10. CANAL- Balsa**

Durante los periodos de menor necesidad de riego se impulsará el agua del canal, que linda con la finca, hasta la balsa. Para ello, colocaremos una bomba en el canal desde donde bombearemos el agua.

La diferencia de cota entre la toma de agua y la salida de ésta en la balsa, que se realiza a la presión atmosférica, es 6.24 m.c.a.

Como en apartados anteriores, para dimensionar la tubería, nos basaremos en los datos del caudal y en el criterio de Pizarro:

$$DI > 0.236^{0.5} \times Q^{0.5}$$

Según la normativa de la comunidad de regantes del valle inferior del

Guadalquivir, para el riego por goteo, la cuota de agua es de entre 1,2 y 1,5 l/s ha:

$$1.5 \text{ l/s y ha: } 1.5 \text{ l/s ha} \times 28 \text{ ha} = 42 \text{ l/s}$$

Tomando como referencia 40 l/s (144.000 l/h), se obtiene el siguiente resultado:

$$DI > 0.236^{0.5} \times 144.000^{0.5} = 184.04 \text{ mm}$$

Con estos datos nos decidimos por una tubería de PVC de 200 mm de diámetro nominal y 188.02 mm de diámetro interior y 6 atmósferas de presión, la cual produce una pérdida de carga de  $J = 0.7/100 \text{ m}$ .

La longitud de la tubería es de 611.45 m.

Por tanto:

$$H_c = H + h_r \pm \Delta Z = 0 + (611.45 \text{ m} \times 0.7\%) + 6.24 \text{ m} = 10.52 \text{ m.c.a.}$$

La potencia de la bomba es la siguiente:

$$P = \gamma \times q \times H_m / \eta$$

Donde:

$$\gamma = 9800 \text{ N/m}^3$$

$$Q = 144 \text{ m}^3/\text{h} (0.04 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$H_m = 10.52 \text{ m (Altura manométrica)}$$

$$\eta = 0.75$$

$$P = 9.800 \times 0.04 \times 10.52 / 0.75 = 5.498.17 \text{ W} = 7.48 \text{ c.v.}$$

### **3. DISEÑO DEL CABEZAL DE RIEGO**

El cabezal de riego contará con un contador de agua tipo Woltman que irá colocado después de los filtros y será el encargado de medir los caudales utilizados, se instalarán tres manómetros, antes y después de los filtros, que por diferencia de presión nos indicarán el momento en que debemos limpiar los filtros, y otro lo más cerca posible de la bomba para comprobar la presión con la que impulsa el agua. Se colocarán válvulas de retención a la salida de cada filtro y a la salida de los tanques de fertirriego para evitar retrocesos.

Se incorporarán dos filtros de arena, para que siempre haya uno filtrando mientras se limpia el otro, para un caudal de  $79.2 \text{ m}^3$  y una velocidad del agua dentro del filtro de  $25 \text{ m/h}$ . La superficie filtrante ha de ser la siguiente:

$$S = q/V = 1.13 \text{ m}^2$$

Por tanto, cada filtro ha de tener una superficie de al menos  $0.56 \text{ m}^2$ .

El diámetro será de  $D = (4 \times S/\pi)^{1/2} = 0.84$  m, por tanto instalaremos los filtros de un diámetro inmediato superior.

También instalaremos filtros de malla, el orificio de esta será 1/7 veces el diámetro del gotero, el gotero tiene un diámetro de 1.55, lo que dividido entre 7 nos da 0.221 mm o lo que es lo mismo 221 $\mu$ m, esto es igual a 68 mesh. (el n° de mesh se puede definir como la capacidad de filtrado de una malla, o lo que es lo mismo el n° de orificios)

Para el cálculo de la superficie efectiva, tomaremos como velocidad máxima del agua dentro del filtro 1440 m/h e incrementaremos el caudal de riego en un 25%, como margen de seguridad.

$$q = 79.2 \text{ m}^3/\text{h} + (0.2 \times 79.2 \text{ m}^3/\text{h}) = 95.04 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Por tanto, la superficie efectiva =  $95.04 / 1440 = 0.066 \text{ m}^2$ , considerando una superficie efectiva de la malla de un 30%, la superficie será de  $0.22 \text{ m}^2$ . Luego instalaremos filtros de 100 mesh y de una superficie no inferior  $0.22 \text{ m}^2$  de superficie total.

El sistema de inyección irá colocado entre los filtros de arena y los de malla. Constará de tres tanques de 2000 litros cada uno para los fertilizantes (N,P,K) y uno de 1000 litros para los micronutrientes, y cuatro inyectoros de 0,75 c.v cada uno que proporcionaran los nutrientes adecuados a cada sector en cada momento. Cada uno de los depósitos llevará incluido un agitador de 0,5 c.v para homogeneizar la disolución antes de comenzar la inyección.

Como último elemento del cabezal, es necesario añadir un programador de riego adecuado para el control de la fertilización.





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO VI: FERTIRRIGACIÓN

---

# **ANEJO VI: FERTIRRIGACIÓN**



## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN	112
2. SISTEMA EMPLEADO	112
3. ELECCIÓN DE LOS FERTILIZANTES	112
4. NECESIDADES DE ABONADO	113
4.1. APORTE DEL AGUA DE RIEGO	113
4.2. NECESIDADES CULTIVO Y CÁLCULO ABONADO	115
4.3. REPARTO DE LOS FERTILIZANTES	119
5. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES	120
5.1. PLANIFICACIÓN DE FERTIRRIGACIÓN SIN MEZCLA	120

## **1. INTRODUCCIÓN**

La fertirrigación es la fertilización a través del riego por goteo. El objetivo principal de la fertirrigación es el aprovechamiento del flujo de agua del sistema de riego para transportar los elementos nutritivos que necesita la planta hasta el lugar donde se desarrollan las raíces, con lo cual se optimiza el uso de agua, los nutrientes y la energía, y se reducen la contaminación si se maneja adecuadamente. Los riegos se dan con dosis pequeñas de agua y muy frecuentes y la fertilización de igual forma se puede realizar con pequeñas aplicaciones de nutrientes en cada riego o cada varios riegos. De esta forma se consigue una eficiencia muy elevada del fertilizante al ser aplicado en una zona de alto desarrollo de raíces y por tanto de elevada actividad absorbente que se mantiene húmeda de una forma constante lo que facilita la absorción del nutriente. Se incrementan por tanto las ventajas del sistema localizado convencional pues la zona donde se localiza el fertilizante está permanentemente húmeda.

La fertirrigación debe plantearse como la única alternativa cuando el sistema de riego sea localizado, ya que significa una ventaja económica clara una vez instalado el sistema de riego: no es precisa la aplicación de nutrientes al suelo y su posterior incorporación, por lo que se ahorran labores y tiempo de trabajo.

## **2. SISTEMA EMPLEADO**

Nuestra explotación está formada por una sola variedad. Esta uniformidad representa una ventaja a la hora de planificar la fertilización: las necesidades de nutrientes serán las mismas y no variarán de unos árboles a otros, y además, al tratarse de una plantación nueva, el requerimiento de nutrientes irá evolucionando al mismo tiempo con el paso de los años. Por tanto, como ya hemos adelantado en el anejo de sistema de riego (anejo V), se instalará un equipo de fertirriego adherido al cabezal del sistema de riego que constará de tres tanques de 2000 litros de capacidad para cada uno de los tres macronutrientes (N, P, K) y un tanque de 1000 litros para completar el aporte de micronutrientes a las plantas cuando éstos sean necesarios y que también podrá ser utilizado para suministrar los productos indicados para el correcto mantenimiento del sistema y la red de riego. Además de estos depósitos, el equipo debe contar con un agitador que permita la disolución correcta de los distintos fertilizantes en el agua y un sistema de inyección para su correcta incorporación a la red de riego.

## **3. ELECCIÓN DE LOS FERTILIZANTES**

Los fertilizantes utilizados en fertirrigación deben ser productos muy solubles en agua para evitar que precipiten y obturen los emisores. Deben tenerse en cuenta dos factores: la compatibilidad de abonos (pues determinadas mezclas pueden dar lugar a

precipitados) y las características del agua de riego (salinidad y dureza) para prevenir la precipitación y posibles efectos negativos debido a un exceso de sales en la salida de los emisores.

Teniendo en cuenta estos factores y el tipo de suelo, el cultivo del que se trata y el criterio económico, se ha realizado la siguiente elección de fertilizantes:

### **Fertilizante nitrogenado: nitrato amónico (33,5%)**

El nitrato amónico posee una riqueza del 33,5% en N, donde la mitad se encuentra bajo forma nítrica de rápida acción, y la otra mitad bajo forma amoniacal de acción más retardada. De las dos formas, la nítrica, muy soluble al agua (2.190 g/l a una temperatura de 20°C) y de nula retención por el complejo absorbente del suelo, es asimilable por el cultivo de forma inmediata, cubriendo las necesidades que la planta presenta tras la aplicación del fertilizante.

La forma amoniacal sin embargo, aunque también soluble al agua, es retenida por el complejo absorbente de forma transitoria pasando posteriormente, y de manera gradual, a nitrógeno nítrico para cubrir así las necesidades posteriores del cultivo.

Además de estas características, el abono presenta una reacción ligeramente ácida, que teniendo en cuenta nuestro suelo y nuestra agua (pH ligeramente básicos), contribuirá a mantener la neutralidad del suelo y ayudará a que no se presenten problemas por obstrucción.

### **Fertilizante fosfatado: fosfato monoamónico (map)**

La riqueza del MAP es 12-60-0, también muy soluble (450 g/l a 20 °C) aunque requiere una buena agitación para su disolución. Posee un bajo efecto salinizante y una reacción ácida, por lo que también será una ayuda a la hora de prevenir obstrucciones. A todo esto hemos de añadir un precio muy económico que hace que su elección sea muy recomendable.

### **Fertilizante potásico: sulfato potásico**

Su riqueza es de un 50% en K<sub>2</sub>O, aunque en este caso la solubilidad no es muy elevada (110 g/l a 20 °C de temperatura). Su carácter es neutro y es un abono recomendado para suelos alcalinos. Además de estas características, podemos añadir que el sulfato potásico proporciona un aporte de azufre a las plantas.

## **4. NECESIDADES DE ABONADO**

### **4.1. APORTES DEL AGUA DE RIEGO**

Los aportes de ión nitrato por cada litro de agua de riego aplicada son importantes en los cálculos de abonado, ya que pueden llegar a suponer un aporte de nitrógeno nada

despreciable a lo largo del ciclo del cultivo. Además, tener en cuenta este aporte realizado por el agua de riego nos lleva a reducir gastos de abonado.

En el caso que nos ocupa, nuestro agua de riego tiene una concentración de 1.21 meq/l = 75.02 mg/l de ión nitrato.

Para calcular la cantidad de N/ha aportados por el agua de riego para un año completo de un árbol adulto, recurrimos a la siguiente fórmula:

$$\text{Kg N/ha} = ([\text{NO}_3^-] \times V_r \times 22.6 / 10^6) \times F$$

Donde:

[NO<sub>3</sub><sup>-</sup>]: Es la concentración de nitratos en el agua de riego expresada en p.p.m = mg/L. En nuestro caso 75.02 mg/L de ión nitrato, según análisis visto en el anejo nº3.

Vr: Volumen total de riego en m<sup>3</sup>/ha

Utilizando los datos de dosis diaria por árbol de la tabla nº 34 del anejo V, se pueden calcular los m<sup>3</sup> de riego/ ha al año que se exponen en la tabla 35.

Tabla nº 35: m<sup>3</sup> de riego por ha al año.

MES	DOSIS DIARIA POR ARBOL (L/árbol y día)	DOSIS DE RIEGO POR MESES (m <sup>3</sup> /ha/ mes)
FEBRERO	12.81	170.73
MARZO	36.75	542.28
ABRIL	41.16	587.76
MAYO	57.33	845.96
JUNIO	82.95	1.184.53
JULIO	95.97	1.416.13
AGOSTO	101.64	1.499.80
SEPTIEMBRE	66.78	953.62
OCTUBRE	30.45	449.32
TOTAL m <sup>3</sup> de riego/ ha al año		7.650.14

22.6: Porcentaje de riqueza en N del NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

F: Factor que depende de la eficiencia del riego y considera la pérdida de agua. Oscila entre 0.5 y 0.8 en función del sistema de riego utilizado. En nuestro caso nos inclinamos por 0.8 al tratarse de un sistema de riego de máxima eficiencia.

Con todos estos datos podemos calcular la cantidad de N/ ha aportados por el agua de riego para un año completo de un árbol adulto:

$$\text{Kg N/ha} = ([\text{NO}_3^-] \times V_r \times 22.6 / 10^6) \times F$$

$$\text{Kg N/ha} = (75.02 \times 7.650.14 \times 22.6 / 10^5) \times 0.8 = 103\text{kg/ha}$$

El valor calculado se restará de las necesidades de nitrógeno de la plantación adulta en plena producción, a partir del séptimo u octavo año, para lo cual se tendrá en cuenta el volumen de agua a aportar.

#### 4.2. NECESIDADES DEL CULTIVO Y CÁLCULO DE ABONADO

Las necesidades nutritivas se definen como la cantidad de elementos nutritivos consumidos por la planta durante un ciclo vegetativo anual. En la determinación de estas se incluye el consumo en el desarrollo de nuevos órganos (vegetativos y reproductivos) y el crecimiento de los órganos permanentes.

Las hojas de ciclos anteriores (hojas viejas), se deben considerar como fuente de nutrientes, ya que al principio del ciclo vegetativo remobilizan, hacia los nuevos órganos, una proporción importante de su contenido en elementos móviles y, cuando las condiciones del medio y de la planta lo permite, recuperan parte de los elementos exportados.

Las necesidades nutritivas del naranjo para plantas de diferentes edades se exponen en la tabla 36.

Tabla nº 36: Necesidades nutritivas anuales para cítricos de diferentes edades.

EDAD (Años)	Gasto nutrientes (g/árbol)			Nutrientes cubiertos por hojas viejas (%)			Necesidades netas (g/árbol)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Plantón (2)	6.8	0.8	3.6	25	12	22	5.1	0.7	2.8
Desarrollo (6)	210	18	121	32	16	28	142	15	87
Adulto (>12)	667	53	347	32	17	29	453	44	246

Fuente: Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. MARM 2010.

Se muestra que parte de estos nutrientes son aportados por las reservas contenidas en las hojas viejas.

Los valores expuestos en esta tabla son de tipo medio y pueden sufrir variaciones en función de las características de la planta; sin embargo, tienen un valor indicativo aproximado de las necesidades reales de los agríos.

La planificación de la fertilización para nuestra explotación se llevará a cabo partiendo de los datos expuestos en la tabla 35, en función de la edad de la plantación, diámetro de copa, densidad de plantación y producción, siguiendo como modelo las recomendaciones del reglamento de Producción Integrada de cítricos. (BOJA Nº 34. Orden de 10 de febrero de 2015).

Esta planificación irá sufriendo modificaciones sucesivas en función del resultado de los análisis foliares realizados en los años sucesivos a fin de conocer el estado nutritivo de la plantación. El análisis foliar se considera un índice bastante preciso de la absorción de los diferentes elementos por parte de la planta, ya que las hojas son muy sensibles a los cambios de composición de medio nutritivo. Informa sobre la absorción real de los nutrientes por la planta, muestra la presencia de estados carenciales o excesivos y sugiere la aparición de antagonismos entre nutrientes. Para una correcta realización del análisis foliar debe tenerse en cuenta la edad de la plantación, los síntomas visuales de carencias nutricionales, los niveles productivos y sistemas de cultivo. Se realizará anualmente y se tendrán en cuenta los niveles nutritivos estándar de la tabla 37.

La toma de muestra de hojas para su analítica se realizará entre octubre y diciembre y se debe llevar a cabo de la siguiente forma:

- Seleccionar de una a dos hectáreas representativas.
- Muestrear entre 25 y 50 árboles situados en diagonal o en línea.
- Elegir 4 hojas por árbol, una por orientación, bien desarrolladas, con peciolo que serán del ciclo de primavera con edad comprendida entre 4 y 7 meses y sobre brotes sin frutos.

La interpretación del análisis foliar viene recogida en la tabla 37.

Tabla nº 37: Niveles críticos orientativos en hojas de naranjos.

Naranjos	Deficiente	Bajo	Normal	Alto
% Nitrógeno	< 2,30	2.30 – 2.50	2.51 – 2.80	2.81 – 3.00
% Fósforo	< 0,10	0.10 – 0.12	0.13 – 0.16	0.17 – 0.20
% Potasio	< 0,50	0.50 – 0.70	0.71 – 1.00	1.01 – 1.30

Fuente: Reglamento de producción integrada de cítricos.

Una vez realizados los análisis foliares en nuestra plantación, la fertilización se irá modificando o corrigiendo atendiendo a los resultados de los mismos, ya sea muy bajo, bajo, normal o alto en cada uno de los casos.

Para el cálculo de la fertilización de los tres macro nutrientes (N, P, K), primero hay que convertir las concentraciones de necesidades netas N, P y K (g/árbol) expuestas en la tabla 35, en óxidos o unidades de fertilizante (forma en la que vienen expresados estos elementos en los abonos): N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, multiplicando las concentraciones ya adelantadas, por los factores de conversión correspondientes en cada caso:

$$N \times 1 = N; P \times 2.3 = P_2O_5; K \times 1.2 = K_2O$$

Los valores resultantes de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, vienen resumidos en la tabla 38.

Tabla nº 38: Necesidades netas del cultivo (N, P, K) en g/árbol convertidas a necesidades netas por unidad de fertilizante (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O).

EDAD (Años)	Necesidades netas (g/árbol)			Unidades de fertilizante (g/árbol)		
	N	P	K	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Plantón (2)	5.1	0.7	2.8	5.1	1.61	3.36
Desarrollo (6)	142	15	87	142	34.5	104.4
Adulto (>12)	453	44	246	453	101.2	295.2

A continuación se calcula la fertilización de macronutrientes, en base al aporte de los abonos elegidos con anterioridad:

**a) Planificación de la fertilización para la primera etapa: Plantón (2 años).**

**- Fosfato monoamónico: (MAP) 12 – 60 – 0**

$1.61 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 766.36 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{ha} = 0.7664 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$   
(marco:  $6 \times 3.5 \text{ m}^2/\text{árbol}$ , equivale a 476 árboles/ ha).

$0.7664 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha} \times (100 \text{ MAP} / 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5) = 1.277 \text{ kg MAP} / \text{ha}$

El MAP realiza también un aporte de N:

$1.277 \text{ kg MAP/ha} \times (12 \text{ kg N} / 100 \text{ kg MAP}) = 0.153 \text{ kg N/ha}$

**- Nitrato amónico (33,5 %)**

$5.1 \text{ g N/árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 2427.6 \text{ g N/ha} = 2.4276 \text{ kg N/ha}$

$2.4276 \text{ kg N/ha} - 0,067 \text{ kg N/ha (Procedentes del MAP)} = 2.3606 \text{ kg N/ha}$

$2.3606 \text{ kg N/ha} \times (100 \text{ kg Nitrato amónico} / 33.5 \text{ kg N}) = 7.046 \text{ kg Nitrato amónico/ ha}$

Durante los primeros años de la plantación, estos kg de fertilizantes nitrogenado no serán aplicados, ya que como hemos comentado con anterioridad en el punto 4.1, los kg N/ ha que aporta el agua de riego cubrirán con creces la demanda de N por parte del árbol en este periodo.

**- Sulfato Potásico (50 % de K<sub>2</sub>O)**

$3.36 \text{ g K}_2\text{O/árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 1599.36 \text{ g K}_2\text{O} / \text{ha} = 1.5994 \text{ kg K}_2\text{O} / \text{ha}$

$1.5994 \text{ kg K/ha} \times (100 \text{ kg Sulfato potásico} / 50 \text{ kg de K}_2\text{O}) = 3.2 \text{ kg Sulfato potásico/ ha}$

**b) Planificación de la fertilización para la segunda etapa: Árbol en desarrollo (6 años).**

**- Fosfato monoamónico: (MAP) 12 – 60 – 0**

$34.5 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 16.422 \text{ g P/ha} = 16.422 \text{ kg P/ha}$  (marco: 6 x 3,5).

$16.422 \text{ kg P/ha} \times (100 \text{ kg MAP/ } 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5) = 27.37 \text{ kg MAP/ha}$

Aporte de N:

$27.37 \text{ kg MAP/ha} \times (12 \text{ kg N/ } 100 \text{ kg MAP}) = 3.284 \text{ kg N/ha}$

**- Nitrato amónico (33,5 %)**

$142 \text{ g N/ árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 67592 \text{ g N/ha} = 67.59 \text{ kg N/ha}$

El N aportado por el agua de riego (103 kg N/ha) y el suministrado por el MAP (3.28 kg N/ha) superan las necesidades de la planta y no hay que proporcionar más N en este periodo.

**- Sulfato potásico (50 % de K<sub>2</sub>O)**

$104.4 \text{ g K}_2\text{O/árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 49694 \text{ g K}_2\text{O/ha} = 49.69 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$

$49.69 \text{ kg K}_2\text{O/ha} \times (100 \text{ kg Sulfato potásico/ } 50 \text{ kg de K}_2\text{O}) = 99.38 \text{ kg Sulfato potásico/ha}$

**c) Planificación de la fertilización para la tercera etapa: árbol adulto (> 12 años)**

**- Fosfato monoamónico. (MAP) 12 – 60 – 0**

$101.2 \text{ g P}_2\text{O}_5/\text{árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 48171.2 \text{ g P/ha} = 48.17 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$  (marco: 6 x 3.5)

$48.17 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha} \times (100 \text{ kg MAP/ } 60 \text{ kg P}_2\text{O}_5) = 80.28 \text{ kg MAP/ha}$

Aporte de N:

$80.28 \text{ kg MAP/ha} \times (12 \text{ kg N/ } 100 \text{ kg MAP}) = 9.63 \text{ kg N/ha}$

**- Nitrato amónico (33.5 %)**

$453 \text{ g N/ árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 215628 \text{ g N/ha} = 215.62 \text{ kg N/ha}$

Restamos los aportes procedentes del MAP y agua de riego:

$215.62 \text{ kg N/ha} - 9.63 \text{ kg N/ha} - 103 \text{ kg N/ha} = 102.99 \text{ kg N/ha}$

$102.99 \text{ kg N/ha} \times (100 \text{ kg Nitrato amónico/ } 33.5 \text{ kg N}) = 307.43 \text{ kg Nitrato amónico/ha}$ .

### - Sulfato potásico (50 % de K<sub>2</sub>O)

$295.2 \text{ g K}_2\text{O/árbol} \times 476 \text{ árboles/ha} = 140515.2 \text{ g K}_2\text{O/ha} = 140.51 \text{ kg K}_2\text{O /ha.}$

$140.51 \text{ kg K}_2\text{O/ha} \times (100 \text{ kg Sulfato potásico/ 50 kg de K}_2\text{O}) = 281.03 \text{ kg Sulfato potásico/ ha.}$

En la tabla 39 recogemos los valores calculados para la fertilización de macronutrientes en las diferentes etapas de la vida de las plantas, teniendo así una visualización rápida de las cantidades de abono a aportar.

Tabla nº 39: Valores de MAP, Nitrato amónico y Sulfato potásico calculados para fertilización en los tres periodos de la plantación.

Naranjos (años)	MAP (kg/ha)	Nitrato amónico (kg/ha)	Sulfato potásico (kg/ha)
Plantón (2)	1.27	Aporte agua de riego	3.2
Desarrollo (6)	27.37	Aporte agua de riego	99.39
Adulto (> 12)	80.28	307.43	281.03

### 4.3. REPARTO DE LOS FERTILIZANTES

El reparto de la fertilización durante el año para una variedad temprana como la que nos ocupa (Powell Summer Navel<sup>®</sup>), distingue un calendario de fertilización que va desde febrero a septiembre y que desarrollamos en la tabla 39 con valores porcentuales sobre el total de producto abonado en cada uno de los casos.

Tabla nº 39: calendario de fertilización variedad temprana (% de nutrientes a aportar en cada mes respecto al total anual). Fuente: Reglamento de producción integrada de cítricos.

MESES	% N	% P	% K
ENERO	0	0	0
FEBRERO	5	10	5
MARZO	7	10	7
ABRIL	10	10	10
MAYO	15	15	12
JUNIO	18	15	14
JULIO	20	15	22
AGOSTO	15	15	22
SEPTIEMBRE	10	10	10
OCTUBRE	0	0	0
NOVIEMBRE	0	0	0
DICIEMBRE	0	0	0
TOTAL	100	100	100

Siguiendo estas directrices conseguiremos un correcto fraccionamiento del abonado a lo largo del año sobre el total de producto a aplicar calculado en el apartado anterior, y siempre dentro de la legislación que en la actualidad rige el mercado de comercialización de cítricos a nivel europeo.

## 5. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

Como ya hemos comentado con anterioridad, la aplicación de los fertilizantes se llevará a cabo desde los depósitos de abonado colocados a tal efecto en el cabezal de riego, desde donde serán inyectados a la red de tuberías y distribuidos a través del agua de riego a la totalidad de los árboles. En los tanques se preparará la disolución respetando en todo momento la solubilidad de los abonos.

### 5.1. PLANIFICACIÓN DE FERTIRRIGACIÓN SIN MEZCLAR ABONOS

El estudio de la planificación de fertirrigación se va a realizar teniendo en cuenta el mes de mayor aporte de nutrientes, que en nuestro caso es julio.

#### a) Cantidad de agua a aportar en cada riego en el mes de julio (L/ ha y riego)

$$\text{Dosis de riego} = \frac{95.97 \text{ L}}{\text{árbol y día}} \times \frac{476 \text{ árboles}}{\text{ha}} = 45681.72 \text{ L/ ha y riego}$$

#### b) Necesidades de abonos en el mes de julio

El abono a aportar en julio se expone en la tabla 40.

Tabla nº 40: Cantidad de cada fertilizante para árboles adultos en el mes de julio, mes de máximas necesidades.

NECESIDADES DE ABONOS EN EL MES DE JULIO			
	Kg/ ha de abono al año	% de nutrientes a aportar en julio	Kg/ ha de abono en julio
Fosfato monoamónico (MAP)	80.28	15 %	12.04
Nitrato amónico (33.5 %)	307.43	20 %	61.48
Sulfato potásico (50 % de K <sub>2</sub> O)	281.03	22 %	61.83
Total kg de fertilizantes/ha en julio			135.35

#### c) Máxima concentración de abonos que podemos aportar en cada riego (kg/ ha y riego)

La máxima concentración de sales que podemos aportar es 2 g/ L para una frecuencia de fertirriego/ frecuencia de riego = 1/ 2. (Pizarro, 1987).

Las sales las aportan los abonos y el agua de riego.

Sales proporcionadas por el agua de riego:

$$0.64 \times CE \text{ (dS/m a } 25 \text{ }^{\circ}\text{C)} = 0.64 \times 1.011 \text{ dS/m} = 0.647 \text{ g/L}$$

Máxima concentración de sales aportadas por los abonos:

$$2 \text{ g/ L} - 0.647 \text{ g/ L} = 1.35 \text{ g/ L}$$

$$\frac{1.35 \text{ g de abono}}{\text{L}} \times \frac{1 \text{ kg de abono}}{10^3} \times \frac{45681.72}{\text{ha y riego}} = 61.67 \text{ kg abono/ ha y riego}$$

Los abonos de que disponemos no los vamos a mezclar (por el efecto ión común).

**d) Cálculo de fertirriegos (teniendo en cuenta la limitación de no sobrepasar 61.67 kg abono/ha y fertirriego) y dosis de cada abono**

$$\text{MAP} = \frac{12.04 \text{ kg MAP /ha y mes}}{61.67} = 0.19 \Rightarrow 1 \text{ FR/ mes (12.04 kg/ ha y FR)}$$

$$\text{NO}_3\text{NH}_4 = \frac{61.48 \text{ kg NO}_3\text{NH}_4 \text{ /ha y mes}}{61.67} = 0.99 \Rightarrow 1 \text{ FR/ mes (61.48 kg/ ha y FR)}$$

$$\text{K}_2\text{SO}_4 = \frac{61.83 \text{ kg K}_2\text{SO}_4 \text{ /ha y mes}}{61.67} = 1.002 \Rightarrow 2 \text{ FR/ mes (30.91 kg/ ha y FR)}$$

**e) Comprobación para no sobrepasar la solubilidad máxima de los abonos**

La solubilidad de los abonos que se van a usar en la fertiurriagación se pueden observar en la tabla 41.

Tabla nº 41: Solubilidad de abonos utilizados para la fertirrigación.

Solubilidad (g/ L) a 20°C	
Fosfato momoamónico (MAP)	227 g/ L
Nitrato amónico	1630 g/ L
Sulfato potásico	120 g/ L

Cálculo para un tanque de 2.000 L:

**MAP:**

1 fertirriego: 12.04 kg/ ha y fertirriego x 28 ha = 337.12 kg/ fertirriego

$$\frac{337120 \text{ g}}{2000 \text{ L}} = 168.56 \text{ g/ L} < 227 \text{ g/ L (solubilidad máxima)}$$

**NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub>:**

1 fertirriego: 61.48 kg/ ha y fertirriego x 28 ha = 1721.44 kg/ fertirriego

$$\frac{1721440 \text{ g}}{2000 \text{ L}} = 860.72 \text{ g/ L} < 1630 \text{ g/ L (solubilidad máxima)}$$

**K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:**

30.91 kg/ ha y fertirriego x 28 ha = 865.48 kg/ fertirriego

$$\frac{865480 \text{ g}}{2000 \text{ L}} = 432.74 \text{ g/ L} > 120 \text{ g/ L (solubilidad máxima)}$$

En lugar de realizar dos fertirriegos de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en julio, se realizarán 8 para no sobrepasar la solubilidad máxima.

61.83/ 8 = 7.72 kg/ ha y fertirriego x 28 ha = 216.40 kg/ fertirriego

$$\frac{216400 \text{ g}}{2000 \text{ L}} = 108.2 \text{ g/ L} < 120 \text{ g/ L (solubilidad máxima)}$$

**f) Calendario de fertirrigación**

10 fertirriegos y 31 riegos. Frecuencia de riego =  $\frac{10}{31}$

La referencia de la frecuencia de riego 1/2 es adecuada.

El calendario de fertirrigación y riegos se muestra en la tabla 42.

Tabla nº 42: Días de riego y riego – fertilización durante el mes de julio, de máximas necesidades de aporte de abono.

Día	Riego/ Fertir.								
1	R	8	R+K	14	R+K	20	R+K	26	R+K
2	R+K	9	R	15	R	21	R	27	R
3	R	10	R	16	R	22	R	28	R
4	R	11	R+P	17	R+N	23	R+K	29	R+K
5	R+K	12	R	18	R	24	R	30	R
6	R	13	R	19	R	25	R	31	R

R: Riego sin abono

R + K, N o P: Fertirriego con el nutriente indicado

### g) Duración del riego

La parcela de 28 ha se divide en cinco sectores de 5.6 ha cada uno.

El tiempo de riego diario en julio es de 3.99 h en cada sector. (Dato extraído de la tabla nº 34. Dosis diaria por árbol y tiempo de riego para el año medio de la plantación. Anejo V. Instalación de riego).

Para la aplicación de fertilizantes se usa la parte central del tiempo de riego, de tal forma que quede tiempo antes y después del fertirriego para la limpieza de conducciones.

Para la aplicación de abonos se destinará el 80 % del tiempo:

$$3.99 \times 0.8 = 3.19 \text{ horas}$$

$$3.99 - 3.19 = 0.80 \Rightarrow \frac{0.8}{2} = 0.4 \text{ h (tiempo de solo riego al comienzo y al final)}$$

Como hemos demostrado, la concentración de fertilizantes para las condiciones más desfavorables, árboles adultos y mes de máximas necesidades, no supera el valor límite que podría resultar pernicioso. Por tanto, en principio no debemos tener ningún tipo de problema con la planificación de fertilización realizada.





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO VII: MAQUINARIA

---

# **ANEJO VII: MAQUINARIA**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	126
2. NECESIDADES DE MAQUINARIA Y APEROS	126
3. MAQUINARIA ALQUILADA. LABORES Y COSTE	126
4. ESTUDIO SOBRE ALQUILER O COMPRA DE MAQUINARIA	127
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA Y APEROS	127
4.2. RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y APEROS	129
4.3. COSTES DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y APEROS	130

## **1. INTRODUCCIÓN**

Para realizar una adecuada elección de la maquinaria y aperos necesarios en nuestra plantación, hay que conocer y delimitar cuáles serán las labores a realizar a lo largo de la vida de nuestra plantación. Para ello nos basamos en los anejos previos, sobre todo en el anejo IV Técnicas de cultivo.

La mayor parte de las labores que vamos a realizar para la nueva implantación y puesta en marcha de la explotación van a realizarse con maquinaria y aperos de alquiler, ya que son labores que rara vez volverán a repetirse, por lo menos durante la vida útil de la arboleda plantada.

## **2. NECESIDADES DE MAQUINARIA Y APEROS**

A continuación se van a describir las principales labores a realizar y la maquinaria usada para ello, además de señalar qué maquinaria será alquilada y cuál comprada. (Tabla 44).

Tabla nº 44: Labores a llevar a cabo en la plantación y maquinaria adquirida o alquilada necesaria.

LABOR	MAQUINARIA	ADQUIRIDA/ALQUILADA
Subsolado	Subsolador	Alquilado
Pase de escarificador	Escarificador	Alquilado
Pase con tasquivero	Tasquivero	Alquilado
Ensanche de caballones	Alomador	Alquilado
Instalación de riego y caminos	Retroexcavadora	Alquilada
Todas las que necesitan tractor	Tractor	Se analizará en el apartado 4.3
Tratamientos fitosanitarios	Atomizador y pulverizador	Se analizará en el apartado 4.3
Recolección	Remolque	Adquirido

## **3. MAQUINARIA ALQUILADA. LABORES Y COSTE**

La maquinaria que se cita no formará parte del parque de maquinaria de la finca porque sólo se va a utilizar en las labores previas al inicio de la explotación.

El coste del alquiler de la maquinaria incluye apero, tractor y operario.

- a) Subsolador: remueve y agrieta en profundidad la totalidad de la parcela a plantar. Se trabajará a una profundidad de 80 cm. La época de realización coincide normalmente con el final de verano, antes de las primeras lluvias, así se puede disponer de más tiempo para el resto de las labores preparatorias. El efecto del subsolado es más duradero y apelmaza menos el suelo con las lluvias posteriores que otras técnicas que también podrían ser llevadas a cabo, como por ejemplo el desfonde.  
Supone un coste de 60 €/ ha con una jornada de 10 h/ día.
- b) Escarificador: Desmenuza los terrones y deja el terreno mullido facilitando las labores posteriores. La profundidad de trabajo es de 15-20 cm.  
El coste del alquiler asciende a 30 €/ ha.
- c) Tasquivero: para formar caballones de 1.30 cm de ancho y 30 cm de alto. Tiene un coste de alquiler de 40 €/ ha.
- d) Alomador: ensancha los caballones con aportes de tierra. El ancho del caballón ha de ser de 3 m.  
Coste del alquiler: 60 €/ ha.
- e) Retroexcavadora: se utilizará para abrir y tapar las zanjas por las que discurrirán las tuberías, y se contratará la mano de obra necesaria para la correcta instalación de la red de riego. Además, será la encargada de la formación de los caminos de servicio.  
El coste de la retroexcavadora es de 38 €/ h y de 1 €/ m<sup>2</sup> de camino.

#### **4. ESTUDIO SOBRE ALQUILER O COMPRA DE MAQUINARIA**

La maquinaria comprada se va a emplear en labores periódicas. Son las siguientes:

- a) Tractor: Es necesario para realizar la tracción de los aperos oportunos para tratamientos y recolección.
- b) Pulverizador: es preciso para realizar tratamientos fitosanitarios.
- c) Atomizador: también se utilizará en tratamientos.
- d) Remolque con batea: se empleará para el transporte de la fruta en la recolección.

##### **4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA Y APEROS**

###### **TRACTOR FRUTERO:**

Potencia Max.: 62 Kw / 83 CV

4 cilindros turboalimentado

Doble tracción

Peso: 2.900Kg

Régimen: 540 rpm

Valor de adquisición: 26.500 €

Valor de desecho (25% Va tractor, según la ASAE, Asociación de Ingeniería Agronómica Americana): 6.625 €

#### PULVERIZADOR:

Capacidad del depósito: 1.000 litros

Potencia requerida: 17 CV

Anchura útil: 6 m

Rendimiento: 50%

Velocidad óptima: 4 - 10 Km/h (Para los cálculos utilizaremos el valor medio:7 km/h).

Valor de adquisición: 3.500 €

Valor de desecho (10% Va pulverizador, según la ASAE): 350 €

#### ATOMIZADOR:

Capacidad del depósito: 2000 litros.

Potencia requerida: 50 CV.

Anchura útil: 6 m.

Rendimiento: 50%.

Velocidad óptima: 4 - 10 Km/h (Para los cálculos utilizaremos el valor medio: 7 km/h).

Valor de adquisición: 7000 €

Valor de desecho (10% Va atomizador, según la ASAE): 700 €

#### REMOLQUE-BATEA DE UN SOLO EJE:

Capacidad: 4000 Kg (200 cajas)

Superficie: 3.30 x 1.90 = 6.27 m<sup>2</sup>

Valor de adquisición: 1200 €

Valor de desecho (10% Va remolque, según la ASAE): 120 €

## 4.2. RENDIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y APEROS

El rendimiento es un concepto asociado al trabajo. En la productividad influyen directamente factores como el peso, potencia, la transmisión de velocidades, estado de la maquinaria, etc., e indirectamente otros muchos factores como el clima, la disponibilidad de repuestos, la experiencia del operador, etc., que como podemos suponer no se pueden recoger en gráficos ni tablas y dependen más de la experiencia y el criterio de las personas dedicadas al cálculo de estas productividades.

En nuestro caso, nos limitaremos al cálculo de rendimientos que nos facilitan las distintas fórmulas, las tablas y los manuales facilitados por los fabricantes de maquinaria, para lo cual nos ayudaremos de las siguientes expresiones:

$$St = \frac{AU \times V}{10}$$

$$Sr = St \times R$$

$$Te = \frac{1}{Sr}$$

$$H = S \times Te$$

$$J = \frac{Te}{h}$$

Donde:

St: Capacidad de trabajo teórica o superficie de trabajo teórica (ha/h).

Sr: Capacidad de trabajo real o superficie de trabajo real (ha/h).

AU: Anchura útil (m).

V: velocidad óptima (Km/h).

S: Superficie útil de la finca (ha).

Te: Tiempo de ejecución (h/ha).

H: Nº de horas de trabajo de una jornada (6.5 horas).

J: Nº de jornadas de trabajo.

Con esta formulación y los datos técnicos recogidos en el apartado anterior, calculamos el rendimiento de la maquinaria adquirida:

### ATOMIZADOR

$$St = (6 \text{ m} \times 7 \text{ km/h}) / 10 = 4.2 \text{ ha/h}$$

$$Sr = 4.2 \text{ ha/h} \times 0.5 = 2.1 \text{ ha/h}$$

$$Te = 1 / 2.1 \text{ ha/h} = 0.48 \text{ h/ha}$$

$$H = 28 \text{ ha} \times 0.48 \text{ h/ha} = 13.44 \text{ h}$$

$$J = 13.44 \text{ h} / 6.5 \text{ h/jornada} = 2.06 \sim 2 \text{ jornadas}$$

### PULVERIZADOR

Los valores de rendimiento para el pulverizador serán exactamente los mismos

que los calculados para el atomizador, ya que los valores de anchura útil, velocidad óptima de trabajo y rendimiento coinciden plenamente.

### **4.3. COSTES DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y APEROS**

Evaluar los costes de operación o uso de maquinaria agrícola adecuadamente es muy importante porque éstos representan una parte importante del coste total de producción.

El coste de uso u operación de cualquier maquinaria agrícola o equipo depende fundamentalmente de cinco factores o condiciones de utilización relacionados: inversión inicial, intensidad de uso, mantenimiento, estado de conservación y antigüedad.

En general, cuanto mayor es la inversión inicial, el costo operacional tiende a elevarse; para contrarrestarlo es necesario generar con la maquinaria una intensidad de uso lo más cercana posible a su máximo potencial, realizando, durante su vida útil, de la mejor forma posible las labores de mantenimiento y reparación, de forma tal que el estado de conservación de la maquinaria se mantenga acorde a su antigüedad.

Estos factores y su manejo inciden de forma clara en el coste de utilización y son la base de todos los cálculos.

El coste de utilización de la maquinaria queda definido de forma general por la siguiente relación:

$\text{Costes totales (CT)} = \text{Costes fijos (CF)} + \text{Costes variables (CV)}$
--

El coste fijo (CF) es el coste, asociado o no al gasto de dinero, relacionado con la utilización de la maquinaria, y no cambia directamente con las variaciones de nivel o cantidad de utilización de la misma dentro de unos determinados valores de tamaño y tiempo.

Dentro de los costes fijos hemos de incluir:

- Amortización
- Intereses del capital invertido
- Seguros
- Impuestos

Por otra parte, los costes variables (CV) son aquellos costes asociados al gasto de dinero, que se generan sólo en la medida que la maquinaria esté utilizándose, y cuya magnitud está relacionada directamente con el nivel de exigencia de utilización dado.

Típicamente son ítems de labores, insumos e imprevistos, entre los que se encuentran:

- Combustibles
- Lubricantes, grasas

-Neumáticos

-Reparación y mantenimiento

Una vez conocidos estos conceptos vamos a realizar el cálculo de costes fijos, variables y totales para la maquinaria adquirida por la explotación. Para ello serán necesarios datos técnicos que hemos facilitado con anterioridad como el valor de adquisición y el valor de desecho, además de otros datos como el número de horas de trabajo y el tiempo (nº de años o vida útil) que hemos de fijar para el cálculo de los costes de utilización de las máquinas.

### **ATOMIZADOR**

Valor de adquisición (Va): 7000€

Valor de desecho (Vd): 700€

Nº de horas de trabajo (H): (máximo teórico vida útil = 1.200 h) \*

Tiempo (n): 10 años.

\*Este valor, como decimos, es el máximo teórico dado por el fabricante con un máximo de 10 tratamientos y de 2 jornadas por tratamiento. Por tanto:

10 tratamientos/ año x 13.44 h/ tratamiento x 10 años = 1.344 h.

Nº de horas de trabajo al año: 1.344 h/ 10 años = 134.4 h/ año.

Los cálculos efectuados para el máximo teórico de 1.200 horas sí que demuestran que los costes diarios son rentables para la maquinaria adquirida. Demostraremos así que la decisión más acertada es la de comprar este apero.

### **Costes fijos:**

Amortización (a) = (Va – Vd)/n

a = (7.000 – 700)/10 = 630 €/año

Interés (i) = interés anual x Va

Interés anual: 9%

I = 0.09 x 7000 = 630 €/año

Seguros e impuestos (s) = % Va

Hay que determinar un porcentaje del valor de adquisición que serán los costes de seguros e impuestos. Este porcentaje suele estar fijado en el 2.5%

s = 0.025 x 7.000 = 175 €/año

Total costes fijos (CF) = a + i + s

CF = 630 + 630 + 175 = 1435 €/año

CF(Máximo teórico) = 1.435 €/año x (10 años / 1200 h) = 11.96 €/h

$$CF(\text{Real}) = 1435 \text{ €/año} / 134.4 \text{ h de trabajo al año} = 10.67 \text{ €/h}$$

### Costes variables:

Costes por reparación y mantenimiento (GRM)

Para llevar a cabo el cálculo de costes variables (GRM) de uso de maquinaria es necesario definir algunos valores que nos van a ayudar a calcular el porcentaje respecto al valor de adquisición que suponen los costes de reparación y mantenimiento. Estos valores de porcentaje también se encuentran tabulados, por lo que podremos establecer una comparativa para asegurar la fiabilidad de los resultados.

$$X = (\text{horas acumuladas de trabajo de la máquina} / \text{horas vida útil de la máquina}) \times 100$$

$$y = 0.191 \times 101.4$$

Función que calcula el valor del coste acumulado y (% de valor de adquisición) para el grupo 6 de reparación y mantenimiento, al que pertenece el atomizador.

De tal modo que:

$$X = (1.344 / (10 \times 1200)) \times 100 = 11.16$$

$$y = 0.191 \times 101.4 = 4.8\%$$

El dato tabulado para el porcentaje de valor de adquisición que indica el coste de uso en un atomizador es del 5%, por tanto, podemos establecer que estamos llevando a cabo un cálculo correcto.

$$GRM = (y / 100) \times Va$$

$$GRM = (0.048 \times 7000) = 336 \text{ €/año.}$$

$$GRM (\text{Máximo teórico}) = 336 \text{ €/año} \times (10 \text{ años} / 1200 \text{ h}) = 2.8 \text{ €/h.}$$

$$GRM (\text{Real}) = 336 \text{ €/año} / 134.4 \text{ h de trabajo al año} = 2.5 \text{ €/h.}$$

Al no existir gasto de combustible y el de lubricantes ser muy pequeño a lo largo de la vida útil, el total de costes variables será:

$$\text{Total costes variables (CV) (Máximo teórico)} = GRM = 336 \text{ €/año} = 2.8 \text{ €/h.}$$

$$\text{Total costes variables (CV)(Real)} = GRM = 336 \text{ €/año} = 2.5 \text{ €/h.}$$

Totales:

$$CT = CF + CV$$

$$CT = 1.435 + 336 = 1.771 \text{ €/año.}$$

$$CT (\text{Máximo teórico}) = 11.96 + 2.8 = 14.76 \text{ €/h.}$$

$$CT (\text{Real}) = 10.67 + 2.5 = 13.17 \text{ €/h.}$$

El atomizador tiene un coste real por debajo del teórico, lo que quiere decir que la adquisición de este apero es la opción más rentable. No obstante, como el atomizador tiene relación directa con el tractor, se dejará la decisión de la compra o alquiler para el final del estudio.

Seguimos el mismo procedimiento, se calculan los costes del resto de la maquinaria:

Siguiendo la misma mecánica para el cálculo de costes:

### **PULVERIZADOR**

Va: 3500 €

Vd: 350 €

H: 1200 h

n: 10 años

10 tratamientos/ año x 13.44 h/ tratamiento x 10 años = 1.344 h.

Nº de horas de trabajo al año: 1.344 h/ 10 años = 134.4 h/ año.

#### **Costes fijos:**

$a = (3500 - 350) / 10 = 315 \text{ €/año}$

$i = 0.09 \times 3500 = 315 \text{ €/año}$

$s = 0.025 \times 3500 = 87.5 \text{ €/año}$

Total costes fijos (CF) = a + i + s

CF (Máximo teórico) = 315 + 315 + 87.5 = 717.5 €/año x (10 / 1200) = 5.98 €/h

CF (Real) = 717.5 €/año / 134.4 h de trabajo al año = 5.33 €/h

#### **Costes variables:**

Por reparación y mantenimiento (GRM)

$X = (1.344 / (10 \times 1200)) \times 100 = 11.16$

$y = 0,159 \times 101,4 = 4\%$  (coincide con el dato tabulado)

El pulverizador pertenece al grupo 5 de reparación y mantenimiento según ASAE, por eso la función difiere algo de la del atomizador (grupo 6) y de la del tractor (grupo 1) como veremos más adelante.

$GRM = 0.04 \times 3.500 = 140 \text{ €/ año}$

GRM (Máximo teórico) = 140 €/ año x (10 / 1.200) = 1.17 €/h

GRM (Real) = 140 €/ año / 134.4 h de trabajo al año = 1.04 €/h

Por las mismas razones argumentadas para el atomizador calculado con

anterioridad:

$$\text{Total costes variables (CV) (Máximo teórico)} = \text{GRM} = 140 \text{ €/año} = 1.17 \text{ €/h}$$

$$\text{Total costes variables (CV)(Real)} = \text{GRM} = 1.04 \text{ €/h}$$

Totales:

$$\text{CT} = \text{CF} + \text{CV}$$

$$\text{CT (Máximo teórico)} = 717.15 + 140 = 857.15 \text{ €/ año.}$$

$$\text{CT (Real)} = 717.15 + 140 = 857.17 \text{ €/h.}$$

$$\text{CT (Máximo teórico)} = 5.98 + 1.17 = 7.15 \text{ €/h.}$$

$$\text{CT (Real)} = 5.51 + 1.04 = 6.55 \text{ €/h.}$$

El coste anual del número máximo de horas anuales teóricas es algo mayor que el coste real por hora de uso del pulverizador.

El pulverizador tiene un coste real por debajo del teórico, lo que quiere decir que la adquisición de este aforo es la opción más rentable. No obstante, como el pulverizador tiene relación directa con el tractor, se dejará la decisión de la compra o alquiler para el final del estudio.

### **TRACTOR**

$$\text{Va: } 26.500 \text{ €}$$

$$\text{Vd: } 6.625 \text{ €}$$

$$\text{H: } 12.000 \text{ h}$$

$$\text{n: } 10 \text{ años}$$

#### **Costes fijos:**

Amortización:

$$A = (26500 - 6625) / 10 = 1.987.5 \text{ €/año}$$

Intereses:

$$i = 0.09 \times 26500 = 2.385 \text{ €/año}$$

Seguros e impuestos:

$$s = 0.025 \times 26500 = 662.5 \text{ €/año}$$

$$\text{Total costes fijos (CF)} = a + i + s$$

$$\text{CF} = 1987.5 + 2.385 + 662.5 = 5.035 \text{ €/año}$$

$$\text{CF (Máximo teórico)} = 5.035 \text{ €/año} / 1.200 \text{ h/año} = 4.2 \text{ €/h}$$

$$\text{CF (Real)} = 5.035 \text{ €/año} / 268.8 \text{ h de trabajo al año} = 18.73 \text{ €/h}$$

### Costes variables:

Por reparación y mantenimiento (GRM)

$$X = 10$$

$$y = 2.4 \times 101.5 = 75.89\% \text{ (Grupo 1 de reparación y mantenimiento según ASAE)}$$

$$\text{GRM (máximo teórico)} = 0.7589 \times 26.500 \text{ €} / 12.000 \text{ h} = 1.67 \text{ €} / \text{h}$$

$$\text{GRM (Real)} = 0.7589 \times 26.500 \text{ €} / (268.8 \text{ h/año} \times 10 \text{ años}) = 7.53 \text{ €} / \text{h}$$

En el caso particular del tractor hemos de añadir a los costes por reparación y mantenimiento los costes generados por el consumo de combustible, neumáticos, y lubricantes y grasas.

Por combustible (C)

$$C = Ch \times \text{precio gasoil (€/l)}$$

Para calcular el coste de combustible de una máquina hemos de definir los siguientes términos:

$$\text{Consumo horario (Ch)} = (Nm \times f \times Ce) / p$$

Donde:

Nm: Potencia (Kw)

f: factor de carga

Ce: Consumo específico (kw h)

p: densidad del gasoil (g/l)

Calculando:

$$Ch = (62 \text{ Kw} \times 0.6 \times 230 \text{ g/Kw h}) / 850 \text{ g/l} = 10.06 \text{ l/h}$$

(Datos obtenidos de la ficha técnica del tractor y densidad del gasoil agrícola).

Precio del gasoil agrícola: 0.80 €/l (La tendencia de precios de combustibles no parece que sea a la baja, por lo que elegimos el valor de 0.80 €/l; valor aproximado que parece haberse establecido en los últimos tiempos).

Por tanto, coste variable por combustible:

$$C = 10,06 \text{ l/h} \times 0.80 \text{ €/l} = 8.04 \text{ €/h}$$

Por lubricantes y grasas (CL)

Consumo aceite de motor: Se efectúa un cambio de aceite cada 150 horas, y sabiendo que la capacidad del depósito de aceite es de 15 litros y que el consumo de aceite es de 0,015L/h:

$$\text{Consumo aceite motor} = (15 / 150) + 0.015 = 0.115 \text{ l/h.}$$

Consumo de lubricantes del sistema hidráulico, caja de cambios y puente trasero: Se efectúa un cambio por cada 1500 horas. Sabiendo que la capacidad total del conjunto es de 70 litros:

$$\text{Consumo lubricantes} = 70 / 1.500 = 0.046 \text{ l/h}$$

Consumo de grasas: El consumo aproximado es de 0.7 Kg/día de uso, por lo que si cada día de trabajo se utiliza el tractor 6.5 horas:

$$\text{Consumo grasas} = 0.7 / 6.5 = 0.11 \text{ l/h}$$

Atendiendo a un precio medio para los distintos lubricantes de 3.34 €/l

CL = (aceite motor + lubricantes hidráulicos + grasas) x precio medio

$$\text{CL} = (0.115 + 0.046 + 0.087) \times 3.34 = 0.83 \text{ €/h}$$

Por neumáticos (CN)

$$\text{CN} = \text{Cubiertas} + \text{cámaras}$$

Las cubiertas se cambiarán cada 4000 horas de uso. Precios:

Cubiertas traseras: 1.260 €/unidad

Cubiertas delanteras: 385 €/unidad

$$\text{Coste de cubiertas} = (2 \times 1.260 + 2 \times 385) / 4.000 = 0.82 \text{ €/h}$$

Cambio de cámaras cada 2.000 horas de uso. Precios:

Cámaras traseras: 65 €/unidad

Cámaras delanteras: 40 €/unidad

$$\text{Coste de cámaras} = (2 \times 65 + 2 \times 40) / 2.000 = 0.105 \text{ €/h}$$

$$\text{CN} = 0.82 + 0.105 = 0.925 \text{ €/h}$$

Total costes variables (CV) = GRM + C + CL + CN

$$\text{CV (Máximo teórico)} = 1.67 + 10.06 + 0.83 + 0.925 = 13.48 \text{ €/h}$$

$$\text{CV (Real)} = 7.53 + 8.04 + 0.83 + 0.925 = 17.32 \text{ €/h}$$

Totales:

$$\text{CT} = \text{CF} + \text{CV}$$

$$\text{CT (Máximo teórico)} = 4.2 + 13.48 = 17.68 \text{ €/h}$$

$$\text{CT (Real)} = 18.73 + 17.32 \text{ €/h} = 36.05 \text{ €/h}$$

El coste total de la maquinaria (CTM), si fuera adquirida por la explotación, será el resultado de sumar los costes totales de tractor y atomizador por un lado y de sumar tractor y pulverizador por otro:

### **Tractor – atomizador:**

Coste Total maquinaria (CTM) = Coste tractor + coste atomizador

CTM (Máximo teórico) = 14.76 + 17.68 = 32.44 €/h

CTM (Real) = 13.17 + 36.05 = 49.22 €/h

### **Tractor – pulverizador:**

Coste Total maquinaria (CTM) = Coste tractor + coste pulverizador

CTM (Máximo teórico) = 7.15 + 17.68 = 24.83 €/h

CTM (Real) = 6.55 + 36.05 = 42.6 €/h

Existe una diferencia notable entre los costes calculados para un máximo teórico de horas de trabajo que pudieran realizar las máquinas adquiridas, y los costes de horas reales que de verdad trabajan éstas en nuestra explotación de 28 ha.

Queda por comparar si es más rentable comprar la maquinaria estudiada o alquilar los servicios de una empresa externa para realizar las operaciones necesarias:

El alquiler de maquinaria con apero y conductor está en torno a los 25 €/ ha en nuestra zona.

### **Para 20 tratamientos en total:**

#### **Con maquinaria alquilada:**

**25 €/ ha x 28 ha x 20 tratamientos = 14.000 €**

#### **Con maquinaria comprada:**

Tractor – atomizador: 49.22 €/ h x 130 h = 6.398.60 €

Tractor – pulverizador: 42.60 €/ h x 130 h = 5.538 €

Gastos de maquinaria comprada: 11.936.60 €

Al precio de compra de la maquinaria hay que sumarle el coste de la mano de obra:

260 h/ año x 14 €/ h = 3.640 €

**Coste total de la maquinaria comprada = 11.936.60 € + 3.640 € = 15.576.60 €**

Podemos apreciar que existe una diferencia importante entre los costes calculados para el trabajo que pudieran realizar las máquinas adquiridas y los costes derivados de la compra de la maquinaria

Queda demostrado que para las 28 ha de la explotación que nos ocupa, lo más rentable es proceder al alquiler de la maquinaria para todas las técnicas a realizar en la misma, ya que el coste por la compra de maquinaria es superior, lo que se convierte en un gasto inasumible a nivel económico.



Con el estudio realizado, concluimos que el alquiler de maquinaria resulta más rentable económicamente para nuestra explotación, aunque eso suponga no tener la maquinaria cuando uno desee, sino cuando esté disponible.



PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO VIII: CONSTRUCCIÓN DE Balsa

---

# ANEJO VIII: CONSTRUCCIÓN DE Balsa



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	141
2. CLASIFICACIÓN DE LA Balsa	141
3. COMPONENTES DE LA Balsa	142
4. DISEÑO DEL VASO	143
4.1. CAPACIDAD DE LA Balsa	143
4.2. RESGUARDO MÍNIMO	143
4.3. ANCHO DE CORONACIÓN	143
4.4. FONDO	145
4.5. DISEÑO DE LA Balsa	145
5. CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa	151
6. ELEMENTOS FUNCIONALES	154
7. ELEMENTOS ACCESORIOS	156
8. SEGURIDAD DE LA Balsa	156

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la finca de estudio se va a construir una balsa de tierra cuya finalidad es la acumulación de agua para riego.

En este anejo se definen las características y dimensiones de la balsa, así como el método utilizado y el material usado para la impermeabilización del vaso. A su vez se realiza la justificación de la estabilidad de los diques de cerramiento del vaso del embalse y se nombran los elementos de seguridad considerados.

Para la realización del diseño y cálculo de la balsa se han seguido las normas y criterios del Comité Español de Grandes Presas (CNEGP).

## **2. CLASIFICACIÓN DE LA Balsa**

Existen varios criterios para clasificar una balsa. Atendiendo a estos criterios, vamos a delimitar qué tipo de balsa vamos a construir.

### **2.1. Según su funcionalidad**

Balsa de regularización estacional. El agua se almacenará según lo asignado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en el periodo comprendido entre el 15 de septiembre y el 15 de marzo, intervalo en el que los recursos hídricos superan a las demandas de las zonas regables de la Vega del Río Guadalquivir. Esta agua será utilizada en los meses posteriores según la demanda del cultivo.

Balsa de reserva de seguridad. El agua almacenada garantizará el suministro en los meses de máximas necesidades y en periodos de escasez de años de pluviometrías por debajo de la media.

### **2.2. Según los materiales empleados en su construcción**

En la construcción de la balsa se van a utilizar dos tipos de materiales fundamentalmente. Esto se debe a que existen dos partes bien diferenciadas dentro de la balsa:

1. Arcilla gris verdosa. Proviene del fondo de la zona de actuación. Es un material que, por su naturaleza plástica, se caracteriza por ser impermeable cuando se compacta. Se va a utilizar para crear el núcleo o dentellón de la balsa y estará presente en el fondo de la misma.

2. Material franco-arenoso. Es el material que se encuentra dentro del perímetro de la construcción y que se empleará en los taludes interior y exterior.

### **2.3. Según la forma y la relación entre volúmenes de terraplén y desmonte**

La balsa es un paralelogramo no rectángulo. Se va a compensar el volumen de desmonte con el de terraplén. La elección de esta forma geométrica es porque se adapta bien al terreno de la finca y porque se minimizan las necesidades constructivas.

### **2.4. Según su tipología**

Balsa de material natural compactado impermeable en zona interna y materiales sueltos en taludes.

### **2.5. Según la reglamentación**

Según la Orden de 31 de marzo de 1967. Instrucción para proyecto, Construcción y explotación de Grandes Presas, en ningún momento se considerará como gran presa ya que no reúne las siguientes características:

Altura máxima superior a 15 m, medida desde la parte más baja de la superficie general de cimentación hasta la coronación.

Altura comprendida entre 10 y 15 m, siempre que tengan algunas de las siguientes características:

- a) Longitud de coronación superior a 500 m.
- b) Volumen embalsado superior a 1.000.000 m<sup>3</sup>.
- c) Capacidad de desagüe superior a 2.000 m<sup>3</sup>/s.

## **3. COMPONENTES DE LA Balsa**

Los componentes de esta balsa impermeabilizada son los siguientes:

Vaso de embalse: es el principal elemento estructural y define la cavidad destinada al almacenamiento de agua. Se construye a partir de la excavación y posterior terraplén compactado. Está formado por una planta y una serie de taludes perimetrales, ya sean en desmonte o en terraplén, con un pasillo de coronación en la parte superior.

El perfil de la balsa tiene forma de trapecio isósceles. A la parte central se le denomina núcleo o dentellón y se formará con arcilla gris verdosa, que se vuelve impermeable al ser compactada. El núcleo se unirá al fondo (de arcilla gris verdosa) formando un vaso estanco. Los lados interno (desde el punto de vista de la balsa) y externo del trapecio son los taludes.

Elementos funcionales: permiten el movimiento del agua de la explotación con garantías de control y seguridad. Son los siguientes:

- a) Estrada de agua.
- b) Aliviadero.

- c) Toma y desagüe de fondo.

Elementos accesorios: no son imprescindibles para la funcionalidad básica de la balsa. Los elementos utilizados son los siguientes:

- a) Conducciones de aducción y distribución.
- b) Accesos.
- c) Cerramiento.
- d) Camino perimetral de zahorra artificial en la coronación de la balsa.

## **4. DISEÑO DEL VASO**

### **4.1. CAPACIDAD DE LA Balsa**

El agua destinada a la balsa será la que no se utilice para el riego.

Según la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, la cuota de riego que posee nuestra plantación es de 129.6 m<sup>3</sup>/ha y día (1.5 L/s/ha), por lo tanto, para las 28 ha de la finca nos pertenecerá un total de 3.628.8 m<sup>3</sup> día.

Se diseña la balsa para una capacidad de 26.000 m<sup>3</sup>, como se desprende de la tabla nº 46 y de los datos arrojados por el estudio realizado con MDT comparando la balsa finalizada vacía con la misma balsa llena hasta la cota 37.

### **4.2. RESGUARDO MÍNIMO**

Se entiende por resguardo mínimo la distancia entre el máximo nivel del agua y la coronación de la balsa. Esta zona se proyecta con el fin de evitar que una avenida que pueda sobrevenir llegue a producir daños en el dique, concretamente que algunas gotas alcancen el talud aguas abajo. La determinación del resguardo ha de tener en cuenta la altura de la lámina vertiente sobre el aliviadero y la altura máxima afectada por el oleaje.

Para el cálculo del resguardo de seguridad se ha empleado la fórmula de Knappen:

$$R = 0.75 \times h_0 + (v^2 / 2g)$$

Donde:

h<sub>0</sub>: altura de la ola en metros

v: velocidad de las olas en m/s

$g$ : aceleración de la gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ )

La altura máxima de las olas, según Stevenson, se puede saber por la expresión:

$$h_0 = 0.75 + 0.34 \times F^{1/2} - 0.26 \times F^{1/4}$$

Donde:

$h_0$ : altura de la ola en metros

$F$ : Fecht, distancia en km de la longitud máxima de la lámina libre de agua (en el caso de nuestro proyecto,  $F=0.1246 \text{ km}$ )

$$h_0 = 0.75 + 0.34 \times (0.1246)^{1/2} - 0.26 \times (0.1246)^{1/4}$$

$$h_0 = 0.75 + 0.34 \times 0.1199 - 0.26 \times 0.154$$

$$h_0 = 0.71 \text{ m}$$

Por último, la velocidad de las olas, según Galiard, es:

$$v = 1.52 + 2 \times h_0$$

$$v = 1.52 + 2 \times 0.71$$

$$v = 2.94 \text{ m/s}$$

Por tanto:

$$R = 0.75 \times h_0 + (v^2 / 2g)$$

$$R = 0.75 \times 0.71 + (2.94^2 / 2 \times 9.81)$$

$$R = 0.97 \text{ m}$$

El resguardo será de 1 m.

### 4.3. ANCHO DE CORONACIÓN

El ancho mínimo de coronación de la balsa según viene establecido por la Instrucción Española de Grandes Presas, en zonas de sismicidad baja, se determina:

$$C = 3 + 1.5 \times (A - 15)^{1/3}$$

De donde:

C: anchura de coronación

A: altura del embalse, en metros.

$$C = 3 + 1.5 \times (A - 15)^{1/3}$$

$$C = -0.43$$

En nuestro caso el valor es negativo por lo que, según la citada instrucción, el ancho mínimo será de 3m.

#### 4.4. FONDO

Para poder permitir el vaciado total del embalse a través del dispositivo de desagüe de fondo para su limpieza y mantenimiento, debe de dotarse al fondo de cierta inclinación. Se considera una inclinación del 0.6 %.

#### 4.5. DISEÑO DE LA Balsa

Para el diseño de la balsa se ha tenido en cuenta la superficie que se podía utilizar, sin ocasionar una merma significativa en la producción, y que a la vez supusiera una reserva importante de agua para momentos de escasez hídrica. (Ver plano nº 6. Balsa. Curvas de nivel).

En la tabla 45 se recogen los datos más característicos para el diseño de la balsa.

Tabla nº 45: Datos generales para el diseño de la balsa.

CARACTERÍSTICAS DE LA Balsa	
Forma de la balsa	Paralelogramo no rectángulo
Superficie ocupada	14.048 m <sup>2</sup>
Pendiente talud exterior	2/1
Pendiente talud interior	2.5/1
Anchura del camino de coronación	3 m

Para el estudio del diseño de la balsa se ha utilizado el programa MDT (Modelo Digital del Terreno) que se instala sobre AutoCad (programa de dibujo asistido por ordenador).

Teniendo en cuenta los datos de partida, se han realizado diferentes modelos hasta que se han conseguido igualar los m<sup>3</sup> de desmonte y los de terraplén.

El cálculo concluyente de volúmenes de desmonte/ terraplén realizado con el programa informático MDT (Modelo Digital del Terreno) es el siguiente: (Ver plano nº 10. Perfiles transversales balsa).

Listado de Cubicación  
MOVIMIENTO DE TIERRA Balsa FINCA EL SERAFÍN

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.	Vol.Veg.
0.000	0.000	24.660	0.000	0.000	357.786	0.000
5.000	0.000	118.450	0.000	0.000	357.786	0.000
				0.000	654.203	0.000
10.000	0.000	143.230	0.000	0.000	1011.989	0.000
				0.286	551.942	0.000
15.000	0.110	77.550	0.000	0.286	1563.931	0.000
				81.978	334.807	0.000
20.000	32.680	56.380	0.000	82.264	1898.738	0.000
				247.608	281.730	0.000
25.000	66.370	56.320	0.000	329.871	2180.468	0.000
				345.337	281.410	0.000
30.000	71.770	56.250	0.000	675.209	2461.878	0.000
				359.032	281.054	0.000
35.000	71.840	56.170	0.000	1034.241	2742.932	0.000
				359.415	280.707	0.000
40.000	71.920	56.110	0.000	1393.656	3023.639	0.000
				359.815	280.367	0.000
45.000	72.000	56.040	0.000	1753.471	3304.006	0.000
				360.252	280.016	0.000
50.000	72.100	55.970	0.000	2113.722	3584.021	0.000
				360.720	279.677	0.000
55.000	72.190	55.900	0.000	2474.442	3863.699	0.000
				361.206	279.335	0.000
60.000	72.290	55.830	0.000	2835.649	4143.033	0.000
				361.721	278.969	0.000
65.000	72.400	55.760	0.000	3197.369	4422.002	0.000
				362.241	278.598	0.000
70.000	72.500	55.680	0.000	3559.610	4700.600	0.000
				362.794	278.206	0.000
75.000	72.620	55.600	0.000	3922.404	4978.806	0.000
				363.355	277.789	0.000
80.000	72.720	55.520	0.000	4285.759	5256.595	0.000
				363.909	277.358	0.000
85.000	72.840	55.430	0.000	4649.668	5533.954	0.000
				364.469	276.884	0.000
90.000	72.950	55.330	0.000	5014.137	5810.837	0.000
				365.035	276.361	0.000

95.000	73.070	55.220	0.000	5379.171	6087.198	0.000
				365.618	275.832	0.000
100.000	73.180	55.120	0.000	5744.789	6363.030	0.000
				366.187	275.290	0.000
105.000	73.290	55.000	0.000	6110.976	6638.320	0.000
				366.777	274.693	0.000
110.000	73.420	54.880	0.000	6477.753	6913.013	0.000
				367.400	273.979	0.000
115.000	73.540	54.710	0.000	6845.153	7186.993	0.000
				368.193	273.100	0.000
120.000	73.730	54.530	0.000	7213.346	7460.092	0.000
				369.167	272.070	0.000
125.000	73.930	54.300	0.000	7582.513	7732.162	0.000
				370.163	271.002	0.000
130.000	74.130	54.100	0.000	7952.676	8003.164	0.000
				371.167	269.999	0.000
135.000	74.330	53.900	0.000	8323.843	8273.163	0.000
				372.179	269.037	0.000
140.000	74.540	53.710	0.000	8696.023	8542.200	0.000
				373.179	268.138	0.000
145.000	74.730	53.540	0.000	9069.202	8810.337	0.000
				374.169	267.285	0.000
150.000	74.930	53.370	0.000	9443.371	9077.623	0.000
				375.171	266.479	0.000
155.000	75.130	53.220	0.000	9818.542	9344.102	0.000
				376.151	265.735	0.000
160.000	75.330	53.070	0.000	10194.693	9609.836	0.000
				377.092	264.995	0.000
165.000	75.510	52.920	0.000	10571.785	9874.831	0.000
				377.984	264.268	0.000
170.000	75.680	52.780	0.000	10949.769	10139.099	0.000
				378.825	263.544	0.000
175.000	75.850	52.630	0.000	11328.594	10402.643	0.000
				379.618	262.819	0.000
180.000	76.000	52.490	0.000	11708.212	10665.462	0.000
				380.355	262.129	0.000
185.000	76.140	52.360	0.000	12088.566	10927.591	0.000
				381.039	261.446	0.000
190.000	76.270	52.220	0.000	12469.605	11189.037	0.000
				381.676	260.777	0.000
195.000	76.400	52.090	0.000	12851.281	11449.814	0.000
				382.274	260.121	0.000
200.000	76.510	51.960	0.000	13233.554	11709.935	0.000
				356.477	259.487	0.000
205.000	66.080	51.840	0.000	13590.031	11969.422	0.000
				236.464	258.862	0.000
210.000	28.510	51.710	0.000	13826.495	12228.284	0.000

				91.743	331.503	0.000
215.000	0.190	80.890	0.000	13898.238	12559.787	0.000
				0.476	535.273	0.000
220.000	0.000	133.220	0.000	13898.714	13095.060	0.000
				0.000	560.278	0.000
225.000	0.000	90.890	0.000	13898.714	13655.338	0.000
				0.000	191.742	0.000
229.219	0.000	0.000	0.000	13898.714	13847.079	0.000

Si realizamos la diferencia entre los volúmenes de desmonte y terraplén, el resultado es:

$V_{\text{desmonte}} - V_{\text{terraplén}} = 13898.714 - 13847.079 = 51.63 \text{ m}^3$  (estos metros serán utilizados para la construcción de la rampa de subida al camino perimetral de la balsa).

Donde:

P.K.: Distancia al origen del eje que atraviesa la balsa por el centro de la misma y la divide en dos partes. Determina el lugar que ocupa un perfil transversal.

Sup. Desm.: Superficie que ocupa el desmonte en cada perfil transversal.

Sup. Ter.: Superficie que ocupa el terraplén en cada perfil transversal.

Sup. Veg.: Superficie vegetal. No se contempla en este estudio.

Vol. Des.: Volumen de tierra procedente de desmonte en cada perfil transversal.

Vol. Ter.: Volumen de tierra procedente de terraplén en cada perfil transversal.

Los datos obtenidos por el estudio son los siguientes:

En la tabla 46 se muestran los resultados arrojados por el estudio sobre el diseño de la balsa de tierra de acumulación de agua.

Tabla nº 46: Datos extraídos del estudio del diseño de la balsa. Conclusiones.

CONCLUSIONES SOBRE LA Balsa	
Dimensiones del fondo (m)	176.81 x 9.36
Dimensiones de la coronación (m)	211.55 x 43.15
Cota de coronación	38 m
Cota de fondo	31.30 m
Diferencia entre coronación y fondo	6.70 m
Resguardo	1 m
Cota de lámina de agua	37 m
Altura máxima útil	5.70
Volumen de agua que puede alojar	26.000 m <sup>3</sup>
Volumen tierra desmonte	13898.71
Volumen tierra terraplén	13847.07
Longitud del camino de coronación	505.58 m
M <sup>2</sup> camino de coronación	1516.9 m <sup>2</sup>

Para calcular el volumen de agua que puede alojar la balsa con un metro de resguardo se ha comparado la balsa vacía con otra igual llena hasta la cota 37. (Ver plano nº 6. Balsa. Curvas de nivel).

Listado de Cubicación  
VOLUMEN DE AGUA. Balsa FINCA EL SERAFÍN

P.K.	Sup.Des.	Sup.Ter.	Sup.Veg.	Vol.Des.	Vol.Ter.
0.000	0.000	0.000	0.000		
5.000	0.000	0.000	0.000		
				0.000	1.325
10.000	0.000	0.530	0.000	0.000	1.325
				0.000	105.302
15.000	0.000	41.590	0.000	0.000	106.628
				0.000	341.986
20.000	0.000	95.200	0.000	0.000	448.614
				0.000	560.057
25.000	0.000	128.820	0.000	0.000	1008.670
				0.000	657.412
30.000	0.000	134.150	0.000	0.000	1666.082
				0.000	670.732
35.000	0.000	134.150	0.000	0.000	2336.814
				0.000	670.739
40.000	0.000	134.150	0.000	0.000	3007.553
				0.000	670.739
45.000	0.000	134.150	0.000	0.000	3678.292
				0.000	670.739
50.000	0.000	134.150	0.000	0.000	4349.031

				0.000	670.747
55.000	0.000	134.150	0.000	0.000	5019.777
				0.000	670.747
60.000	0.000	134.150	0.000	0.000	5690.524
				0.000	670.747
65.000	0.000	134.150	0.000	0.000	6361.271
				0.000	670.755
70.000	0.000	134.150	0.000	0.000	7032.026
				0.000	670.755
75.000	0.000	134.150	0.000	0.000	7702.780
				0.000	670.735
80.000	0.000	134.140	0.000	0.000	8373.515
				0.000	670.723
85.000	0.000	134.150	0.000	0.000	9044.239
				0.000	670.723
90.000	0.000	134.140	0.000	0.000	9714.962
				0.000	670.723
95.000	0.000	134.150	0.000	0.000	10385.686
				0.000	670.731
100.000	0.000	134.150	0.000	0.000	11056.417
				0.000	670.731
105.000	0.000	134.150	0.000	0.000	11727.148
				0.000	670.731
110.000	0.000	134.150	0.000	0.000	12397.879
				0.000	670.739
115.000	0.000	134.150	0.000	0.000	13068.618
				0.000	670.739
120.000	0.000	134.150	0.000	0.000	13739.357
				0.000	670.739
125.000	0.000	134.150	0.000	0.000	14410.096
				0.000	670.747
130.000	0.000	134.150	0.000	0.000	15080.843
				0.000	670.747
135.000	0.000	134.150	0.000	0.000	15751.590
				0.000	670.747
140.000	0.000	134.150	0.000	0.000	16422.337
				0.000	670.755
145.000	0.000	134.150	0.000	0.000	17093.092
				0.000	670.735
150.000	0.000	134.140	0.000	0.000	17763.827
				0.000	670.714
155.000	0.000	134.140	0.000	0.000	18434.541
				0.000	670.722
160.000	0.000	134.150	0.000	0.000	19105.263
				0.000	670.722
165.000	0.000	134.140	0.000	0.000	19775.986
				0.000	670.722

170.000	0.000	134.150	0.000	0.000	20446.708
				0.000	670.730
175.000	0.000	134.150	0.000	0.000	21117.438
				0.000	670.730
180.000	0.000	134.150	0.000	0.000	21788.168
				0.000	670.730
185.000	0.000	134.150	0.000	0.000	22458.897
				0.000	670.737
190.000	0.000	134.150	0.000	0.000	23129.634
				0.000	670.745
195.000	0.000	134.150	0.000	0.000	23800.380
				0.000	670.745
200.000	0.000	134.150	0.000	0.000	24471.124
				0.000	644.409
205.000	0.000	123.620	0.000	0.000	25115.534
				0.000	523.906
210.000	0.000	85.950	0.000	0.000	25639.440
				0.003	289.787
215.000	0.000	29.970	0.000	0.003	25929.227
				0.008	76.015
220.000	0.000	0.440	0.000	0.011	26005.242
				0.004	1.096
225.000	0.000	0.000	0.000	0.015	26006.338
229.219	0.000	0.000	0.000	0.015	26006.338

**Volumen de agua que puede alojar la balsa: 26006.33 m<sup>3</sup>**

Donde:

P.K.: Distancia al origen del eje que atraviesa la balsa por el centro de la misma y la divide en dos partes. Determina el lugar que ocupa un perfil transversal.

Sup. Desm.: Superficie que ocupa el desmonte en cada perfil transversal.

Sup. Ter.: Superficie que ocupa el terraplén en cada perfil transversal.

Sup. Veg.: Superficie vegetal. No se contempla en este estudio.

Vol. Des.: Volumen de tierra procedente de desmonte en cada perfil transversal.

Vol. Ter.: Volumen de tierra procedente de terraplén en cada perfil transversal.

## **5. CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa**

Las fases de la obra para la construcción de una balsa de acumulación de aguas, con el fin de tener reserva para momentos de escasez, son las siguientes:

## **Fases de la ejecución de la balsa:**

### **1. Ensayo de suelo**

Es necesario tomar muestras de suelo en el lugar donde se va a construir la balsa y realizar diferentes ensayos. En nuestro caso, se han recogido 5 muestras bajo la tierra vegetal (a unos 30 cm de profundidad) y otras 5 haciendo calicatas (a unos 1.5 m de profundidad, que es donde se ha encontrado la arcilla gris verdosa).

En el laboratorio se han realizado los siguientes ensayos y estudios a la arcilla gris verdosa encontrada para saber si cumple los parámetros para poder ser utilizada como material impermeable:

#### **1.1 Análisis granulométrico por tamizado**

Se determina que el material es arcilla.

#### **1.2 Estado de consistencia. Límites de Atterberg**

El índice de plasticidad es 30.2 (arcilla de alta plasticidad).

#### **1.3 Descripción del suelo**

Arcilla gris verdosa.

#### **1.4 Valores representativos de permeabilidad para suelos. En Mayne, 2002 (Modificado de Carter y Bentley, 1991).**

$$K = 1.2 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$$

K es el coeficiente de permeabilidad.

Este valor de K implica que el material es “prácticamente impermeable”.

#### **1.5 Ensayo Proctor Normal**

$$\text{Densidad máxima (g/cm}^3\text{)} = 1.69$$

$$\text{Humedad óptima (\%)} = 18.3$$

Los ensayos de apisonado Proctor se realizan en las tongadas compactadas en diferentes momentos de la construcción. Los resultados deben estar en torno a estos valores.

**El material estudiado es apto para ser utilizado en la impermeabilización de la balsa.**

## **2. Topografía**

Las mediciones y replanteos serán continuos durante la obra. Se comienza con el replanteo del perímetro de la balsa y le seguirá el replanteo del camino de coronación y los límites del talud interior y posterior a medida que vaya creciendo el muro.

## **3. Desbroce y limpieza del terreno**

Se desbrozan 20 cm de todo el recinto con tractores y traíllas. La tierra vegetal extraída se extenderá en la parcela contigua respetando la nivelación existente del terreno.

## **4. Desmante**

El desmante se lleva a cabo con la finalidad de extraer toda la tierra que se encuentra encima de la rasante del terreno. Se realiza con tractores con traílla.

Tras el desbroce, se replantean el camino de coronación y los límites del talud interior y exterior.

Se extrae la tierra del núcleo central o dentellón del muro y del centro de la balsa, respetando la inclinación del talud interior.

La extracción de tierra del núcleo se efectuará hasta llegar a la arcilla gris verdosa. A partir de ese momento, el núcleo se rellenará con este tipo de material proveniente del centro de la balsa. Es importante hacer hincapié en aportar arcilla expandible en el núcleo con el fin de hacer de la balsa un lugar estanco.

## **5. Terraplén**

El terraplenado se efectúa en zonas en las que hay que aplicar tierra por estar el terreno debajo de la rasante de la balsa. El material lo aportan los tractores con traílla.

El material se deposita en tongadas horizontales de 20 a 30 cm de espesor, regadas y compactadas por medios mecánicos.

## **6. Compactación**

Al finalizar la aportación de material de una capa es necesario compactarlo. Esto se realiza con un rulo compactador “patacabra”.

## 7. Riego

Se realiza después de compactar una tongada y antes de aportar material de la siguiente. El riego se lleva a cabo con un tractor con cisterna.

## 8. Camino perimetral

El camino perimetral, de 3 m de anchura, tendrá un espesor de 15 cm y será de zahorra artificial.

## 6. ELEMENTOS FUNCIONALES

### 6.1. Entrada de aguas

La entrada de agua al interior del vaso se llevará a cabo mediante una tubería de PVC de 200 mm que procede del canal. La tubería se asienta en el talud a 40 cm de profundidad, con lo que tiene un recubrimiento de unos 20 cm de tierra. La tubería atraviesa el camino de coronación a 60 cm de profundidad y está recubierto en todo su perímetro por 20 cm de hormigón armado.

### 6.2. Dimensionado del aliviadero

La balsa debe disponer de un aliviadero que evacue posibles avenidas que puedan llegar a desbordar el vaso y por consiguiente poner en peligro la estabilidad del talud.

El aliviadero adoptado dispone de los siguientes elementos:

Umbral o labio, por encima del cual vierten las aguas, en el que hay que considerar su cota superior. En nuestro caso desemboca en un canal con las dimensiones que posteriormente se especifican.

Cuenca de recogida, que recibe las aguas y las dirige y concentra en una sección.

Desagüe, que estará constituido por una tubería de PVC. A continuación se calcula su diámetro.

Se considera que el caudal máximo a evacuar corresponde al caudal máximo a impulsar, con lo que la tubería debe tener como mínimo el diámetro interior de la tubería de impulsión.

El caudal, ya estudiado en el Anexo V. Instalación de riego, tiene un valor de:

$$Q = 40 \text{ L/s} = 144.000 \text{ L/h.}$$

Para una velocidad máxima admisible de 1.5 m/s, nos basaremos en los datos del caudal y en el criterio de Pizarro:

$$DI > 0.236^{0.5} \times Q^{0.5}$$

$$DI > 0.236^{0.5} \times 144.000^{0.5} = 184.04 \text{ mm}$$

Con estos datos, con una tubería de PVC de 200 mm de diámetro nominal y 188.02 mm de diámetro interior sería suficiente, aunque por seguridad se va a elegir una tubería de PVC de DI = 235.4 mm y DN = 250 mm y 6 atmósferas de presión.

La tubería atravesará por debajo de la superficie del camino de coronación embebidas en un macizo de hormigón armado, de dimensiones 0.5 x 0.5 m. La cota de entrada de la tubería será 37 y tendrá una pendiente del 5 % bajo el camino de coronación y posteriormente la pendiente del talud exterior. En el talud irá a 40 cm de profundidad y tiene salida a un regajo que se encuentra junto a la balsa.

### 6.3. Tomas de fondo

Desagüe de fondo, nos sirve para el vaciado total de la balsa y permiten la limpieza. La toma se localiza en el punto más bajo del fondo de la balsa, sin sobresalir sobre el mismo, y en su entrada se instala una reja o filtro de paso grande para la retención de sólidos.

La tubería atravesará por debajo de la superficie del terraplén y de parte de las soleras embebidas en un macizo de hormigón armado, de dimensiones 1 x 0.70 metros. Se utilizará un hormigón cuya resistencia sea de 25 N/ m<sup>2</sup> y un mallazo de acero de 150 x 150 mm y diámetro 10. La toma de servicio, permite la toma de agua para la regulación normal de la balsa. Se encuentra ligeramente elevada sobre la cota del fondo del embalse, de forma que la acumulación habitual de sedimentos sobre el fondo no produzca el bloqueo del dispositivo de toma, pero esto provocaría que el agua almacenada por debajo de ese punto elevado (toma de fondo), no sería aprovechada, además existen mucho riesgo de posibles bloqueos de la toma. En definitiva optaremos por una toma flotante, es decir, la toma de agua se encontrará en la lámina superficial colocada en una especie de flotador. Dicha tubería será de Polietileno de Alta Densidad Electroflexible, que irá unido a la tubería de PEBD (procedente del cabezal de riego) por un codo.

## **7. ELEMENTOS ACCESORIOS**

### **a) Acceso**

Con el volumen de tierra sobrante de desmonte (51.63 m<sup>3</sup>) se construirá una rampa perpendicular a la balsa para poder tener acceso con un vehículo al camino de coronación.

### **b) Cerramiento**

El cierre perimetral de la balsa impide el acceso indiscriminado al vaso de vehículos, personas o animales. De esta forma se delimitan responsabilidades penales en caso de caída accidental al vaso de personas ajenas a la balsa. El cierre estará constituido por una valla metálica que se situará en el perímetro externo de coronación. La valla será de 2.5 m de alto con malla de simple torsión y postes alineados a 3 m de distancia.

## **8. SEGURIDAD DE LA Balsa**

Los diques de la balsa deben cumplir una estabilidad al deslizamiento, al vuelco y frente al hundimiento o la rotura del terreno. Para ello es necesario conocer el empuje hidrostático, el peso propio de la presa, la subpresión y la fuerza sísmica de la zona.

### **8.1. Datos de partida**

Se consideran los siguientes datos de partida:

- Talud exterior agua abajo : 2/1
- Talud interior agua arriba : 2.5/1
- Ancho de coronación : 3 m
- Altura máxima del talud agua abajo : 2.9 m
- Altura máxima del talud agua arriba : 6.70 m

Datos geotécnicos a considerar:

- Densidad máxima seca: 1.89 t/m<sup>3</sup>
- Ángulo de rozamiento interno: 30.54 °
- Cohesión saturada: 0.91 t/ m<sup>2</sup>

- Peso específico saturado: 2.1 t/m<sup>3</sup>
- Peso específico subsaturado: 1.8 t/m<sup>3</sup>
- Capacidad portante : 3 kp/cm<sup>2</sup>

## 8.2. Empuje hidrostático

Es una fuerza ortogonal al plano que genera el agua embalsada. Se calcula:

$$E_A = (1/2) \times \gamma_w \times ha^2 \times (1/\cos \alpha)$$

Donde:

$E_A$ : empuje hidrostático, en tn/ml

$\gamma_w$  : peso específico de agua, en tn/m<sup>3</sup>

$\alpha$ : inversa de la pendiente del talud, en grados sexagesimales

Esta fuerza, a su vez, se descompone en dos: una vertical y otra horizontal.

$$E_{AH} = (1/2) \times \gamma_w \times ha^2$$

$$E_{AV} = (1/2) \times \gamma_w \times ha^2 \times \text{tg } \alpha$$

Así se tiene:

$$E_A = 8.9 \text{ t/ ml}$$

$$E_{AH} = 42.61 \text{ t/ ml}$$

$$E_{AV} = 43.54 \text{ t/ ml}$$

## 8.3. Peso propio

Se calcula en el lugar más crítico del cauce. Efectuando un corte trasversal del talud, obtenemos una sección que se divide en tres partes; dos triángulos correspondientes al talud y su proyección horizontal, y un rectángulo central.

$$W_1 = [(AB \times BC) / 2] \times \gamma_w = 82,9 \text{ t/ml}$$

Donde:

$(AB \times BC) / 2$ : área de la sección del talud.

$\gamma_w$ : peso específico saturado, en t/ m<sup>3</sup>

La distancia horizontal al extremo del talud viene dado por:

$$D_{w1} = (2/3) \times AB = 9.36 \text{ m}$$

En la parte central del talud se tiene un régimen saturado y subsaturado, su expresión es:

$$W_2 = BE \times BC \times ((\gamma_{\text{sat}} + \gamma_{\text{subsat}}) / 2) = 32.87 \text{ t/ml}$$

$$D_{w2} = AB + (BE / 2) = 15.55 \text{ m}$$

En el último extremo se encuentra subsaturado :

$$W_3 = ((EF \times DE) / 2) \times \gamma_{\text{SAT}} = 53.85 \text{ t/ml}$$

$$D_{w3} = AF - (2/3 \times EF) = 20.8 \text{ m}$$

El peso total del cuerpo de presa será:

$$W_T = 172.62 \text{ t/ml}$$

$$D_{wt} = 14.306 \text{ m}$$

#### 8.4. Subpresión

En el contacto entre el cuerpo de presa y la cimentación se puede producir una línea de corriente que satura los cimientos, ejerciendo una fuerza vertical hacia arriba.

$$U = (\gamma_w \times h_a \times L) / 2 = 59.7 \text{ t/ml}$$

$$D_u = (1/3) \times L = 9.43 \text{ m}$$

#### 8.5. Fuerza sísmica

La fuerza sísmica se determinada según la zona en la que se sitúa el proyecto. Las normas NTE indicadas que la balsa está situada en una zona de baja sismicidad por lo que no hay que aplicar ninguna fuerza al respecto.

#### 8.6. Estabilidad al deslizamiento

Se tiene que cumplir que el contacto entre el dique y la cimentación es mayor que  $E_{AH}$ .

Al no existir fuerza sísmica, se calcula:

$$T = [(C' \times L) / 5] + [(W + E_{AV} - U) \times (Tg \theta / 1,5)]$$

C': cohesión del suelo, en tn/ml

L : longitud de contacto entre el cuerpo de presa y la cimentación, en mm.

W: peso total del cuerpo de presa, en tn/ml

E<sub>av</sub>: empuje hidrotático vertical, en tn / ml

U: subpresión, en tn/ml

Θ: ángulo de rozamiento interno.

$$T = 66.32 > E_{av} \rightarrow \text{SE CUMPLE}$$

### 8.7 Estabilidad al vuelco

Para que la presa sea estable frente al vuelco se tiene que cumplir que:

$$e = (M/N) \leq (L/6)$$

M: sumatorio de momentos de e todas las fuerzas respecto al eje de cimentación

N: sumatorio de fuerzas verticales, W<sub>T</sub> + E<sub>AV</sub> - V, en tn/ ml

L: Longitud transversal del dique, en m

$$L/2 = 28.29/2 = 14.145 \text{ m.}$$

$$M = (E_{AV} \times D_{EAV}) - [E_{AH} \times (L/2 - D_{Eah})] + [U \times (L/2 - D_u)] - [W_1 \times (L/2 - D_{w1})] + [W_2 \times (L/2 - D_{w2})] + [W_3 \times (D_{w3} - L/2)]$$

$$M = 58.75 \text{ tn /ml}$$

$$N = W_T + E_{AV} - U = 156.46 \text{ tn/ml}$$

$$e = M/N = 0.37 \text{ M}$$

$$E e = 0.3754 \text{ m} < L/6 = 4.71 \text{ m} \rightarrow \text{SE CUMPLE}$$

### **8.8. Estabilidad a la rotura o hundimiento del terreno de cimentación.**

Se tiene que cumplir que:

$$\sigma_{\text{máx}} \leq 1.25 \times \sigma_{\text{admisible}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = N/L \times [1 + (6 \times e) / L] = 5.96 \text{ t/ m}^2 = 0.596 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 0.596 \text{ kp/cm}^2 < 1,25 \times \sigma_{\text{admisible}} = 3.75 \text{ kp/ cm}^2 \rightarrow \text{SE CUMPLE}$$

**Se concluye que el diseño del dique verifica todas las condiciones de estabilidad.**





PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO IX: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

---

# ANEJO IX: INSTALACIÓN ELÉCTRICA



## ÍNDICE

1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN	163
2	LEGISLACIÓN APLICABLE	163
3	POTENCIA NECESARIA	164
4	FÓRMULAS	165
5	CÁLCULO DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	168
6	CÁLCULO DE LA DERIVACIÓN INDIVIDUAL	169
7	CÁLCULO DE LA LÍNEA	169
8	CÁLCULO DEL CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN	170
9	CÁLCULO DE LA PUESTA EN TIERRA	177
10	CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES	178

## **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

La nave se abastecerá de energía eléctrica a través de la corriente de Baja Tensión que proporciona un transformador aéreo sobre un poste metálico, situado a 30 metros de la fachada. La energía llegará desde el transformador hasta la nave existente a través de la línea aérea de acometida formada por cuatro conductores (3 fases + neutro), en forma de haz trenzado, agrupados con un cable fijador de acero hasta una palometa de amarre exterior de la nave. Desde esta palometa continúa hasta la Caja General de Mando y Protección situada en la pared derecha de la puerta principal. Los conductores con aislamiento 0,6/ 1 Kv, tendrán una sección adecuada para transportar la potencia necesaria en la explotación.

En la explotación se requerirá de instalación eléctrica, para la nave, donde se ubicará una oficina, aseo, almacén y el cabezal de riego. (Ver plano nº 11. Esquema unifilar).

Para los cálculos necesarios se ha seguido el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

## **2. LEGISLACIÓN APLICABLE**

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE 20460-5-523 2004: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.

- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas.

### **3. POTENCIA NECESARIA**

Necesidades de fuerza:

Bomba de captación de agua del canal: 5.500 W.

Bomba de impulsión (riego): 9.775 W.

Circuito de fuerza trifásico para conectar las bombas dosificadoras, los agitadores y el programador: 5724 W.

Necesidades de alumbrado:

Iluminación de oficina, aseo y almacén: 4 lámparas  $\times$  2 x18 W = 144 W.

Iluminación del interior de la nave: 3 lámparas  $\times$  250 W = 750 W.

Iluminación del exterior de la nave: 1 lámpara  $\times$  250 W = 250 W.

#### **DEMANDA DE POTENCIAS**

- Potencia total instalada:

A1	144 W
A2	750 W
A3	250 W
USOS VARIOS	1000 W
DOSIFICADORA	5724 W
BOMBA IMPULSIÓN	9775 W
BOMBA CANAL	5500 W
<b>TOTAL</b>	<b>23.143 W</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1.144
- Potencia Instalada Fuerza (W): 21.999
- **Potencia Máxima Admisible (W): 27.712**

#### 4. FÓRMULAS

Para el cálculo de la instalación eléctrica emplearemos las siguientes fórmulas:

##### Sistema Trifásico:

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) \\ = \text{voltios (V)}$$

##### Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) \\ = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de cálculo en Watios.

L = Longitud de cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

Cos  $\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $m\Omega/m$ .

### Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha (T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{max} - T_0) (I/I_{max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a  $20^\circ\text{C}$ .

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

$T$  = Temperatura del conductor ( $^\circ\text{C}$ ).

$T_0$  = Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ ):

Cables enterrados =  $25^\circ\text{C}$

Cables al aire =  $40^\circ\text{C}$

$T_{max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor ( $^\circ\text{C}$ ):

XLPE, EPR =  $90^\circ\text{C}$

PVC =  $70^\circ\text{C}$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ( $1.45 I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ( $1.6 I_n$ ).

### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\varnothing = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\operatorname{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\operatorname{tg}\varnothing_1 - \operatorname{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \omega; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \omega; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

$P$  = Potencia activa instalación (kW).

$Q$  = Potencia reactiva instalación (kVAr).

$Q_c$  = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\varnothing_1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\varnothing 2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2\pi f$ ;  $f = 50$  Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $\times 1000000(\mu F)$ .

## **5. CÁLCULO DE LA LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2 - Mult. Tubos Superf. O Emp. Obra

- Longitud: 5 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencia a instalar: 23.143 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$9775 \times 1.25 + 11.224 = 23442.75$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I = 23442.75 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 42.29$  A.

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 10 + TT \times 10 \text{mm}^2 \text{Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 52 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 67.96

$e(\text{parcial}) = 5 \times 23.442 / 67.96 \times 400 \times 150 = 0.13$  V. = 0.03 %

$e(\text{total}) = 0.03\%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica:

Fusibles Int. 50 A.

## **6. CÁLCULO DE LA DERIVACION INDIVIDUAL**

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2 - Mult. Tubos Superf. o Emp. Obra.
- Longitud: 5 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 23.143 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$9775 \times 1.25 + 11.224 = 23442.75 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 23442.75 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 42.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.96

$$e(\text{parcial}) = 5 \times 23.442 / 67.96 \times 400 \times 150 = 0.13 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica: Fusibles Int. 50 A.

I. Ant./ Tet. In.: 50 A. Térmico reg. Int. Reg.: 50 A

## **7. CÁLCULO DE LA LÍNEA**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;

- Potencia a instalar: 1144 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1144 \times 1.8 = 2059.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 2059.2 / 230 \times 0.8 = 11.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 47.1

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2059.2 / 50.22 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

## **8. CÁLCULO CUADRO GENERAL MANDO Y PROTECCIÓN**

### **Cálculo de la Línea: A1**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m;  $\text{Cos } \varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 144 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$144 \times 1.8 = 259.2 \text{ W.}$$

$$I = 259.2 / 230 \times 1 = 1.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.17

$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 259.2 / 51.48 \times 230 \times 1.5 = 0.29 \text{ V} = 0.13 \%$

$e(\text{total})=0.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **Cálculo de la Línea: A2**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$750 \times 1.8 = 1350 \text{ W.}$

$I=1350/230 \times 1=5.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.34

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1350 / 51.08 \times 230 \times 2.5 = 2.76 \text{ V.} = 1.2 \%$$

$$e(\text{total})=1.28\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

### **Cálculo de la Línea: A3**

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 250 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$250 \times 1.8 = 450 \text{ W.}$$

$$I=450/ 230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.26

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 450 / 51.47 \times 230 \times 2.5 = 0.3 \text{ V.} = 0.13 \%$$

$$e(\text{total})=0.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 5724 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5724 \times 1.25 + 1000 = 8155 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 8155 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 14.71 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.73

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 8155 / (48.9 \times 400 \times 2.5) = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

### **Cálculo de la Línea: USOS VARIOS**

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(m\Omega/m)$ : 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5=0.68 \text{ V.}=0.3 \%$$

$$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### **Cálculo de la Línea: DOSIFICADORA**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5724 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5724 \times 1.25=7155 \text{ W.}$$

$$I=7155 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1=12.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.61

$e(\text{parcial})=10 \times 7155 / 48.92 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.46 \text{ V.} = 0.37 \%$

$e(\text{total})=0.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protección Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 16 A.

## **SUBCUADRO**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

BOMBA CANAL-BALSA                      5.500 W

TOTAL....      5.500 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 5.500

### **Cálculo de la línea: BOMBA CANAL-BALSA**

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1.247 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0; R: 1

- Potencia a instalar: 5.500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$5.500 \times 1.25 = 6.875 \text{ W.}$

$I=6.875 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 12.40 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.73

$e(\text{parcial}) = 1.247 \times 6.875 / 48.9 \times 400 \times 35 \times 1 = 12.52 \text{ V} = 3.13 \%$

$e(\text{total}) = 3.17 \%$  ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tripolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC

## **SUBCUADRO**

### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

BOMBA DE IMPULSIÓN                      9.775 W

TOTAL....                      9.775 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 9.775

### **Cálculo de la Línea: BOMBA DE IMPULSIÓN**

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 1247 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 9.775 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$9.775 \times 1.25 = 12218.75 \text{ W}$  (Coef. de Simult.: 1)

$$I=9.775/1.732 \times 400 \times 0.8=17.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a  $25^\circ\text{C}$  ( $F_c=0.8$ ) 21 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 13.45 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 28.25

$$e(\text{parcial})=1.247 \times 9.775 / 53.81 \times 400 \times 150=17.03 \text{ V.}=4.26 \%$$

$$e(\text{total})=4.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tri. In.: 21 A. Térmico reg. Int.Reg.: 21 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

## **9. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA**

- La resistividad del terreno es  $50 \Omega \times \text{m}$ .

- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se puede constituir con los siguientes elementos:

Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 25 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

## **10. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN POR EL MÉTODO DE LOS LÚMENES**

Los cálculos se han realizado con el programa DIALUX.

### **Iluminación**

Se aplica el Documento Básico HE que tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. En nuestro caso, solo la sección HE 3, eficiencia Energética de las instalaciones de iluminación.

#### Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

El cálculo se realiza para las diferentes zonas.

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times Em}$$

P: En nuestro caso, la potencia total instalada en lámparas.

S: La superficie iluminada.

La iluminación media horizontal se calcula con la siguiente expresión:

$$Em = \frac{n \times \Phi L \times fm \times CU}{S}$$

Donde:

n: número de lámparas.

ΦL: flujo de cada luminaria.

fm : factor de mantenimiento.

Por otra parte, el coeficiente de utilización (CU) se obtiene a partir del índice del local K y los factores de reflexión en una tabla propia de la luminaria que se utiliza.

Donde K se obtiene de:

$$K = \frac{a \times b}{h \cdot (a+b)}$$

Realizamos el cálculo para cada zona:

En la tabla 47 se muestra el resumen de los cálculos realizados para cada zona.

Tabla nº 47: Datos extraídos del estudio del cálculo de cada zona.

ZONA	Em	VEEI	P <sub>T</sub>	S	a	b	h	k	Cu	ΦL	n	P <sub>U</sub>	fm
	<i>lux</i>		<i>W</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>			<i>lm</i>		<i>W</i>	
ALMACÉN	56,8	2,93	750	450,0	30,00	15	6	1,67	0,6	20000	3	250	0,71
ALMACÉN FITOSANITARIO	203,4	4,23	144	16,8	4,90	3,42	3	0,67	0,8	3000	2	72	0,71
ASEO	284	4,07	26	2,3	1,50	1,5	3	0,25	0,6	1500	1	26	0,71
OFICINA	243	3,05	104	14,0	4,10	3,42	2,15	0,87	0,8	3000	2	52	0,71

Los coeficientes de techo, paredes y suelo son 0.7, 0.3 y 0.1 respectivamente.

Según la Sección SU 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada del DB-SU del CTE en cada zona de circulación se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, medido a nivel del suelo, en zonas interiores mixtas para personas y vehículos, de 50lux.

Según 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, en el anexo IV se establece que para zonas de baja exigencias visuales el nivel mínimo de iluminación es de 100 lux y para áreas o locales de uso ocasional es de 50 lux.

En el caso nuestro se tiene un almacén en el cual no se van a realizar otro tipo de tarea que no sea la de carga y descarga ocasional, por lo que el nivel de iluminación mínimo exigido es de 50lux.

Para el caso de la oficina, se considerará a una altura de trabajo de 0.85m, un nivel mínimo de iluminación de 200 lux, zonas de exigencias visuales moderadas, uso administrativo.

En la tabla de cálculo se observa que para cada zona se superan los niveles mínimos exigidos de iluminación. Además, no se superan en ningún momento los valores límites de la eficiencia energética (VEEI) de las instalaciones establecido en la tabla 2.1. del DB-HE-3. Donde se indica que para recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos, interiores de no representación es de 4.5 y administrativo 3.5.



PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO X: SEGURIDAD Y SALUD

---

# ANEJO X: SEGURIDAD Y SALUD



## ÍNDICE

1. CONSIDERACIONES PREVIAS AL PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa	182
1.1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO	182
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	182
1.3. RELACIÓN DE MAQUINARIA UTILIZADA. RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA.	191
1.4. RIESGOS	201
1.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES	202
1.6. GESTIÓN DE RESIDUOS	205
1.7. SERVICIOS AFECTADOS	205
1.8. PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN	205
1.9. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	207
1.10. ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA	207
2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA AGRICULTURA	208
2.1. SINIESTRALIDAD	209
2.2. MAQUINARIA AGRÍCOLA	209
2.3. RIESGOS	209
2.4. LEGISLACIÓN	214

## **1. CONSIDERACIONES PREVIAS AL PROYECTO DE EJECUCIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa**

### **1.1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO**

Este Estudio de Seguridad y Salud se redacta en cumplimiento del Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre que reglamenta y concreta la Legislación vigente en la materia para su aplicación a los proyectos y obras de construcción o ingeniería civil tanto de iniciativa pública como privada.

Suministrará unas normas básicas con las que se realizarán los trabajos.

### **1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA**

#### **1.2. 1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

La obra, objeto de este estudio, consiste en la ejecución de las diferentes fases para ejecutar una balsa de tierra de acumulación de aguas para riego.

Sobre la zona determinada se localizarán los trabajos de desmonte y terraplenado de tierra con el fin de construir los muros. Para llevarlo a cabo, contaremos con tractores con traíllas, tractor con cuba y compactador para obtener las densidades y humedades necesarias y así lograr la impermeabilización de la balsa.

#### **- Plazo de Ejecución**

El plazo de ejecución previsto es de tres (3) meses.

#### **- Personal**

Se prevé un número de personas máximo de 6 obreros.

Otros: Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales en Seguridad en el Trabajo, Higiene Industrial, Ergonomía y Psicología aplicada. Consejero de Seguridad para transporte de mercancías peligrosas ADR.

#### **1.2.3. TELÉFONOS EN CASO DE EMERGENCIA**

POLICIA NACIONAL	091
POLICIA MUNICIPAL	092
GUARDIA CIVIL	062
EMERGENCIA SANITARIA	061
URGENCIAS	112
BOMBEROS	085

PROTECCION CIVIL (SEVILLA)	954.23.40.40
INFORMACION TOXICOLOGIA (24 H.)	915.62.04.20
CRUZ ROJA	954.351.444
MUTUA FREMAP	954.24.91.00
COMPAÑIA SEVILLANA ELECTRICIDAD	955.75.49.00
HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA	955.00.80.00
HOSPITAL GENERAL VIRGEN DEL ROCIO	955.01.20.00

#### **1.2.4. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA**

##### **1.2.4.1. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO**

Consiste en dejar sin restos vegetales los primeros 20 cm de toda la superficie del terreno sobre el que se asienta la obra.

Maquinaria a utilizar: Tractor con traílla.

Riesgos asociados:

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenido.
- Caídas de materiales desde las cajas de los vehículos.
- Caídas a distinto nivel.
- Interferencias entre vehículos por falta de señalización y dirección en las maniobras.
- Atropellos.
- Vuelcos de vehículos en las maniobras de descarga.
- Accidentes debidos a la falta de visibilidad por ambientes pulverulentos motivados por los propios trabajos.
- Accidentes por el mal estado de los firmes.
- Vibraciones sobre las personas.
- Ruido.

Medidas preventivas:

Quedan prohibidos los acopios de tierras o materiales en el borde de los taludes del cauce, a una distancia inferior a la de seguridad (2 m).

Se protegerán los bordes de coronación de los taludes mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima del borde de 2 metros.

Está terminantemente prohibido sobrecargar los vehículos y la disposición de la carga no ofrecerá riesgo alguno para el propio vehículo ni para las personas que circulen en las inmediaciones.

Los vehículos tendrán claramente la tara y carga máxima.

Se prohíbe el transporte de personas fuera de la cabina de conducción y en número superior al de asientos.

Los equipos de carga para rellenos serán dirigidos por personal adecuado.

Los tajos, cargas y cajas se regarán periódicamente para evitar formación de polvaredas.

Se señalarán los accesos, recorridos y direcciones para evitar interferencias entre los vehículos durante su circulación.

Se instalarán topes delimitación de recorrido en los bordes de los terraplenes de vertido.

Las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por personas especialmente destinadas a esta función.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio inferior a 5 m. en torno a las palas, retroexcavadoras, compactadoras y apisonadoras en movimiento.

Todos los vehículos empleados en excavaciones y compactaciones, estarán dotados de señal acústica automática de aviso de marcha atrás.

Se señalarán los accesos a la vía pública mediante señales normalizadas de manera visible con “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y STOP.

Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad antivuelco.

**TODOS LOS VEHÍCULOS ESTARÁN DOTADOS CON PÓLIZA DE SEGURO CON RESPONSABILIDAD CIVIL ILIMITADA**

A lo largo de la obra se dispondrán letreros divulgatorios del riesgo de este tipo de trabajos: - peligro – vuelco – colisión – atropello – etc.

No se accederá a la maquinaria usando otros apoyos que los peldaños dispuestos para esta función.

Antes de manipular la máquina, comprobar todos los dispositivos de seguridad. Los resguardos y tapas de las transmisiones deben estar siempre colocados.

Los trabajos de mantenimiento deben hacerse con la máquina parada. Hacer uso de ropa ajustada.

Los operarios cercanos a la máquina llevarán indumentaria reflectante.

#### Equipos de protección individual

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla de protección antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo ajustada con elásticos en las muñecas.
- Faja dorsolumbar.
- Chaleco reflectante.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.

#### Equipos de protección colectiva

- Señalización y acotación de la zona de actuación:
- Vallas de corte al tráfico rodado y peatonal.
- Cintas reflectantes.
- Señales de tráfico: cortes y desvíos del tráfico; peligro de obras.
- Señalización luminosa:
- Lámparas autónomas intermitentes de emergencia.
- Alumbrado de emergencia a baja tensión.
- Caídas en altura:
- Señalización y acotación perimetral del talud del arroyo:
- Vallas peatonales.
- Cintas reflectantes.
- Ordenación, señalización y vías de circulación de la superficie de actuación.
- Vallas peatonales.
- Cinta reflectante.
- Señalización de zona de acopios.
- Señales de PVC.

#### Contra-incendios:

- Extintor móvil de polvo polivalente ABCE de 9 kg, eficacia 21A, 113B, dieléctrico hasta 1.000 V.

#### 1.2.4.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El desmonte se lleva a cabo con la finalidad de extraer toda la tierra que se encuentra encima de la rasante del terreno, mientras que el terraplenado se efectúa en zonas en las que hay que aplicar tierra por estar el terreno debajo de la rasante de la balsa.

El terraplenado del material extraído se realizará en tongadas horizontales de 20 a 30 cm de espesor, regadas y compactadas por medios mecánicos.

##### Maquinaria a utilizar:

- Camión dumper.
- Motoniveladora.
- Rulo compactador.
- Tractor con traílla.
- Tractor bulldozer.
- Tractor con cuba.

##### Riesgos asociados:

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caídas de materiales desde las cajas de los vehículos.
- Caídas a distinto nivel.
- Interferencias entre vehículos por falta de señalización y dirección en las maniobras.
- Atropellos.
- Vuelcos de vehículos en las maniobras de descarga.
- Accidentes debidos a la falta de visibilidad por ambientes pulverulentos motivados por los propios trabajos.
- Accidentes por el mal estado de los firmes.
- Vibraciones sobre las personas.
- Ruido.

##### Medidas preventivas:

- Quedan prohibidos los acopios de tierras o materiales en el borde de los taludes del cauce, a una distancia inferior a la de seguridad. (2 m.)
- Se protegerán los bordes de coronación de los taludes mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima del borde de 2 metros.
- Está terminantemente prohibido sobrecargar los vehículos y la disposición de la carga no ofrecerá riesgo alguno para el propio vehículo ni para las personas que circulen en las inmediaciones.
- Los vehículos tendrán claramente la tara y carga máxima.

- Se prohíbe el transporte de personas fuera de la cabina de conducción y en número superior al de asientos.
- Los equipos de carga para rellenos serán dirigidos por personal adecuado.
- Los tajos, cargas y cajas se regarán periódicamente para evitar formación de polvaredas.
- Se señalizarán los accesos, recorridos y direcciones para evitar interferencias entre los vehículos durante su circulación.
- Se instalarán topes delimitación de recorrido en los bordes de los terraplenes de vertido.
- Las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por personas especialmente destinadas a esta función.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio inferior a 5 m. en torno a las palas, retroexcavadoras, compactadoras y apisonadoras en movimiento.
- Todos los vehículos empleados en excavaciones y compactaciones, estarán dotados de señal acústica automática de aviso de marcha atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública mediante señales normalizadas de manera visible con “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y STOP.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad antivuelco.

TODOS LOS VEHÍCULOS ESTARÁN DOTADOS CON PÓLIZA DE SEGURO CON RESPONSABILIDAD CIVIL ILIMITADA.

- A lo largo de la obra se dispondrá letreros divulgatorios del riesgo de este tipo de trabajos, - peligro – vuelco – colisión – atropello – etc.
- No se accederá a la maquinaria usando otros apoyos que los peldaños dispuestos para esta función.
- Antes de manipular la máquina, comprobar todos los dispositivos de seguridad.
- Los resguardos y tapas de las transmisiones deben estar siempre colocados.
- Los trabajos de mantenimiento deben hacerse con la máquina parada. Hacer uso de ropa ajustada.
- Los operarios cercanos a la máquina llevarán indumentaria reflectante.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla de protección antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo ajustada con elásticos en las muñecas.
- Faja dorsolumbar.
- Chaleco reflectante.
- Protectores auditivos.

- Calzado de seguridad.
- Equipos de protección colectiva:
- Señalización y acotación de la zona de actuación:
- Vallas de corte al tráfico rodado y peatonal.
- Cintas reflectantes.
- Señales de tráfico: cortes y desvíos del tráfico; peligro de obras.
- Señalización luminosa:
- Lámparas autónomas intermitentes de emergencia.
- Alumbrado de emergencia a baja tensión.
- Caídas en altura:
- Señalización y acotación perimetral del talud del arroyo:
- Vallas peatonales.
- Cintas reflectantes.
- Ordenación, señalización y vías de circulación de la superficie de actuación.
- Vallas peatonales.
- Cinta reflectante.
- Señalización de zona de acopios.
- Señales de PVC.
- Contra-incendios:
- Extintor móvil de polvo polivalente ABCE de 9 kg, eficacia 21A, 113B, dieléctrico hasta 1.000 V.

#### **1.2.4.3. TOMA Y ALIVIADERO**

Se proyecta un aliviadero de hormigón en la coronación de la balsa con capacidad superior al caudal de vertido.

También ejecutaremos las obras necesarias para la toma compuesta por ejecución de pozo de registro, tubería de polietileno para toma de aguas, colocación bordillo tumbado (bermas), cuneta de hormigón y tuberías de polietileno.

##### Maquinaria a utilizar:

- Camión dumper.
- Retroexcavadora mixta.
- Compactador manual.
- Camión hormigonera.
- Vibrador de aguja para hormigón.
- Camión Grúa.

##### Riesgos asociados:

- Caídas de personas u objetos al mismo nivel.

- Caídas de personas u objetos a distinto nivel.
- Contactos con el hormigón, dermatitis del cemento.
- Corrimientos de tierras.
- Vibraciones por manejos de aparatos vibradores del hormigón.
- Ruido ambiental.
- Electrocutión por contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzo.
- Atrapamientos durante la colocación.

#### Medidas preventivas:

- Se procurará una correcta manipulación de cargas, evitando que cualquier carga que sobrepase los 25 kg, se traslade de manera manual. Para estos casos se utilizarán grúas u otros aparatos de carga.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos, en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios cuando exista el riesgo de caída y no exista medida colectiva que lo elimine.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán su correspondiente protección a tierra e interruptores diferenciales.
- Se instalarán topes al final del recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos o caídas.
- No acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- No situar operarios tras los camiones hormigoneras durante el retroceso en las maniobras de acercamiento.
- Se instalarán barandillas sólidas en el borde de la excavación protegiendo en el tajo de guía de la canaleta.
- La maniobra de vertido del hormigón será dirigida por el capataz o encargado.
- Se limitará la zona de acceso al vertido mediante vallas o elementos limitadores de igual efectividad.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1,5 m es conveniente entibarla. Se respetarán los ángulos de talud natural del terreno en caso de no entibar.
- Se evitará la acumulación del material excavado y equipos junto al borde de las zanjas y, en caso inevitable, se tomarán las precauciones que impidan el derrumbamiento de las paredes y la caída al fondo de dichos materiales.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m se protegerán los bordes de coronación con una barandilla reglamentaria.

- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que se puedan recibir empujones exógenos procedentes de caminos, carreteras, calles, etc. transitados por vehículos, martillos neumáticos, etc.
- Se deberá disponer, al menos, de una escalera portátil por cada equipo de trabajo, dicha escalera deberá sobrepasar en 1 m el borde de la zanja.
- Los operarios que trabajen en el interior de las zanjas deben estar debidamente informados y formados y provistos de casco de seguridad y de las prendas de protección necesarias para cada riesgo específico.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo ajustada con elásticos en las muñecas.
- Faja dorsolumbar.
- Chaleco reflectante.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón de seguridad A, B o C.
- Impermeables.

#### Equipos de protección colectiva:

- Señalización y acotación de la zona de actuación:
- Vallas de corte al tráfico rodado y peatonal.
- Cintas reflectantes.
- Señales de tráfico: cortes y desvíos del tráfico; peligro de obras.
- Señalización luminosa:
- -Lámparas autónomas intermitentes de emergencia.
- -Alumbrado de emergencia a baja tensión.
- -Caídas en altura:
- Señalización y acotación perimetral del talud del arroyo:
- Vallas peatonales.
- Cintas reflectantes.
- -Ordenación, señalización y vías de circulación de la superficie de actuación.
- Vallas peatonales.
- Cinta reflectante.
- Señalización de zona de acopios.
- Señales de PVC.

#### Contra-incendios:

Extintor móvil de polvo polivalente ABCE de 9 kg, eficacia 21A, 113B, dieléctrico hasta 1.000 V.

### **1.3. RELACION DE MAQUINARIA UTILIZADA. RIESGOS, MEDIDAS PREVENTIVAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA**

#### **1. RETROEXCAVADORA MIXTA**

##### Riesgos asociados:

- Atropellos del personal de otros trabajos.
- Deslizamientos y derrapes por embarramiento del suelo.
- Abandono de la máquina sin apagar el contacto.
- Vuelcos y caídas por terraplenes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Contactos con conducciones aéreas o enterradas.
- Desplomes de taludes ó terraplenes.
- Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento)
- Proyección de materiales durante el trabajo.
- Caídas desde el vehículo.
- Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

##### Medidas preventivas:

- Entregar a los maquinistas la hoja de recomendaciones e instrucciones.
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE.
- Serán de aplicación las normas generales de protección en cabina (aros antivuelco) y los escapes de gases del motor sobre su incidencia en el área del conductor.
- Acotar la zona de seguridad igual a la longitud de alcance máximo del brazo de la “retro”.
- Los conductores no abandonarán la máquina sin antes haber parado el motor y depositado la cuchara en el suelo. Si la cuchara es bivalva estará cerrada.
- Los desplazamientos se efectuarán con la cuchara apoyada en la máquina evitando balanceos.
- Se prohíben específicamente los siguientes puntos:
  - El transporte de personas.
  - Efectuar con la cuchara o brazo trabajos puntuales distintos de los propios de la máquina.
  - Acceder a la máquina para su manejo con equipo inadecuado.
  - Realizar trabajos sin usar los apoyos de inmovilización.

- Para utilizar la "retro" como una grúa hay que estacionar la máquina a menos de 3 m. del borde de tajos inseguros.
- Verter los productos de la excavación a menos de 2 m. del borde de la misma. (como norma general). Esta distancia de seguridad para las zanjas estará en función del tipo de terreno y de la profundidad de la zanja.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno
- Gafas antiproyecciones,
- Ropa adecuada,
- Guantes de cuero
- Calzado antideslizante
- Mascarillas antipolvo,
- Mandil y polainas de cuero para mantenimiento.
- chaleco Reflectante.

## **2. CAMIONES DE TRANSPORTES EN GENERAL**

#### Riesgos:

- Los inherentes a la circulación por el interior del recinto de las obras, como son: Atropellos y/o Choques con otros vehículos
- Específicos de su trabajo o del entorno: Vuelcos por accidentes del terreno, Vuelcos por desplazamientos de cargas, caídas y atrapamientos del personal operario de las obras.

#### Medidas preventivas:

- Respetar las normas de circulación interna de la obra.
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE
- Efectuar cargas y descargas en los lugares designados al efecto.
- Buen estado de los vehículos.
- Uso de calzos en las ruedas además del freno de mano.
- Acceso y abandono de las cajas de transporte de mercancías mediante el uso de escalerillas de mano.
- Dirigir las maniobras de carga y descarga por una persona adecuada.
- El colmo máximo permitido para materiales sueltos debe ser menos del 5 por ciento en su pendiente.
- Instalación de las cargas en las cajas de manera uniforme.
- En caso de disponer de grúa auxiliar el camión, el gancho de ésta estará provisto de pestillo de seguridad.

- Los operarios encargados de las operaciones de carga y descarga de materiales estarán provistos del siguiente equipo:
- Guantes o manoplas de cuero adecuadas al trabajo.
- Botas de seguridad.
- Se les instruirá para la adopción de las siguientes medidas:
- No trepar ni saltar de las cajas de los camiones.
- Para guiar cargas en suspensión usar los cabos guías.
- No permanecer debajo de las cargas.

#### Equipos de protección individual:

- Casco
- Cinturón
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Manoplas o guantes de cuero.
- Salva hombros y cara.
- chaleco reflectante.

### **3. CAMIÓN HORMIGONERA**

#### Riesgos

- Los derivados de su circulación:
- Atropellos, choques y colisiones.
- Proyección de objetos.
- Producción de vibraciones, ruido y polvo.
- Desplomes de taludes.
- Los producidos por su uso y manejo:
  - Vuelcos o caídas al subir o bajar de las cabinas de conducción.
  - Contactos con conducciones.
  - Lesiones derivadas de su mantenimiento y aprovisionamiento.

#### Medidas preventivas

- Estos vehículos estarán dotados de los siguientes medios:
- Faros de marcha adelante y retroceso, Intermitentes de giro.
- Pilotos de posicionamiento y balizamiento de la caja.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Cabinas antivuelco y anti-impacto.
- Bocina automática de marcha atrás.
- El servicio de revisión y mantenimiento se efectuará en la maquinaria pesada de movimiento de tierras.
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE.

- No circular con la caja alzada o en movimiento (basculantes).
- La distancia de seguridad para estos vehículos será de 10 metros.
- Estos vehículos en estación se señalizaras con "señales de peligro",
- Para las normas de cargas descarga y circulación se adoptarán las medidas generales del resto de vehículos pesados ya enunciadas.

#### Equipos de protección individual

- Casco de polietileno al abandonar la cabina de conducción.
- Cinturón
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Manoplas o guantes de cuero.
- Salva hombros y cara.
- chaleco reflectante.

#### **4. MOTONIVELADORA**

##### Riesgos:

- Atropello o atrapamiento del personal de servicio.
- Pérdida del control de la máquina por avería de alguno de sus mecanismos durante su funcionamiento.
- Vuelcos o caídas por pendientes.
- Choque contra otros vehículos.
- Caídas de personas al subir o bajar. Conductores
- Ruidos y vibraciones.
- Los derivados de la pérdida de atención por trabajo monótono.
- Los derivados de su mantenimiento.

##### Medidas preventivas:

##### Equipos de protección individual

- Casco de polietileno con protectores auditivos.
- Gafas antiproyecciones y antipolvo.
- Calzado adecuado para conducción de vehículos.
- Prendas de protección para mantenimiento.
- Guantes, mandil y polainas.
- Chaleco reflectante.

Normas de seguridad generales para entregar a los maquinistas que hayan de conducir las máquinas para movimientos de tierras:

- Para subir y bajar de la máquina utilice los peldaños y asideros de que dispone el vehículo para evitar lesiones por caídas.
- No acceder a la máquina encaramándose a través de la llanta al ordenar las cubiertas.
- Suba y baje del vehículo frontalmente por el acceso a la cabina agarrándose con ambas manos de forma segura.
- No abandone el vehículo saltando desde el mismo si no existe situación de peligro.
- No realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en marcha. Pare y efectúe las operaciones necesarias.
- No permita el acceso a la máquina a ninguna persona no autorizada.
- No trabaje en situación de semi-avería. Corrija las deficiencias y continúe su trabajo.
- En las operaciones de mantenimiento apoye los órganos móviles del vehículo en el suelo, pare el motor, accione el freno de mano y bloquee la máquina. Realice a continuación lo necesario.
- No guardar trapos sucios o grasientos ni combustible en el vehículo, producen incendios.
- No levante en caliente la tapa del radiador.
- Protéjase con guantes para manejar líquidos. Use las gafas anti-protecciones y mascarillas antipolvo cuando sea necesario.
- Para cambiar aceites del motor o de los sistemas hidráulico el hágalo en frío.
- Los líquidos de las baterías son inflamables, recuérdelo.
- Para manipular el sistema eléctrico, parar siempre el motor y ex traiga la llave de contacto.
- No libere los frenos en posición de parada sin antes haber colocado los calzos de las ruedas.
- Si ha de arrancar el motor usando baterías de otro vehículo, evite saltos de corriente. Los electrolitos producen gases inflamables
- Vigile la presión de los neumáticos.
- Para llenar los neumáticos sitúese tras la banda de rodadura y previniendo una rotura de la manguera.
- Compruebe el buen funcionamiento de la máquina antes de empezar el trabajo después de cada parada.
- Ajuste bien el asiento para alcanzar los controles con facilidad.
- Si contacta con cables eléctricos proceda como sigue:
  - Separe la máquina del lugar del contacto.
  - Toque la bocina indicando situación peligrosa.
  - Pare el motor y ponga el freno de mano.
  - **SALTE DEL VEHÍCULO EVITANDO ESTAR EN CONTACTO AL MISMO TIEMPO CON LA MÁQUINA Y EL SUELO.**

- No abandone el vehículo con el motor en marcha.
- No abandone el vehículo sin haber dejado los órganos móviles apoyados en el suelo.
- No transporte personas en la máquina ni en el interior de la cabina de conducción.
- Compruebe el buen estado del arco de protección antivuelco de su vehículo.

## **5. TRACTORES CON TRAILLA**

### Riesgos asociados:

- Atropellos.
- Deslizamientos por mal estado del suelo.
- Abandono de la máquina sin apagar el contacto.
- Vuelcos y caídas por terraplenes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Contactos con conducciones aéreas o enterradas.
- Desplomes de taludes o terraplenes.
- Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento)
- Proyección de materiales durante el trabajo.
- Caídas desde el vehículo.
- Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

### Medidas preventivas:

- Entregar a los maquinistas las normas generales de seguridad para el manejo y conservación de las máquinas que efectuaran movimientos de tierras.
- Las enumeradas anteriormente para palas cargadoras y retroexcavadoras
- Como norma general la distancia de seguridad de aproximación a los bordes de los taludes para los tractores, será de 3 metros.
- En las proximidades de los tractores en funcionamiento se prohibirá la realización de otros trabajos.
- Previo al comienzo de los trabajos, se inspeccionará la zona en prevención de desprendimientos.
- Como norma general se evitará en lo posible superar la velocidad de 3 Km/h. en el movimiento de tierras.

- Se prohíbe la utilización de estas máquinas en las zonas de los trabajos cuya pendiente sea en torno al 50 por ciento.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará al pie de los taludes aquellos materiales que pudieran desprenderse con facilidad accidentalmente sobre el tajo.
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE

#### Equipos de protección individual

- Casco de polietileno
- Gafas antiproyecciones,
- Ropa adecuada,
- Guantes de cuero
- Calzado antideslizante
- Mascarillas antipolvo,
- Mandil y polainas de cuero para mantenimiento.
- chaleco Reflectante

#### Equipos de protección colectiva:

- Señalización y acotación de la zona de actuación:
- Mallas de PVC.
- Cintas reflectantes.

### **6. TRACTORES CON CUBA DE AGUA**

#### Riesgos asociados:

- Atropellos.
- Deslizamientos por mal estado del suelo.
- Abandono de la máquina sin apagar el contacto.
- Vuelcos y caídas por terraplenes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Contactos con conducciones aéreas o enterradas.
- Desplomes de taludes o terraplenes.
- Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento)
- Proyección de materiales durante el trabajo.
- Caídas desde el vehículo.
- Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

### Medidas preventivas:

- Entregar a los maquinistas las normas generales de seguridad para el manejo y conservación de las máquinas que efectuaran movimientos de tierras.
- Las enumeradas anteriormente para palas cargadoras y retroexcavadoras
- Como norma general la distancia de seguridad de aproximación a los bordes de los taludes para los tractores, será de 3 metros.
- En las proximidades de los tractores en funcionamiento se prohibirá la realización de otros trabajos.
- Previo al comienzo de los trabajos, se inspeccionará la zona en prevención de desprendimientos.
- Como norma general se evitará en lo posible superar la velocidad de 3 Km/h. en el movimiento de tierras.
- Se prohíbe la utilización de estas máquinas en las zonas de los trabajos cuya pendiente sea en torno al 50 por ciento.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará al pie de los taludes aquellos materiales que pudieran desprenderse con facilidad accidentalmente sobre el tajo.
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE

### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno
- Gafas antiproyecciones,
- Ropa adecuada,
- Guantes de cuero
- Calzado antideslizante
- Mascarillas antipolvo,
- Mandil y polainas de cuero para mantenimiento.
- chaleco Reflectante

### Equipos de protección colectiva:

- Señalización y acotación de la zona de actuación:
- Mallas de PVC.
- Cintas reflectantes.

## **7. RULO COMPACTADOR (RODILLO VIBRANTE AUTOPROPULSADO)**

### Riesgos asociados:

- Atropellos.
- Abandono de la máquina sin apagar el contacto.
- Vuelcos y caídas por terraplenes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Contactos con conducciones aéreas o enterradas.
- Desplomes de taludes ó terraplenes.
- Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento)
- Proyección de materiales durante el trabajo.
- Caídas desde el vehículo.
- Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

#### Medidas preventivas:

- Entregar a los maquinistas la hoja de recomendaciones e instrucciones enumerada anteriormente para palas cargadoras.
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE
- En los trabajos con bivalva extremar las precauciones en el manejo del brazo y controlar cuidadosamente las oscilaciones de la bivalva.
- Acotar la zona de seguridad igual a la longitud de alcance máximo del brazo de la máquina.
- Serán de aplicación las normas generales de protección en cabina (aros antivuelco) y los escapes de gases del motor sobre su incidencia en el área del conductor.
- Los conductores no abandonarán la máquina sin antes haber parado el motor.
- No salte directamente al suelo, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal menester.
- No se trabajará con la máquina en situación de avería.
- Deberán estar dotados de luces de marcha y bocina, así como cabina antivuelco.
- En las maniobras de reportaje, se evitará fumar y que esté cerca de focos de ignición.

#### Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno
- Gafas antiproyecciones,
- Ropa adecuada,
- Guantes de cuero
- Calzado antideslizante

- Mascarillas antipolvo,
- Mandil y polainas de cuero para mantenimiento.
- Chaleco Reflectante.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización y acotación de la zona de actuación:
  - Mallas de PVC.
  - Cintas reflectantes.

## 8. CAMIÓN GRÚA

Riesgos asociados:

- Atropellos.
- Deslizamientos.
- Abandono de la máquina sin apagar el contacto.
- Vuelcos y caídas por terraplenes.
- Colisiones con otros vehículos.
- Contactos con conducciones aéreas o enterradas.
- Desplomes de taludes ó terraplenes.
- Quemaduras y lesiones. (durante el mantenimiento)
- Proyección de materiales durante el trabajo.
- Caídas desde el vehículo.
- Producción de ruidos y vibraciones y polvo etc.

Medidas preventivas:

- Antes de desplegar el brazo de la grúa se colocarán los estabilizadores.
- No se permitirá que se realicen trabajos en el radio de acción de la grúa.
- Se instalarán señales de “peligro, paso de cargas suspendidas”.
- Entregar a los maquinistas las normas generales de seguridad para el manejo y conservación de las máquinas.
- Como norma general la distancia de seguridad de aproximación a los bordes de los taludes, será de 3 metros.
- En las proximidades de las máquinas en funcionamiento se prohibirá la realización de otros trabajos.
- Previo al comienzo de los trabajos, se inspeccionará la zona en prevención de desprendimientos y se inspeccionará la existencia de redes aéreas eléctricas en la zona.
- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará al pié de los taludes aquellos materiales que pudieran desprenderse con facilidad accidentalmente sobre el tajo.
- La maquinaria estará acompañada obligatoriamente con el marcado CE

Equipos de protección individual:

- Casco de polietileno
- Gafas antiproyecciones,
- Ropa adecuada,
- Guantes de cuero
  - Calzado antideslizante
  - Mascarillas antipolvo,
  - Mandil y polainas de cuero para mantenimiento.
  - chaleco Reflectante

#### Equipos de protección colectiva:

Señalización y acotación de la zona de actuación:

- Mallas de PVC.
- Cintas reflectantes.

### **1.4. RIESGOS**

#### **1.4.1 RIESGOS PROFESIONALES**

##### Riesgos generales por agentes atmosféricos:

-Se tomarán las medidas necesarias para que se trabaje a temperaturas adecuadas para el organismo humano, así como evitar largas exposiciones al sol, utilizar sombrero y agua para evitar deshidrataciones.

- En cuanto a los trabajadores que utilicen máquinas, éstas estarán provistas de aire acondicionado.

##### Riesgos eléctricos:

-Debido a la cercanía de una línea de alta tensión, se delimitará la zona colindante con el fin de evitar que la maquinaria y los trabajadores accedan a este lugar

##### Riesgos de incendio:

-Los dispositivos de lucha contra incendios se situarán en zonas de fácil acceso, como se indica en el Anejo IV de la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las obras de construcción, así como en las propias máquinas que intervengan en la obra, por ser éstas las que más riesgos tienen dentro del contexto de la obra a realizar.

- Vías de circulación y zonas peligrosas

- Las dimensiones de las vías de circulación, la distancia de seguridad, la señalización en la propia vía y la señalización de prohibición de entrada a personas ajenas a la obra se van a llevar a cabo siguiendo las directrices del anejo IV de la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las obras de Construcción.

#### Riesgos particulares:

- Los trabajadores no estarán expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo) como se indica en e anejo IV de la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las obras de Construcción.

### **1.4.2. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

Los riesgos más comunes son:

- Derivados de la intromisión descontrolada de personas en la obra,
  - durante las horas de trabajo o descanso.
  - Atropellos por vehículos al entrar o salir de la obra.
- Choques en los enlaces con carreteras o caminos existentes.
- Caída de objetos sobre personas.
- Caída de personas al mismo o diferente nivel.

No se aprecian delimitaciones de una finca con otra mediante vallado. No obstante se tendrán en cuenta las pequeñas interferencias que se pudieran originar por las cercanías de fincas a las que acceden agricultores.

## **1.5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES**

### **1.5.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

- Cascos: para toda persona que acceda a la obra
- Guantes de uso general
- Guantes de goma
- Botas de agua
- Botas de seguridad de cuero
- Monos o buzos incluidas las reposiciones
- Trajes de agua
- Gafas contra impactos y antipolvo
- Gafas para oxígeno
- Mascarilla antipolvo
- Protectores auditivos
- Chalecos reflectantes

### **1.5.2. PROTECCIONES COLECTIVAS**

- Vallas de limitación y protección
- Señales de seguridad
- Cinta de balizamiento
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Balizamiento luminoso
- Extintores
- Válvulas antirretroceso
- Riego en control de polvo

Se delimitarán las zonas de acopio de materiales de las de estacionamiento de maquinaria.

### **1.5.3. FORMACIÓN**

El Contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo; es decir, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

La formación y explicación del Plan de Seguridad será realizada por el técnico de seguridad correspondiente que dotará a los operarios de normas generales y específicas para lograr un ambiente de trabajo cómodo y seguro.

Los cursos de formación para los trabajadores, serán capaces de cubrir los siguientes objetivos generales:

A. Divulgar los contenidos preventivos del estudio de seguridad y salud, una vez convertido en plan de seguridad y salud aprobado.

B. Comprender y aceptar su necesidad de aplicación.

C. Crear, entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Igualmente será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

La obra cuenta con un local próximo para primeros auxilios dotado de material de primeros auxilios indispensables y tiene fácil acceso. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencias.

#### **1.5.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

##### **- Botiquines:**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo.

##### **- Asistencia a accidentados:**

Se deberá informar a todo el personal de la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Será obligatorio disponer en la obra y en sitio bien visible de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

##### **- Reconocimiento médico:**

Todo el personal que empiece a trabajar deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo que se repetirá en el período de un año si la obra durase más que el periodo establecido.

-Generalidades (según anexo IV de la Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a las obras de Construcción):

Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

## **1.6. GESTIÓN DE RESIDUOS**

Existirá una zona de acopio de todos los residuos de obra, los cuales serán retirados al concluir dicha obra por un servicio autorizado.

## **1.7. SERVICIOS AFECTADOS**

### Medidas preventivas:

Antes de comenzar los trabajos se deberán conocer los servicios públicos que puedan resultar afectados. Tales como: agua, gas, electricidad, saneamiento. etc. Por otra parte existirán riesgos derivados de la circulación de vehículos, al tener que realizar pasos alternativos y desvíos provisionales. Además, los caminos que en la actualidad atraviesen el terreno donde se ubicará la futura obra, entrañan un riesgo, ya que por ellos circulan personas que pudieran verse involucradas en un accidente. Por ello es preciso adoptar las medidas necesarias para aislar dentro del recinto de la obra aquellos riesgos que pudieran afectar a terceras personas que no intervienen en la misma.

### 1. Líneas eléctricas

En el caso que nos ocupa, no existe ninguna línea eléctrica en la zona donde se va a construir la balsa.

### 2. Conducciones de gas

No hay ninguna conducción de gas en el terreno de la obra.

### 3. Conducciones de agua

En el lugar donde se va a realizar la obra de la balsa no existen conducciones de agua.

## **1.8. PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN**

La misión del Encargado de obra como responsable de evacuación, es la de facilitar la evacuación ordenada y completa del centro de trabajo, así como garantizar que se ha recibido la alarma.

Para la evacuación se deberá hacer un barrido rápido de cada tajo y dirigir a las personas por la vía de evacuación más segura según las circunstancias de emergencia.

### **1. Pasos para la evacuación**

- Cuando reciba la orden de evacuación diríjase a su tajo y prepárese para la evacuación. Prepárese para abandonar el lugar.

- Indique a las personas el recorrido hasta el exterior procurando que no quede nadie rezagado.
- No evacue llevando objetos personales voluminosos.
- Procure llevar siempre consigo sus llaves y documentos.
- Durante la evacuación no retroceda a recoger objetos o buscar a otras personas.
- No permita que nadie vuelva a entrar en la obra.
- Solicite ayuda exterior llamando al 112, si no ha podido hacerlo antes de evacuar y además podría ser necesario evacuar toda la zona y es necesario actuar con premura.
- Diríjase al punto de reunión, situado en la caseta de obra.

## **2. Incendios**

En caso de producirse un incendio en las instalaciones de la obra o en las del cliente debe actuarse de la siguiente manera:

Si el Incendio es de pequeñas dimensiones:

Avisar inmediatamente al Director de Calidad y Medioambiente o al Jefe de Obra.

Utilizar los Extintores de las Instalaciones o los elementos de extinción de incendios existentes en las Obras.

Si el Incendio es de elevadas dimensiones o si se origina cerca de la zona de almacenamiento de combustibles deberá:

Desalojar a todo el personal de las Instalaciones o de las Obras en el menor tiempo posible.

Llamar a los servicios de urgencias del Ayuntamiento de La Rinconada.

## **3. Derrames accidentales**

Si se produce un derrame accidental de los productos químicos en la obra en ejecución como aceites o bien en las actividades de mantenimiento de los vehículos se procederá como se indica:

Avisar al Director de Calidad y Medioambiente o al Jefe de Obra.

Espolvorear sobre el derrame un material absorbente (sepiolita) para facilitar la recogida del vertido.

Recoger el material absorbente utilizado y segregar éste a un contenedor especialmente identificado en el Almacén.

Repetir las operaciones anteriores hasta la recogida total del derrame.

En caso de tratarse de un derrame de elevadas proporciones (caso de rotura de uno de los bidones de gasoil) deberá avisarse a los Servicios Municipales de Protección Ambiental para que acometan la recogida del vertido. Hasta su llegada se tratará de contener el vertido para evitar que se extienda y se evitará cualquier contacto con una fuente de calor para evitar un incendio.

### **1.9. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS**

Se señalarán mediante carteles en intersecciones y planos en caseta de la finca, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

### **1.10. ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA**

No existe un único sistema válido de organización de la prevención, ya que dependerá de cómo esté organizada la empresa y la cultura que en ella exista. El modelo más eficaz en cada caso es aquel que se integre plenamente a la propia organización productiva, logrando que directivos, técnicos, mandos y trabajadores, asuman las responsabilidades que tienen en la materia.

En todo caso y sea cual fuere la modalidad de organización preventiva elegida de acuerdo a la legislación vigente en función de la plantilla y la actividad (propio empresario, trabajador designado, o servicio de prevención propio, mancomunado o ajeno), es necesario disponer siempre en todo centro de trabajo de personas involucradas en tareas de coordinación, seguimiento y control de la gestión de la prevención de riesgos laborales.

Aunque es permisible legalmente que una empresa pueda concertar toda la actividad preventiva con un Servicio de Prevención Ajeno, es del todo recomendable que alguien competente de la misma y contando con el apoyo de la Dirección, actúe de vínculo con tal Servicio y preste el apoyo logístico necesario para el correcto desarrollo e implantación del sistema.

La Dirección es quien debe definir y dar a conocer el organigrama general de la empresa en el que se determinen las funciones a desarrollar por cada uno de sus miembros. Dentro de ese organigrama habría que definir las funciones de prevención de riesgos laborales, en coherencia con la propia política de prevención que la empresa quiera desarrollar, y también, de su organización general.

La definición por escrito de las funciones preventivas de los miembros de una organización y velar por su cumplimiento es no sólo algo necesario, sino además, un medio esencial para lograr el grado de compromiso y de autocontrol que se precisa para

desarrollar una cultura empresarial basada en las personas y un eficaz desarrollo del sistema preventivo adoptado.

Por tanto, no se trata de desarrollar una estructura paralela o superpuesta a las ya existentes sin ninguna o pocas conexiones entre ellas, sino todo lo contrario, se trata de adaptar la organización preventiva a la organización global de la empresa, aprovechando incluso, si las hubiere, estructuras organizativas desarrolladas para campos de acción afines, como calidad o medioambiente.

Como ya se ha comentado anteriormente, la organización de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades preventivas se realizará por la dirección con arreglo a alguna de las modalidades recogidas en el capítulo III del RD 39/1997.

## **2. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA AGRICULTURA**

La principal función de la agricultura es la producción de materias primas para satisfacer las necesidades del consumo humano y animal.

El desarrollo de la mecanización, así como el incremento del uso de productos químicos durante los últimos años, ha determinado que se produzcan cambios esenciales en el ámbito agrícola.

El esfuerzo físico se ha hecho más ligero pero a los factores tradicionales se han unido otros de índole biológico, físico y químico, ya que las condiciones de salud y de seguridad en los trabajos agrícolas vienen determinadas por ciertas características peculiares como:

- El carácter estacional del trabajo, que necesita gran cantidad de mano de obra, no siempre bien organizada.
- El trabajo, que se lleva a cabo en mayor parte al aire libre con exposición a condiciones ambientales y climáticas adversas.
- La gran variedad de métodos de trabajo, donde una misma tarea se puede efectuar por medios manuales o mediante máquinas, según el nivel de desarrollo.
- La dificultad de establecer y cumplir normas y reglamentos de seguridad e higiene en el trabajo.

Sin embargo habrá que llegar a una seguridad integral en la actividad agrícola traducida en: medidas preventivas en la metodología de los diferentes trabajos, una legislación clara y específica, una protección personal de cada riesgo, medios de protección en máquinas y otros elementos, una información sobre los productos que se manejan, así como lo relacionado con la salud del trabajador.

## 2.1. SINIESTRALIDAD

Según fuentes del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, los resultados de la siniestralidad acaecidos en los centros de trabajo que han causado la baja laboral, están elevándose progresivamente en los últimos años. No obstante, se observa que, mientras aumentan los accidentes y enfermedades profesionales totales en el resto de actividades, los producidos en la agricultura han disminuido cada año.

Siempre ha sido complejo valorar el censo de la población laboral agraria a efectos de evaluar los índices de siniestralidad, pero en valores absolutos no debe ser positiva la línea de disminución de accidentes. Individualmente las nuevas tecnologías en cultivos, las medidas de seguridad que se están aplicando y, sobre todo, la mano de obra a su vez más cualificada, está siendo sin duda un factor importante en esta reducción.

## 2.2. MAQUINARIA AGRÍCOLA

El tractor es la máquina más utilizada en agricultura, y por esta razón una gran proporción de los accidentes que ocurren en ellas es debido a la utilización incorrecta de los mismos.

El término tractor se aplica en agricultura para designar a aquellos vehículos automotrices susceptibles de arrastrar, accionar, levantar, etc, y que están inscritos como tales en el registro del Ministerio de Agricultura y Pesca.

El tractor agrícola de ruedas tiene como objetivos desarrollar fuerza de tiro o tracción, y suministrar potencia mediante sus poleas, eje y toma de fuerza y sistemas hidráulicos para el accionamiento de mecanismos, máquinas, etc.

## 2.3. RIESGOS

Sin ninguna duda, el riesgo que presenta mayor gravedad, siendo gran parte de las veces de consecuencias mortales, es el vuelco, ya sea este lateral o hacia atrás. Las causas pueden ser muy variadas:

- Aproximación a desniveles (taludes, zanjas, cunetas).
- Maniobras en pendientes con aperos inadecuados.
- Falta de atención a la conducción sobre suelos resbaladizos o con obstáculos.
- Fallos por frenos en pendientes, acelerones bruscos, etc.

## 1. MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN. ESTRUCTURAS HOMOLOGADAS

La única medida de protección eficaz para el caso de vuelco y que garantiza un espacio vital al conductor es la estructura de protección homologada, cuya normativa actual la exige prácticamente a la totalidad de los tractores agrícolas.

Se clasifican en: arcos (dos postes anclados en su parte posterior), cuadros o bastidores (formados por dos arcos o cuatro postes entrelazados que soportan un techo) y cabinas que forman un habitáculo cerrado que protege además al tractorista de las condiciones climáticas, ruido, polvo, etc.

El sistema de ensayo de homologación empleado para certificar dichas estructuras, es el Método Dinámico Norma OCDE para tractores de masa desde 1.500 Kg hasta 6.000 Kg.

#### Riesgo de caídas:

Del propio conductor al subir o bajar del tractor.

Los tractores deben estar dotados de estribos, escaleras y asideros de acuerdo con las normas UNE.

#### Riesgo de choque:

Causados por velocidad inadecuada o por ser alcanzados en tramos de poca visibilidad. Se revisarán los órganos fundamentales del tractor (dirección, frenos, embrague, etc.)

- Verificar las luces e indicadores.
- Señalizar antes de iniciar cualquier maniobra.
- Incorporar espejos retrovisores.

#### Riesgo de atrapamiento:

Son producidos por la toma de fuerza, los ejes de transmisión o al enganchar los aperos.

La toma de fuerza deberá estar protegida mediante una cubierta fijada al tractor, o por caperuza metálica.

Los ejes de transmisión conectados a la toma de fuerza deben estar completamente protegidos. Al enganchar aperos, no se colocará el operario entre el tractor y el apero.

#### Riesgo de incendios:

Producidos por el tubo de escape, el equipo eléctrico, abastecimiento de combustible, etc. Disponer de un extintor de nieve carbónica o polvo ABC.

#### Pérdidas de audición:

Conductores de tractores, sin instalación de cabinas homologadas están sometidos a niveles de ruido superiores a 85db, recomendándose el empleo de protectores auditivos y un control médico con pruebas de audiometría.

### Riesgos de malformaciones orgánicas:

Producidas por vibraciones del motor y por la falta de amortiguación en algunos casos en el asiento del conductor. Es muy recomendable la utilización de fajas.

### Riesgos de tensiones ambientales:

Por condiciones climatológicas: lluvia, calor y frío. La única medida preventiva es la incorporación de cabinas cerradas y climatizadas, que se van extendiendo cada vez más.

## **2. EQUIPOS AGRÍCOLAS**

La demanda de la mecanización agrícola en los últimos años, ha tenido como consecuencia que la línea de investigación y desarrollo comercial en máquinas y complementos se haya incrementado considerablemente; no obstante, las máquinas siguen formando grupos con características homogéneas que de una forma resumida detallamos a continuación:

### Equipo de laboreo:

Se incluyen una serie de aperos y máquinas que realizan su trabajo acoplados al tractor: subsoladores, arados (de rejas y de discos), gradas, rotocultores, cultivadores, rodillos, etc.

### Riesgos:

- Caídas por subir a los aperos con objeto de lastrarlos.
- Golpes o atrapamientos producidos por:
- Realizar el enganche del apero interponiéndose entre éste y el tractor.
- Realizar desplazamientos de aperos a mano. Caso típico más peligroso: los arados de disco reversibles y las fresadoras.

### Medidas de prevención y protección:

- La elección del apero debe hacerse en función de las características del tractor y del terreno.
- Cuando el apero sea arrastrado, se enganchará en el punto más bajo del tractor.
- No se regularán los arados estando el tractor en movimiento.
- Las fresadoras llevarán una coraza protectora que impida la proyección de piedras, ramas, u otros objetos en las proximidades de las cuchillas cuando se atasquen.

## **3. PRODUCTOS QUÍMICOS**

### **3.1. ABONOS**

Pueden ser orgánicos (estiércol, purines, turba, etc.) y minerales (nitrogenados fosfatados, potásicos, oligo-abonos.)

Riesgos:

- Contacto con materia biológica, parásitos, en operaciones manuales con la existencia de heridas (tétanos).
- Gases de descomposición en almacenes cerrados o mal ventilados.

Medidas preventivas:

- Mecanizar el manejo de abonos, vacunación, uso de ropas adecuadas: ropa impermeable, guantes y botas de goma, lavado de manos y boca antes de ingerir alimentos, ducha y cambio de ropa al finalizar la jornada.

### 3.2. PLAGUICIDAS

Sabidos son los beneficios que han aportado los plaguicidas al mundo agrario, sin embargo, no hay que olvidar que su uso indiscriminado es muy peligroso.

Al mismo tiempo que son efectivos para eliminar las plagas dañinas que afectan al campo, también son venenosos o nocivos para los seres humanos, el ganado, la fauna, la flora y el medio ambiente, por lo que utilizar los plaguicidas con conocimiento y seguridad es fundamental, tanto para proteger la salud de las personas que trabajan en el campo, como para proteger el medio ambiente y al resto de la población.

#### A) Almacenamiento y mezclas de plaguicidas

##### NORMAS BÁSICAS

1. Almacenar los plaguicidas en locales que queden protegidos de la lluvia y el sol y que estén alejados de las viviendas. Los locales serán seguros y se deberán poder cerrar con llave; en la puerta se colocará un cartel que avise sobre los riesgos de los productos almacenados. Todos los plaguicidas son sustancias peligrosas, por tanto, deben estar separados de alimentos y piensos, y fuera del alcance de los niños, animales domésticos y personas que desconozcan su manejo.
2. Agrupar las sustancias almacenadas por categorías de peligro (tóxicos, corrosivos inflamables, etc.). Nunca deben estar juntos los productos tóxicos y los corrosivos. Las sustancias inflamables (gasolinas, gasóleo, etc.) han de guardarse en un armario que pueda cerrarse con llave. Igualmente hay que controlar el buen estado de los envases (incluyendo la etiqueta) para evitar fugas o derrames.

3. Conservar los plaguicidas en el envase original de compra, de este modo siempre se sabe el producto que contiene. Es obligatorio que los recipientes que tienen sustancias peligrosas lleven una etiqueta en la que figure el nombre del producto, sus efectos nocivos y las medidas de seguridad que hay que seguir al utilizarlo.
4. Nunca se deben traspasar los plaguicidas a recipientes domésticos. Esto puede dar lugar a que se confundan los productos peligrosos con otros de uso común, como alimentos o bebidas para personas o animales. Si fuera necesario traspasar los plaguicidas por causas de derrame o de roturas de los envases originales, hay que especificar el nombre del producto y sus efectos nocivos en el nuevo recipiente.
5. Preparar las disoluciones siguiendo todas las indicaciones del fabricante y no usar nunca productos sin etiqueta. Realizar estas operaciones respetando las dosis y las diluciones recomendadas. Recuérdese que más concentración no significa mayor eficacia, significa más riesgos.
6. Realizar las mezclas al aire libre y siempre utilizando los equipos de protección obligatorios que se indican en la etiqueta de cada producto. Nunca se usarán las manos para remover las mezclas, aunque estén protegidas con guantes. Igualmente, los instrumentos utilizados: embudos, filtros, paleta, etc., se usarán sólo para estas tareas.
7. Evitar que los productos sobrantes de las diluciones contaminen el agua potable. No hay que lavar nunca los recipientes o los aparatos fumigadores en fuentes, arroyos o ríos.

### **B) Aplicación y eliminación de plaguicidas**

#### **NORMAS BÁSICAS**

1. Ninguna persona puede realizar trabajos de tratamientos de plaguicidas si no dispone de la formación obligada por la ley o si no tiene suficiente información sobre este tipo de trabajo (riesgos que implica la aplicación, la forma de hacer la tarea, equipos de protección y primeros auxilios para casos de urgencias). La formación e información es responsabilidad del empresario.
2. Aplicar los plaguicidas utilizando siempre los equipos de protección individual (EPI) indicados para cada uno de ellos, (unos productos son más peligrosos que otros): guantes largos de caucho o goma, botas altas de caucho, mascarilla que proteja la nariz y la boca de la inhalación de gases o polvo tóxico, gafas o máscara facial que eviten las salpicaduras en los ojos, y ropa de trabajo que proteja el cuerpo del contacto con los plaguicidas.
3. En ningún caso se deben aplicar los plaguicidas usando sandalias, pantalones cortos o camisas de manga corta, ni tampoco se usarán pañuelos que cubran la nariz y la boca como una supuesta medida preventiva para evitar la inhalación

del plaguicida. Esta práctica supone una fuente adicional de entrada por vía oral debida a que no evita la inhalación del producto y favorece el contacto bucal durante la aplicación.

4. No se debe fumar, beber, ni comer mientras se están realizando fumigaciones. Al terminar el tratamiento, hay que lavarse con abundante agua y jabón y cambiarse de ropa, a ser posible, en el mismo lugar de trabajo. Nunca hay que hacerlo en la propia vivienda puesto que esto implicaría trasladar el riesgo de contaminación a la familia del trabajador. También hay que lavar la ropa y las protecciones personales después de cada aplicación y guardarlo todo en un lugar bien ventilado, lejos de las habitaciones. La ropa de trabajo se ha de lavar separada de la del resto de la casa.
5. Intercalar un espaldar o pieza de tela impermeable entre la espalda y el depósito de fumigar, cuando el plaguicida se aplique con un pulverizador de accionamiento manual.
6. Verificar los equipos de aplicación de los plaguicidas (mochilas y tanques pulverizadores) antes de empezar a usarlos. Asegurarse de que funcionan sin escapes y que están calibrados para las dosis de aplicación necesarias.
7. No se debe soplar ni aspirar jamás con la boca las boquillas de los aparatos de aplicación cuando se obstruyan, puesto que existe un gran riesgo de intoxicación por contacto con la boca. Para desatascarlas hay que utilizar un alambre o hilo de cobre.
8. Pulverizar de espaldas al viento para impedir que la nube generada alcance al aplicador y evitar entrar en contacto con los campos recién tratados porque son una fuente de exposición al plaguicida.
9. Señalizar mediante carteles de "aviso de peligro" las zonas tratadas.
10. Los trabajadores han de estar sometidos a vigilancia médica.
11. Los envases de los plaguicidas que queden vacíos deben devolverse al suministrador, si es posible; la ley les obliga a hacerse cargo de la gestión de los residuos derivados de sus productos. Los envases que no se puedan devolver serán considerados residuos.

## 2.4. LEGISLACIÓN

### 1. Específica de construcción:

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

- Resolución de 28 de febrero de 2012, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el V Convenio colectivo del sector de la construcción.
- Resolución de 8 de noviembre de 2013, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Acta de los acuerdos sobre el procedimiento para la homologación de actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales, así como sobre el Reglamento de condiciones para el mantenimiento de la homologación de actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales de acuerdo con lo establecido en el V Convenio colectivo del sector de la construcción.

## **2. General con aplicación en construcción:**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

---

# **ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	218
2. PAGOS DE LA INVERSIÓN A REALIZAR	218
3. PAGOS DE LA EXPLOTACIÓN	219
3.1. PAGOS ORDINARIOS	219
3.2. PAGOS EXTRAORDINARIOS	223
4. COBROS ANUALES	224
4.1. COBROS ORDINARIOS	224
4.2. COBROS EXTRAORDINARIOS	224
5. FLUJOS DE CAJA ESTIMADOS POR AÑO	225
6. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO	227
6.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)	227
6.2. TASA DE RENDIMIENTO INTERNO (TIR)	228
6.3. PERIODO DE RECUPERACIÓN (PAY BACK)	228
6.4. RELACIÓN BENEFICIO/ INVERSIÓN	229
7. CONCLUSIÓN	229

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los proyectos de inversión agraria vienen caracterizados en su vertiente económica por tres parámetros básicos:

1. Pago de la inversión.
2. Vida útil del proyecto. Para la evaluación financiera del proyecto se considerará una vida útil de la plantación de 20 años. Es una inversión a largo plazo ya que necesita varios años para obtener unos ingresos mínimos para amortizar los gastos.
3. Flujos de caja generados en la totalidad de la vida del proyecto.
4. Tipos de intereses de los fondos propios y ajenos.

Con objeto de estudiar la rentabilidad del mismo será necesario realizar un análisis económico financiero, que comprenda tanto el aspecto estático como el dinámico de la explotación.

## **2. PAGOS DE LA INVERSIÓN A REALIZAR**

Para la puesta en marcha de nuestro proyecto se requiere una serie de recursos que se dividen de la siguiente manera:

- Plantación	57.680 €
- Instalación eléctrica	10.952,79 €
- Construcción de la balsa	36.118,98 €
- Red de tuberías	89.333,28 €
- Cabezal de riego	16.526,12 €
<b>INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>210.611,17 €</b>
21 % IVA	44.228,35 €
<b>TOTAL INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>254.839,52 €</b>

El pago de la inversión será de 254.839,52 €, que se realizará en el año cero mediante financiación propia de un 70% y un 30% procedente de una hipoteca a 20 años con cuota de amortización constante (sistema francés) pagadera anualmente a fecha de

formalización del préstamo, es decir la primera cuota se pagará en el año 1. El 70% de 254.839,52 € equivale a 178.387,67 € y es el capital que posee el promotor y 76.451,85 € corresponde al 30% y lo proporcionará la hipoteca del banco. El tipo de interés del préstamo hipotecario es del 6 %.

### **3. PAGOS DE LA EXPLOTACIÓN**

#### **3.1. PAGOS ORDINARIOS**

Los pagos ordinarios serán los gastos totales del cultivo.

##### **AÑO 1:**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SUPERFICIE</b>	<b>EUROS/ ha</b>	<b>TOTAL EUROS</b>
<b>ABAMECTINA</b>	6.00	28.00	6.20	173.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	88.20
<b>CLORPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.6
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	107.8
<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	10.00	28.00	0.32	8.96
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	20.00	28.00	0.38	10.64
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	25.00	28.00	0.41	11.48
<b>LUZ</b>				500
<b>GASTOS EXCEPCIONALES</b>		28.00	25	700
<b>PODA</b>	0	28.00	0	0.00
<b>MAQUINARIA</b>	6	28.00	25	4.200

**TOTAL: 5.953,28 €**

##### **AÑO 2:**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SUPERFICIE</b>	<b>EUROS/HA</b>	<b>TOTAL EUROS</b>
<b>ABAMECTINA</b>	6.00	28.00	6.20	1.041.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.80
<b>CLORPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.60
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.60

JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	17.00	28.00	0.32	152.32
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	35.00	28.00	0.38	372.40
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	40.00	28.00	0.41	459.20
<b>LUZ</b>				500
<b>PODA</b>	1.00	28.00	125	3.500
<b>MAQUINARIA</b>	10	28.00	25	7.000

**TOTAL: 13.746,52 €**

**AÑO 3:**

CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	EUROS/HA	TOTAL EUROS
<b>ABAMECTINA</b>	6.00	28.00	6.20	1.041.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.80
<b>CLORPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.60
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.60
<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	27.00	28.00	0.32	241.92
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	52.00	28.00	0.38	553.28
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	66.00	28.00	0.41	757.68
<b>LUZ</b>				1.200
<b>PODA</b>	1.00	28.00	180.00	5.040
<b>MAQUINARIA</b>	12	28.00	25	8.400

**TOTAL: 17.955,48 €**

**AÑO 4:**

CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	EUROS/HA	TOTAL EUROS
<b>ABAMECTINA</b>	6.00	28.00	6.20	1.041.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.80
<b>CLORPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.60
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.60

JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	38.00	28.00	0.32	680.96
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	74.00	28.00	0.38	787.36
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	90.00	28.00	0.41	1.033.20
<b>LUZ</b>				1.800.00
<b>PODA</b>	1.00	28.00	200,00	5.600.00
<b>MAQUINARIA</b>	32	28.00	25.00	22.400.00

**TOTAL: 34.064.12 €**

**AÑO 5:**

CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	EUROS/HA	TOTAL EUROS
<b>LAMBDA CIHALOTRÍN</b>	8.00	28.00	9.15	2.049.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.8
<b>CLORPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.6
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.6
<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	48.00	28.00	0.32	430.08
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	98.00	28.00	0.38	1.042.72
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	116.00	28.00	0.41	1.331.68
<b>LUZ</b>				1.800.00
<b>PODA</b>	1.00	28.00	225.00	6.300.00
<b>MAQUINARIA</b>	40.00	28.00	25.00	28.000.00

**TOTAL: 41.675.08 €**

**AÑO 6:**

CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	EUROS/HA	TOTAL EUROS
<b>LAMBDA CIHALOTRÍN</b>	8.00	28.00	9.15	2.049.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.80
<b>CLORPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.60

JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.60
<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	55.00	28.00	0.32	492.80
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	98.00	28.00	0.38	1.042.72
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	133.00	28.00	0.41	1526.84
<b>LUZ</b>				3.800.00
<b>PODA</b>	1.00	28.00	225.00	6.300.00
<b>MAQUINARIA</b>	40	28.00	25	28.000.00

**TOTAL: 43.932.96 €**

**AÑO 7:**

CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	EUROS/HA	TOTAL EUROS
<b>LAMBDA CIHALOTRÍN</b>	8.00	28.00	9.15	2.049.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.80
<b>CLORPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.60
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.60
<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	76.00	28.00	0.32	680.96
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	148.00	28.00	0.38	1.574.72
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	183.00	28.00	0.41	2.100.84
<b>LUZ</b>				4.200.00
<b>PODA</b>	1.00	28.00	250.00	7.000.00
<b>MANO DE OBRA</b>	46	28.00	25	32.200.00

**TOTAL: 50.527.12 €**

**AÑO 8:**

CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	EUROS/HA	TOTAL EUROS
<b>LAMBDA CIHALOTRÍN</b>	8.00	28.00	9.15	2.049.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.80

JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO XI: ESTUDIO ECONÓMICO

<b>CLOPPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.60
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.60
<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	90.00	28.00	0.32	806.40
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	176.00	28.00	0.38	1.872.64
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	216.00	28.00	0.41	2.479.68
<b>LUZ</b>				5.300.00
<b>PODA</b>	1.00	28.00	250.00	7.000.00
<b>MANO DE OBRA</b>	46	28.00	25.00	32.200.00

**TOTAL: 52.429.32 €**

**AÑOS 9-20.** A partir del año noveno, los pagos ordinarios son exactamente iguales a todos los correlativos hasta el año 20.

CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	EUROS/HA	TOTAL EUROS
<b>LAMBDA CIHALOTRÍN</b>	8.00	28.00	9.15	2.049.60
<b>IMIDACLOPRID</b>	4.00	28.00	3.15	352.80
<b>CLOPPIRIFOS</b>	1.00	28.00	5.45	152.60
<b>OXICLORURO DE COBRE</b>	2.00	28.00	3.85	215.60
<b>FOSFATO AMÓNICO</b>	107.00	28.00	0.32	958.72
<b>NITRATO AMÓNICO</b>	200.00	28.00	0.38	2.128.00
<b>SULFATO POTÁSICO</b>	257.00	28.00	0.41	2.950.36
<b>LUZ</b>				5.800.00
<b>PODA</b>	1.00	28.00	250.00	7.000.00
<b>MANO DE OBRA</b>	46	28.00	25.00	32.200.00

**TOTAL: 53.807.68 €**

### 3.2 PAGOS EXTRAORDINARIOS

Tras consultar con varias sucursales financieras, nos hemos decantado por la que mayor capital nos proporciona, que es un 70% de la inversión a realizar.

El interés del préstamo es del 6%, ya que el promotor del proyecto es el propietario del terreno, sobre el cual no hay ninguna carga negativa.

A continuación, se muestra la tabla de amortización del préstamo, siguiendo el método francés.

Lo primero que necesitamos calcular es la anualidad que es constante:

$$ak= a = A / [1-(1+i)^{-n}] / i$$

A: capital prestado

n: nº de periodos

i: tipo de interés del préstamo

$$76.400 / [1-(1+i)^{-n}] / i = 76.400 / [1-(1+0.06)^{-20}/0.06] = 6.660 \text{ €}$$

La anualidad tiene un valor de: 6.660 €

#### **4. COBROS ANUALES**

Aquí se incluye la venta de producto.

##### **4.1. COBROS ORDINARIOS**

Los ingresos de la explotación debido al precio de la naranja y a la cuantía de la cosecha pueden ser muy variables, pero tenemos una variedad tardía que de media se está pagando en los últimos años por encima de 0.35 €.

##### **4.2 COBROS EXTRAORDINARIOS**

Los cobros extraordinarios son los producidos por el valor residual de los equipos que hay que cambiar a lo largo de la vida útil del proyecto. Vamos a suponer un criterio de valoración basado en la vida útil de los equipos. En nuestro caso, la maquinaria será alquilada con lo que sólo nos fijaremos en las instalaciones, que al final de la vida útil el valor residual será 0. Por tanto, en los siguientes equipos, no tenemos valor residual:

- Instalación eléctrica	10.952,79 €
- Construcción de la balsa	36.118,98 €
- Red de tuberías	89.333,28 €

- Cabezal de riego 16.526,12 €

## 5. FLUJOS DE CAJA ESTIMADOS POR AÑO

Plantación y puesta en riego de la finca, pidiendo un préstamo hipotecario en una entidad financiera y se invierte el dinero que tenemos como depósito. Para ello utilizaremos todos los datos que se describen en el anejo.

Estudiaremos el proyecto para dos valores de naranja diferentes. Un primer supuesto con el valor medio más optimista de 0.40 € y un segundo supuesto, más pesimista, con un precio medio de la naranja de 0.30 €.

Cobros ordinarios con un valor de la naranja de 0.40 €:

AÑOS	KG. NARANJAS	€/KG	INGRESOS (€)
1	0	0.40	0
2	0	0.40	0
3	112.000	0.40	44.800
4	224.000	0.40	89.600
5	336.000	0.40	134.400
6	560.000	0.40	224.000
7	672.000	0.40	268.000
8	784.000	0.40	313.600
9 y siguientes	980.000	0.40	392.000

TABLA CON VALOR DE LA NARANJA A 0.40 €

Años	Desem. inversión	Cobro préstamos	Flujos caja	Pagos financieros	Incremento de flujo	VA Finaciación propia + ajena
0	-178.450	76.400				-102.050
1			-5.953,28	-6.660	-12.613,28	-11.899,32
2			-13.746,52	-6.660	-20.406,52	-18.161,73
3			26.844,52	-6.660	20.184,52	16.947,31
4			55.535,88	-6.660	48.875,88	38.714,27
5			92.724,92	-6.660	86.064,92	64.312,71
6			180.067,04	-6.660	173.407,04	122.245,12

7			217.472,88	-6.660	210.812,88	140.202,61
8			261.170,68	-6.660	254.510,68	159.683,15
9			338.192,32	-6.660	331.532,32	196.233,47
10			338.192,32	-6.660	331.532,32	185.125,92
11			338.192,32	-6.660	331.532,32	174.647,09
12			338.192,32	-6.660	331.532,32	164.761,41
13			338.192,32	-6.660	331.532,32	155.435,29
14			338.192,32	-6.660	331.532,32	146.637,06
15			338.192,32	-6.660	331.532,32	138.336,85
16			338.192,32	-6.660	331.532,32	130.506,47
17			338.192,32	-6.660	331.532,32	123.119,31
18			338.192,32	-6.660	331.532,32	116.150,29
19			338.192,32	-6.660	331.532,32	109.575,75
20			338.192,32	-6.660	331.532,32	103.373,34
VAN (0.06) =						2.153896,37
TIR =						44.20 %

Cobros ordinarios con un valor de la naranja de 0.30 €:

AÑOS	KG. NARANJAS	€/KG	INGRESOS (€)
1	0	0.30	0
2	0	0.30	0
3	112.000	0.30	33.600
4	224.000	0.30	67.200
5	336.000	0.30	100.800
6	560.000	0.30	168.000
7	672.000	0.30	201.600
8	784.000	0.30	235.200
9 y siguientes	980.000	0.30	294.000

TABLA CON VALOR DE LA NARANJA A 0.30 €

Años	Desem. inversión	Cobro préstamos	Flujos caja	Pagos financieros	Incremento de flujo	VA Financiación propia + ajena
0	-178.450	76.400				-102.050
1			-5.953,28	-6.660	-12.613,28	-11.899,32
2			-13.746,52	-6.660	-20.406,52	-18.161,73

3			15.644,52	-6.660	8.984,52	7.543,58
4			33.135,88	-6.660	26.475,88	20.971,38
5			59.124,92	-6.660	52.464,92	39.204,84
6			124.067,04	-6.660	117.407,04	82.767,33
7			151.072,88	-6.660	144.412,88	96.042,81
8			182.770,68	-6.660	176.110,68	110.494,02
9			240.192,32	-6.660	233.532,32	138.227,42
10			240.192,32	-6.660	233.532,32	130.403,23
11			240.192,32	-6.660	233.532,32	123.021,91
12			240.192,32	-6.660	233.532,32	116.058,41
13			240.192,32	-6.660	233.532,32	109.489,06
14			240.192,32	-6.660	233.532,32	103.291,57
15			240.192,32	-6.660	233.532,32	97.444,88
16			240.192,32	-6.660	233.532,32	91.929,13
17			240.192,32	-6.660	233.532,32	86.725,59
18			240.192,32	-6.660	233.532,32	81.816,60
19			240.192,32	-6.660	233.532,32	77.185,47
20			240.192,32	-6.660	233.532,32	72.816,48
VAN (0.06) =						1.453.322,66
TIR =						36.63 %

## 6. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

### 6.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Es el resultado de la diferencia del sumatorio de los flujos (diferencia entre cobros y pagos) y el pago de inversión. Mide la rentabilidad absoluta del proyecto, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = - I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t}$$

Donde:

$I_0$  = Valor desembolso inicial de la inversión

$V_t$  = Flujos de caja en €

$k$  = Tipo de interés

$n$  = Número de años

El VAN obtenido para una tasa de interés equivalente arroja valores positivos en los dos estudios:

Caso 1. VAN= 2.153.896,37 (para valores de la naranja a 0.40 €).

Caso 2. VAN= 1.453.322,66 (para valores de la naranja a 0.30€).

## 6.2. TASA DE RENDIMIENTO INTERNO (TIR)

Se define como la tasa de actualización para el que el VAN toma valor cero. Este parámetro proporciona la rentabilidad relativa de la inversión.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t}$$

El valor del TIR en el presente proyecto es:

Caso 1. TIR = 44.20 % (para valores de la naranja a 0.40 €).

Caso 2. TIR = 36.63 % (para valores de la naranja a 0.30 €).

## 6.3. PERIODO DE RECUPERACIÓN (PAY BACK)

Según este criterio sabremos a partir de qué año empieza nuestra inversión a obtener rendimientos positivos.

$$\text{Payback} = a + \frac{I_0 - b}{F_t}$$

Donde:

a: es el número del periodo inmediatamente anterior hasta recuperar el desembolso inicial

I<sub>0</sub>: es la inversión inicial del proyecto.

b: es la suma de los flujos hasta el final del periodo “a”.

F<sub>t</sub>: es el valor del flujo de caja del año en que se recupera la inversión.

Caso 1:

Payback = 5 + (254.839,52 – 295.512,56) /173.407,04 = 4.76 ≈ 5 años (para valores de la naranja a 0.40 €).

Caso 2:

Payback =  $7 + (254.839,52 - 172.312,56) / 176.110,68 = 7,46 \approx 8$  años (para valores de la naranja a 0.30 €).

#### 6.4. RELACIÓN BENEFICIO/ INVERSIÓN (Q)

Informa sobre la relativa rentabilidad de la inversión, refiriéndose a las ganancias netas generadas por cada unidad monetaria invertida:

$$Q = \frac{VAN}{K}$$

Siendo:

K = Inversión inicial

Caso 1:

$Q = 2.153.896,37 / 254.839,52 = 8,45$  € (por cada euro invertido se generan 8.45 € de ganancias)

Caso 2:

$Q = 1.453.322,66 / 254.839,52 = 5,70$  € (por cada euro invertido se generan 5.70 € de ganancias)

#### 7. CONCLUSIÓN

Se ha realizado un análisis suponiendo dos valores de la naranja, 0.40 € y 0.30 €, de los cuales hemos obtenido flujos de caja distintos. En los dos casos la rentabilidad del proyecto está asegurada.

El autor del proyecto:

Javier Fernández Reyes

En Sevilla, a 15 de mayo de 2017





**PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA “EL SERAFÍN” EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.**



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

ANEJO XII: BIBLIOGRAFÍA

---

# **ANEJO XII: BIBLIOGRAFÍA**





## **BIBLIOGRAFÍA**

- Agustí, M, Citricultura, Ed. Mundi-Prensa. 24-86. 2000.
- Amorós, M, Producción de agrios, Ed. Mundi-Prensa. 79-121. 2003.
- Arenas Arenas, F.J., Carmona García-Olalla, A.; Zaragoza Adriaensens, S., La citricultura en Andalucía, Levante agrícola. 3-9. 2001.
- Ayers, R.S. y D.W. Westcott. 1985. Clasificación y uso de las aguas de riego. FAO. Irrigation and Drainage Paper 29. Rev. 1, Rome. Italy. 174p.
- Cadahía López, C., Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Ed. Mundi-Prensa. 26-33. 2005.
- Legaz, F. et al. 2006. Vida Rural. Núm 238. 6-21. 2006.
- Soler Aznar, J. Cítricos: Variedades y técnicas de cultivo. Ed. Mundi-Prensa. 32-49. 2006.
- Colom Gorgues, A, Evaluación de la rentabilidad de proyectos de inversión, Universitat de Lleida. 359-368. 2009.





PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

PLANOS

---

# DOCUMENTO N° 2:

## PLANOS



## ÍNDICE

PLANO Nº 1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº 2: CURVAS DE NIVEL

PLANO Nº 3: PLANTA DE DETALLE DE LA FINCA

PLANO Nº 4: RED DE RIEGO

PLANO Nº 5: RED CANAL-BALSA

PLANO Nº 6: Balsa. CURVAS DE NIVEL

PLANO Nº 7: DETALLES DIQUE DE LA Balsa

PLANO Nº 8: PERFIL LONGITUDINAL TERRENO NATURAL

PLANO Nº 9: PERFIL LONGITUDINAL Balsa

PLANO Nº 10. PERFILES TRANSVERSALES Balsa

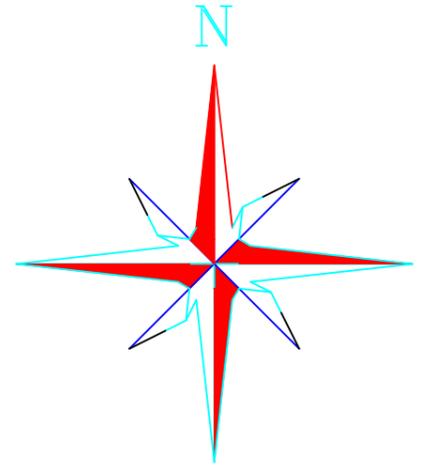
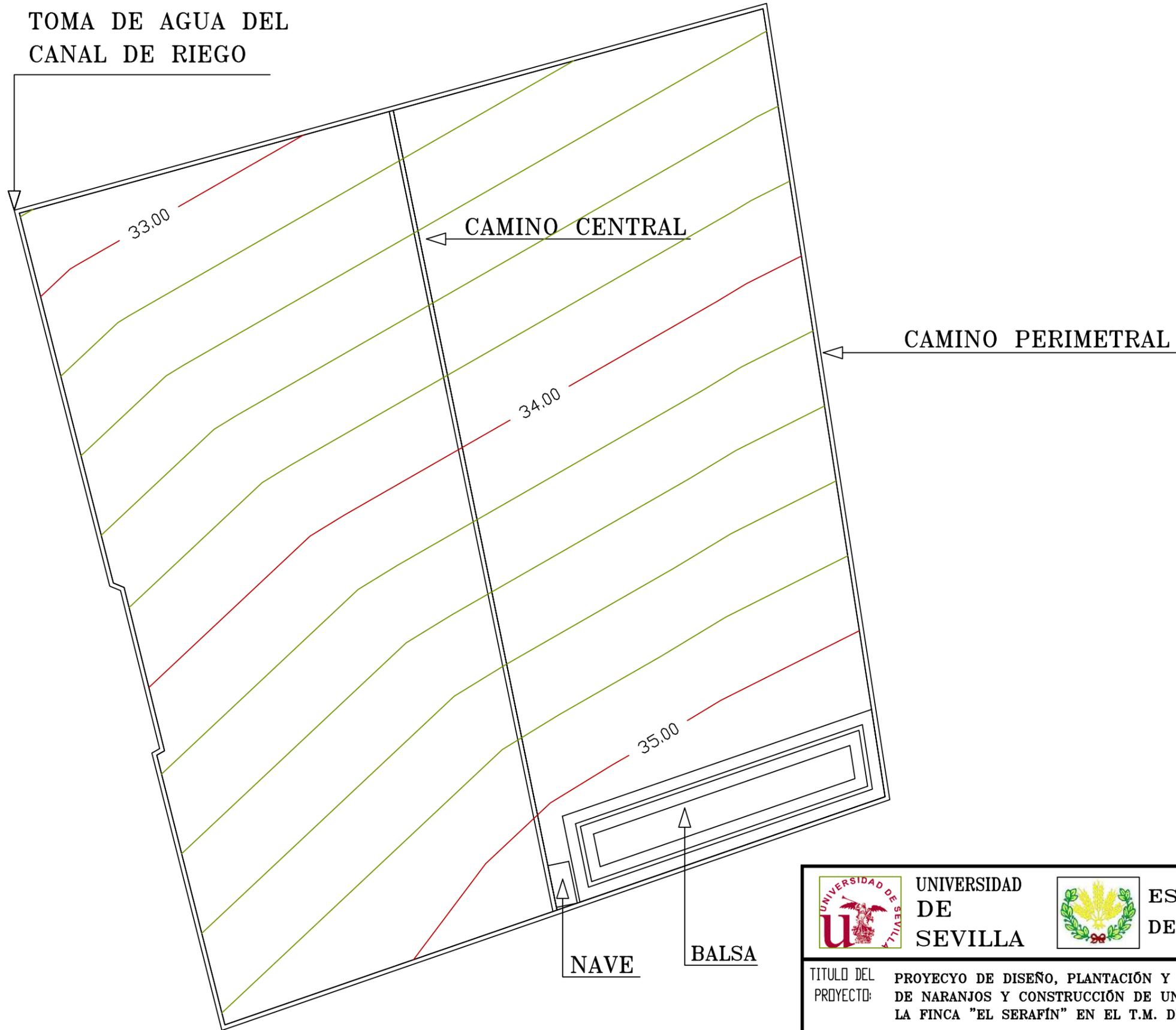
PLANO Nº 11. ESQUEMA UNIFILAR



Sistema de coordenadas del centroide según huso	Sist.coordenadas ED50/ UTM 30
Coordenada X	248.762,58
Coordenada Y	4.153.116,24

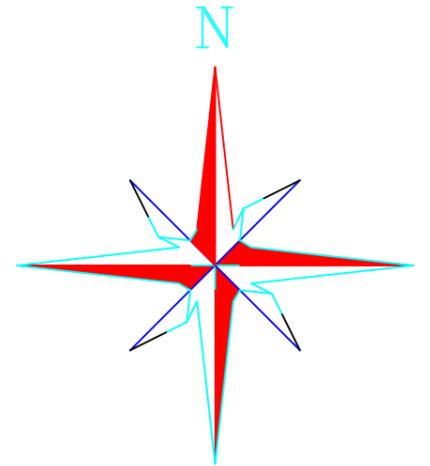
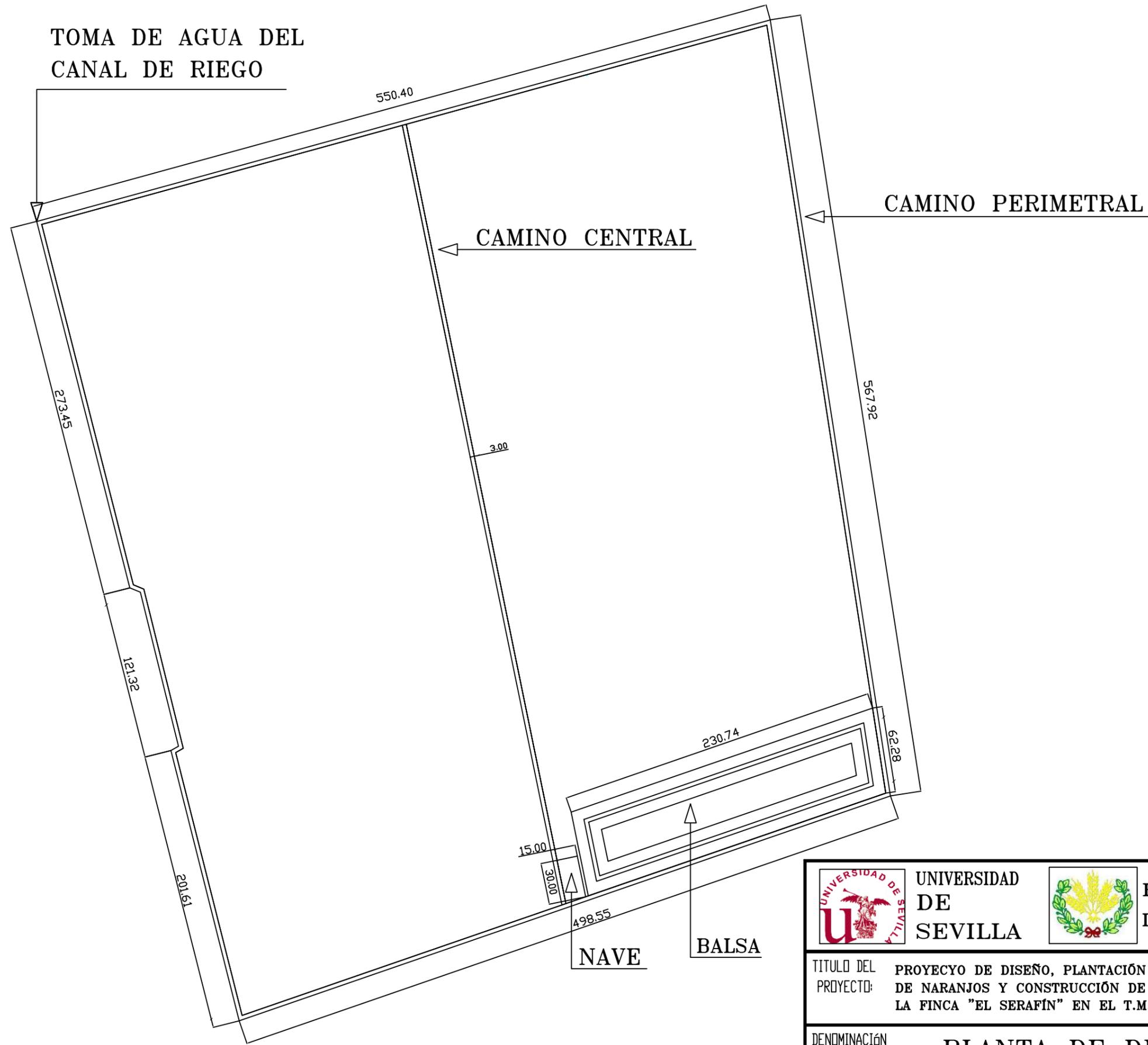
	<b>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>
TÍTULO DEL PROYECTO:		PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA	
DENOMINACIÓN DEL PLANO:		<b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>	
ALUMNO: <b>JAVIER FERNÁNDEZ REYES</b>	FIRMA DEL ALUMNO:	ESCALA: <b>1:3000</b>	PLANO Nº: <b>1</b>
		FECHA: <b>MAYO/2017</b>	

TOMA DE AGUA DEL  
CANAL DE RIEGO



	UNIVERSIDAD DE SEVILLA		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA			
DENOMINACIÓN DEL PLANO:		CURVAS DE NIVEL	
ALUMNO: JAVIER FERNÁNDEZ REYES	FIRMA DEL ALUMNO:	ESCALA: 1:3000	PLANO Nº: 2
		FECHA: MAYO/2017	

TOMA DE AGUA DEL  
CANAL DE RIEGO



UNIVERSIDAD  
DE  
SEVILLA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO: PLANTA DE DETALLES DE LA FINCA

ALUMNO: JAVIER FERNÁNDEZ REYES

FIRMA DEL ALUMNO:

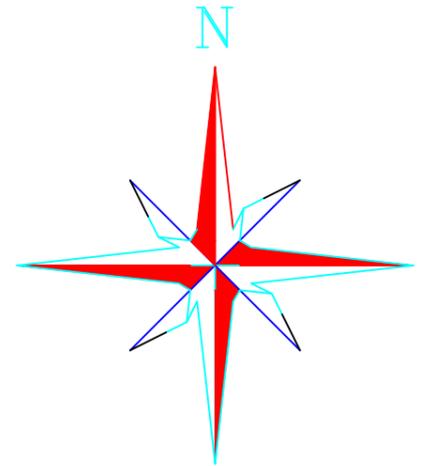
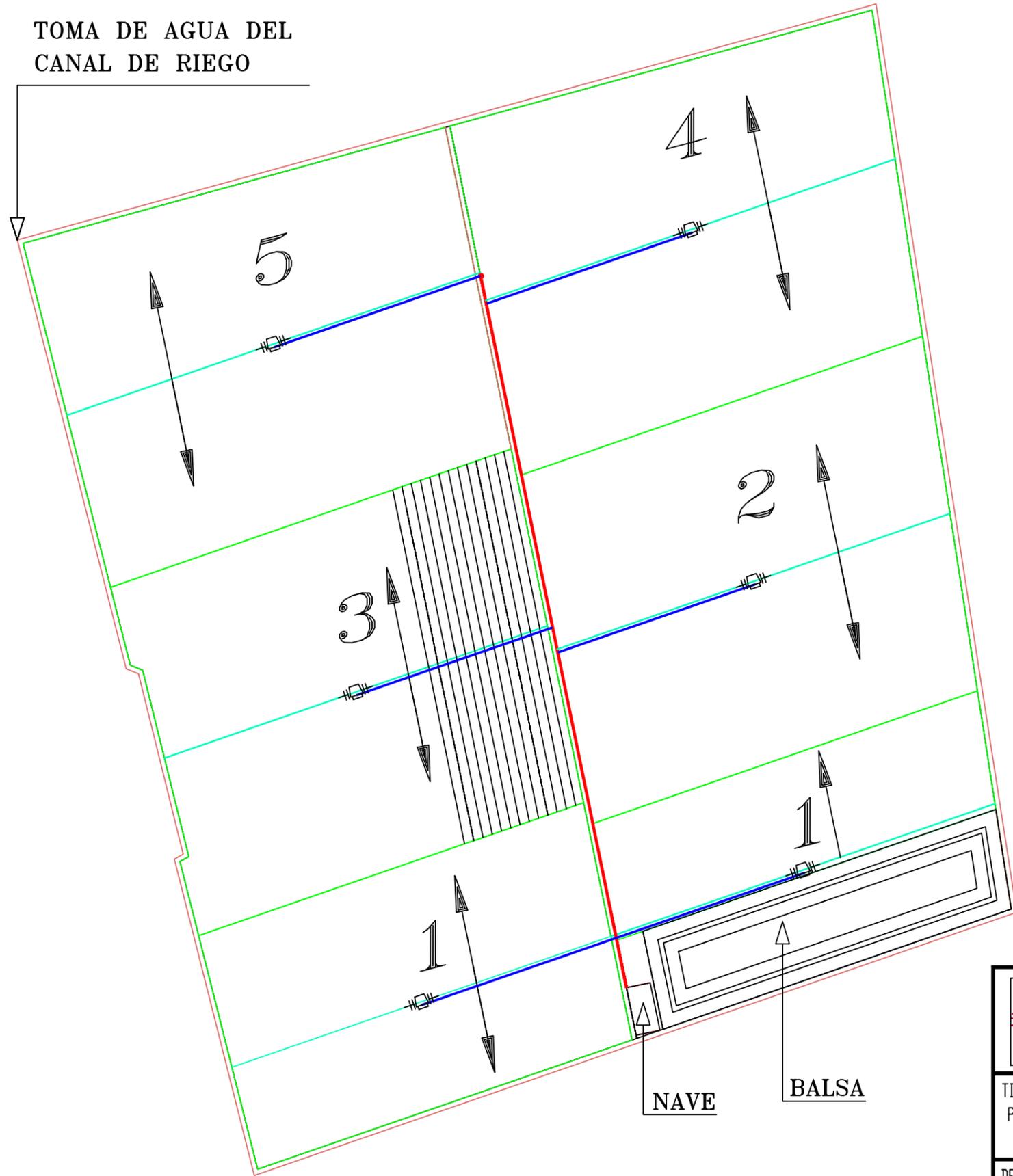
ESCALA: 1:3000

FECHA: MAYO/2017

PLANO Nº:

3

TOMA DE AGUA DEL  
CANAL DE RIEGO



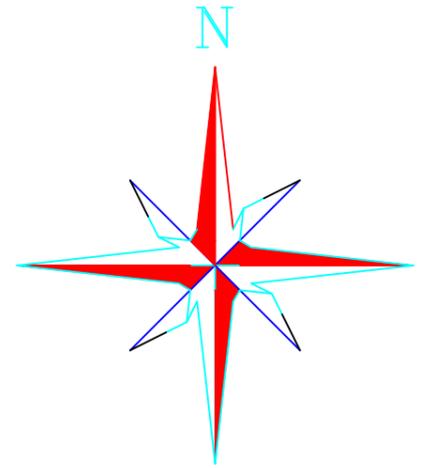
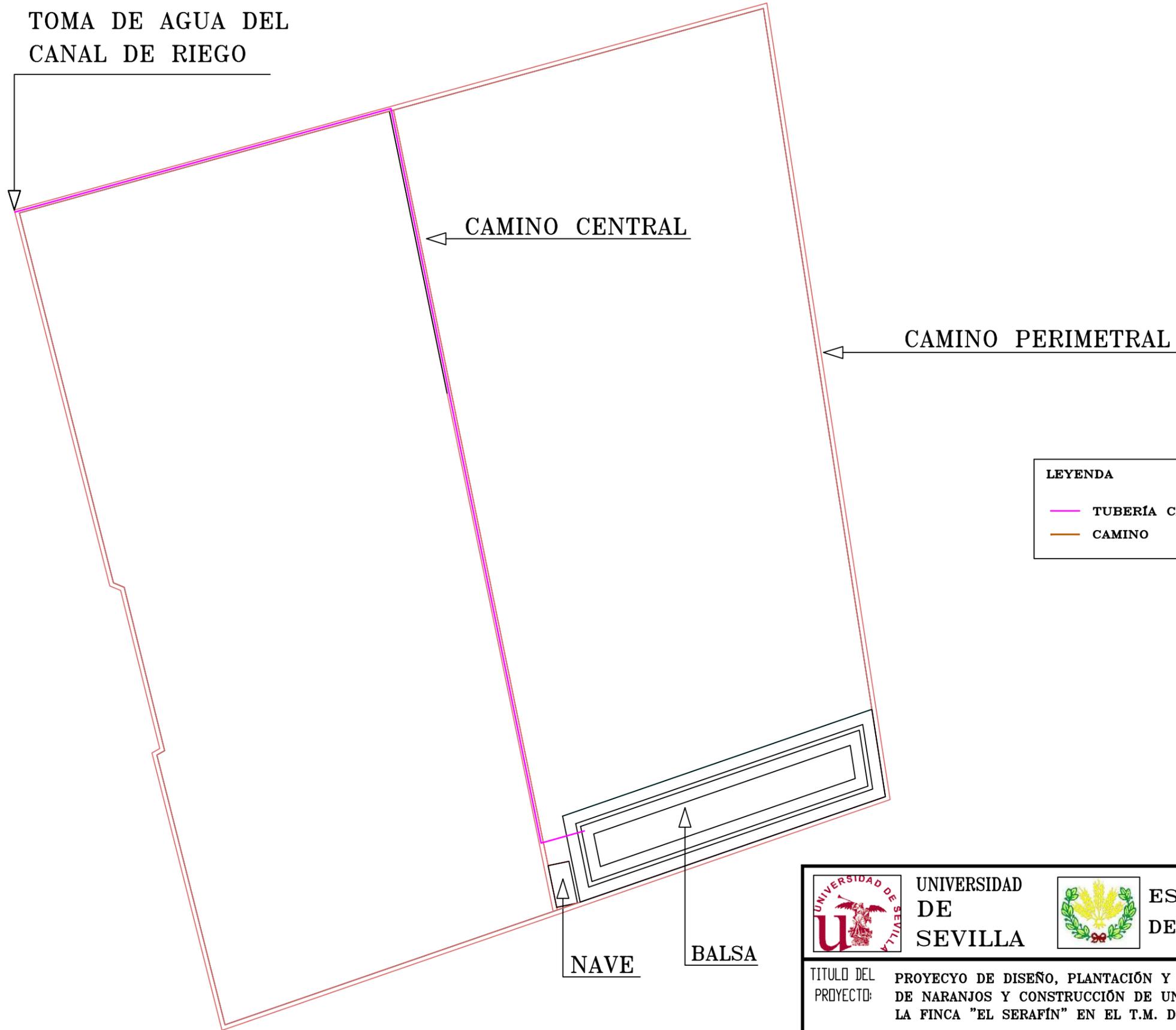
**LEYENDA**

- TUBERÍA PRIMARIA PVC  $\phi$  160 6 atm
- TUBERÍA SECUNDARIA PVC  $\phi$  160 6 atm
- TUBERÍA PORTALATERALES PVC  $\phi$  110 6 atm
- TUBERÍA PORTAGOTEROS PEBD  $\phi$  16 mm
- CAMINO
- HIDRANTE

*1,2,3,4,y5* SECTORES DE RIEGO DE 5.6 ha

	<b>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>
<p>TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA</p>			
DENOMINACIÓN DEL PLANO:		<b>RED DE RIEGO</b>	
ALUMNO: <b>JAVIER FERNÁNDEZ REYES</b>	FIRMA DEL ALUMNO:	ESCALA: <b>1:3000</b>	PLANO Nº: <b>4</b>
		FECHA: <b>MAYO/2017</b>	

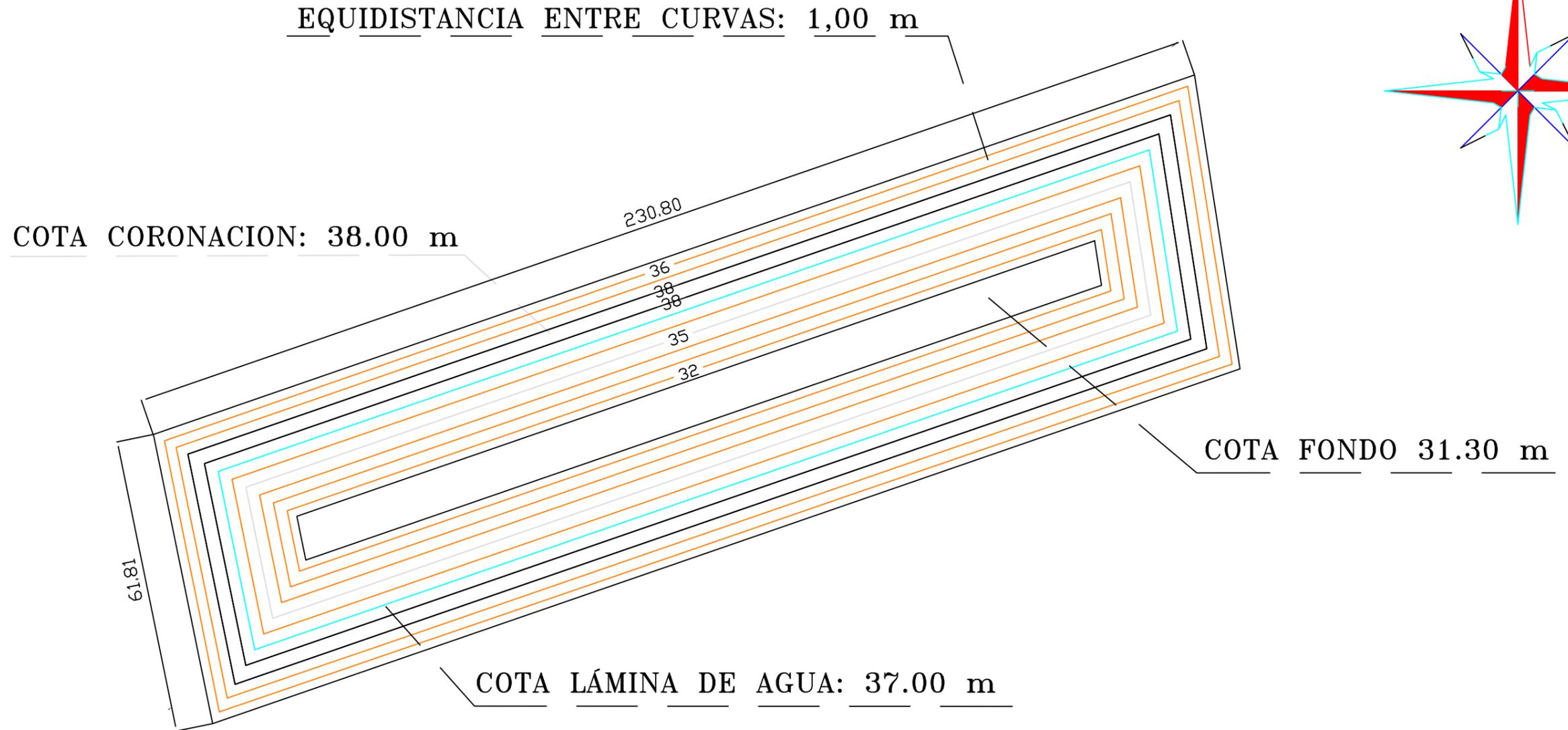
TOMA DE AGUA DEL  
CANAL DE RIEGO

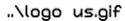


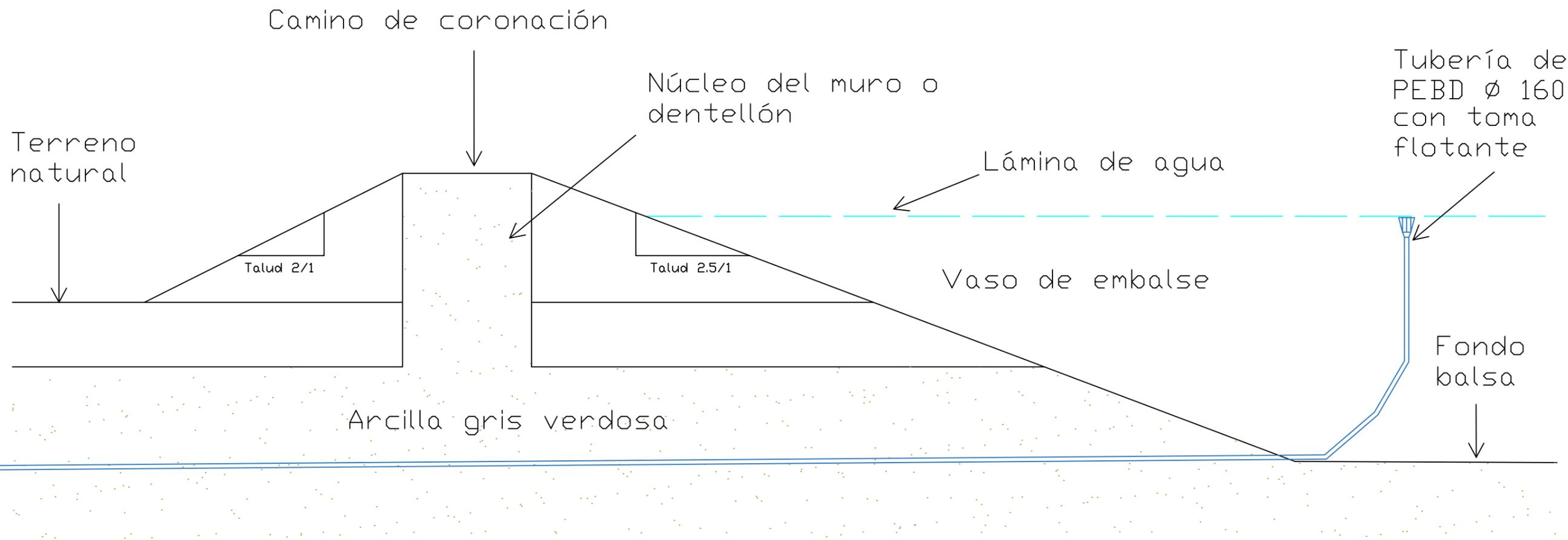
**LEYENDA**

-  TUBERÍA CANAL-BALSA PVC  $\phi$  200 6 atm
-  CAMINO

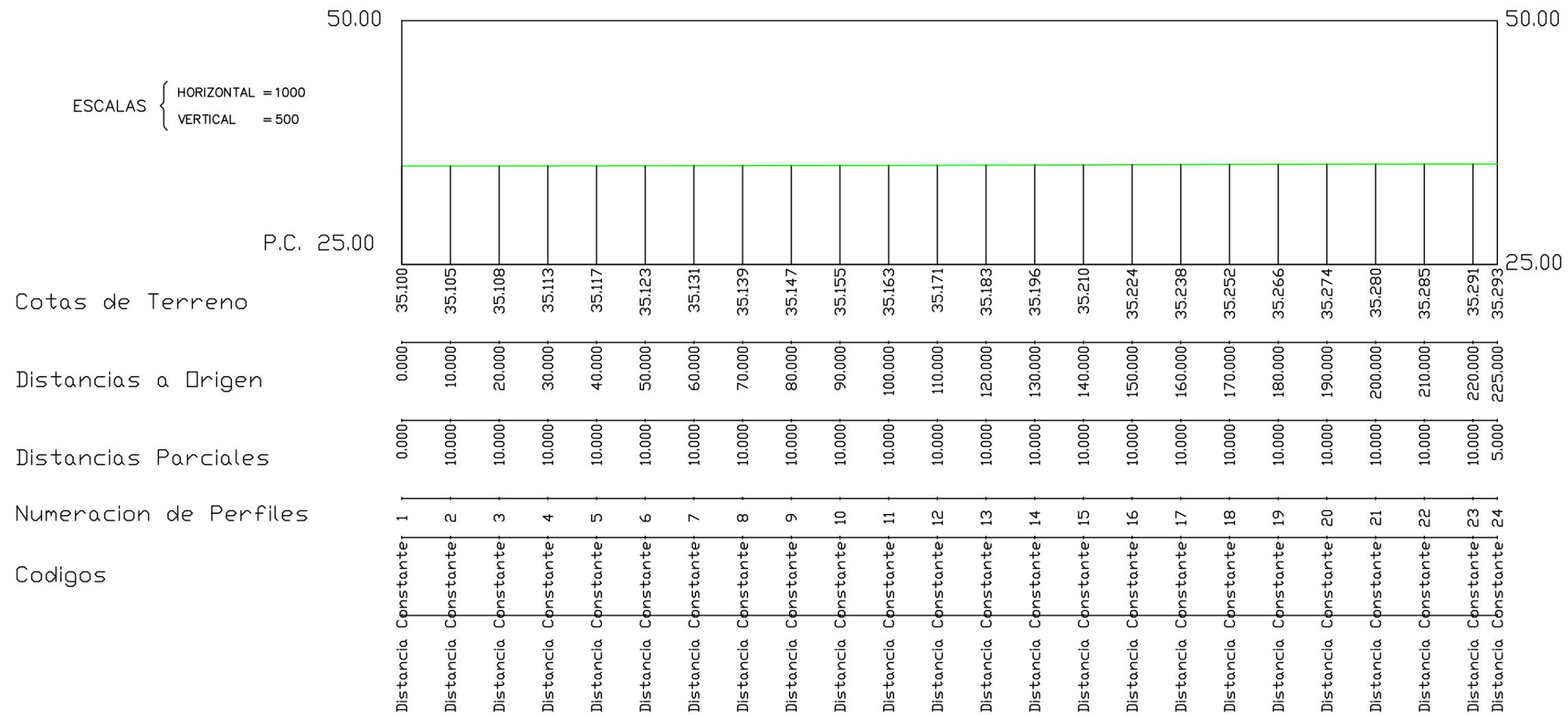
	UNIVERSIDAD DE SEVILLA		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
TÍTULO DEL PROYECTO: PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA			
DENOMINACIÓN DEL PLANO:		RED CANAL-BALSA	
ALUMNO: JAVIER FERNÁNDEZ REYES	FIRMA DEL ALUMNO:	ESCALA: 1:3000	PLANO Nº: 5
		FECHA: MAYO/2017	



	<b>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b> PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA			
<b>DENOMINACIÓN DEL PLANO:</b>		<b>BALSA. CURVAS DE NIVEL</b>	
<b>ALUMNO:</b> JAVIER FERNÁNDEZ REYES	<b>FIRMA DEL ALUMNO:</b>	<b>ESCALA:</b> 1:1000 <b>FECHA:</b> MAYO/2017	<b>PLANO Nº:</b> 6

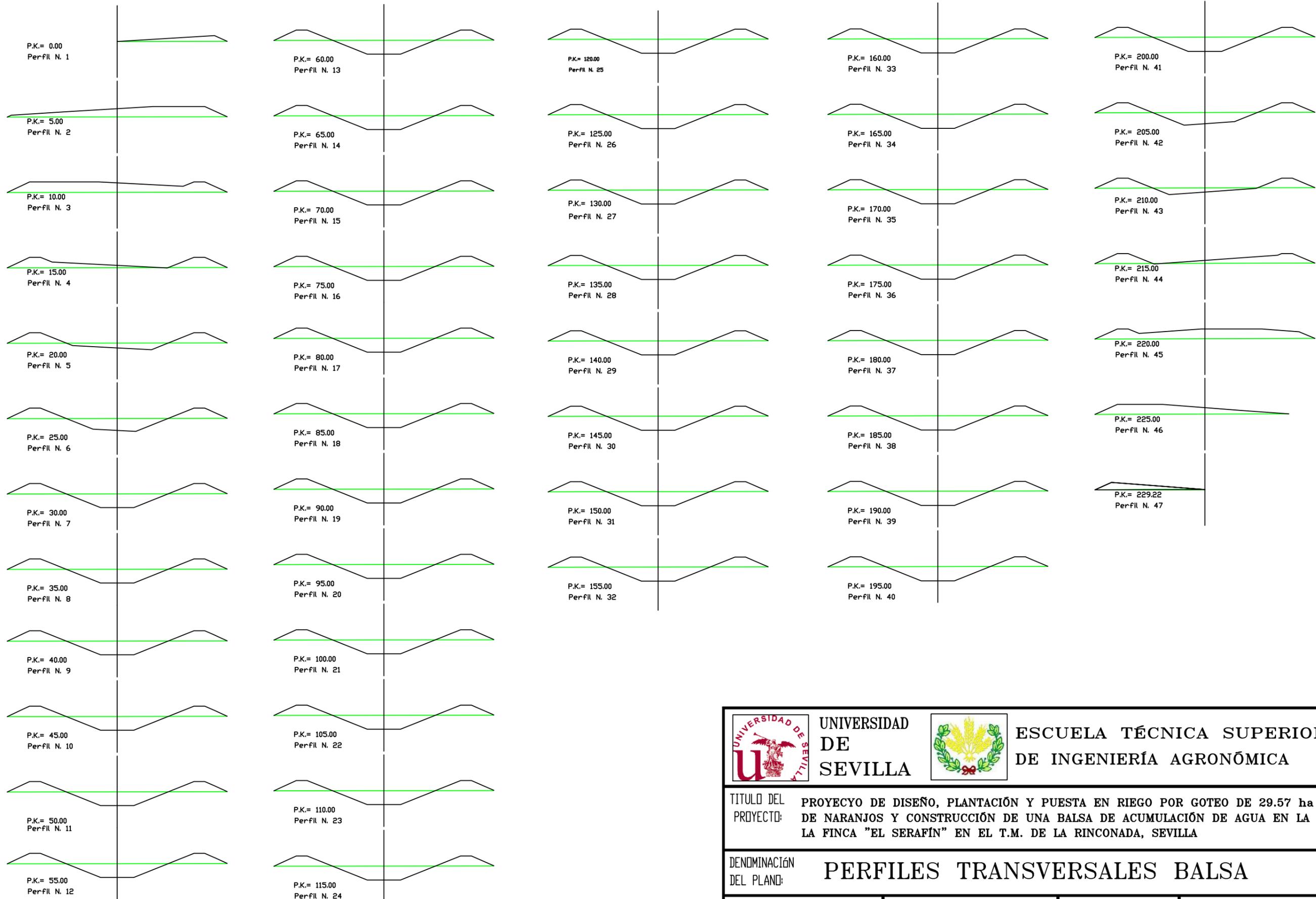


	<b>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b> PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA			
<b>DENOMINACIÓN DEL PLANO:</b> <b>DETALLES DIQUE DE LA Balsa</b>			
<b>ALUMNO:</b> JAVIER FERNÁNDEZ REYES	<b>FIRMA DEL ALUMNO:</b>	<b>ESCALA:</b> 1:100 <b>FECHA:</b> MAYO/2017	<b>PLANO Nº:</b> 7



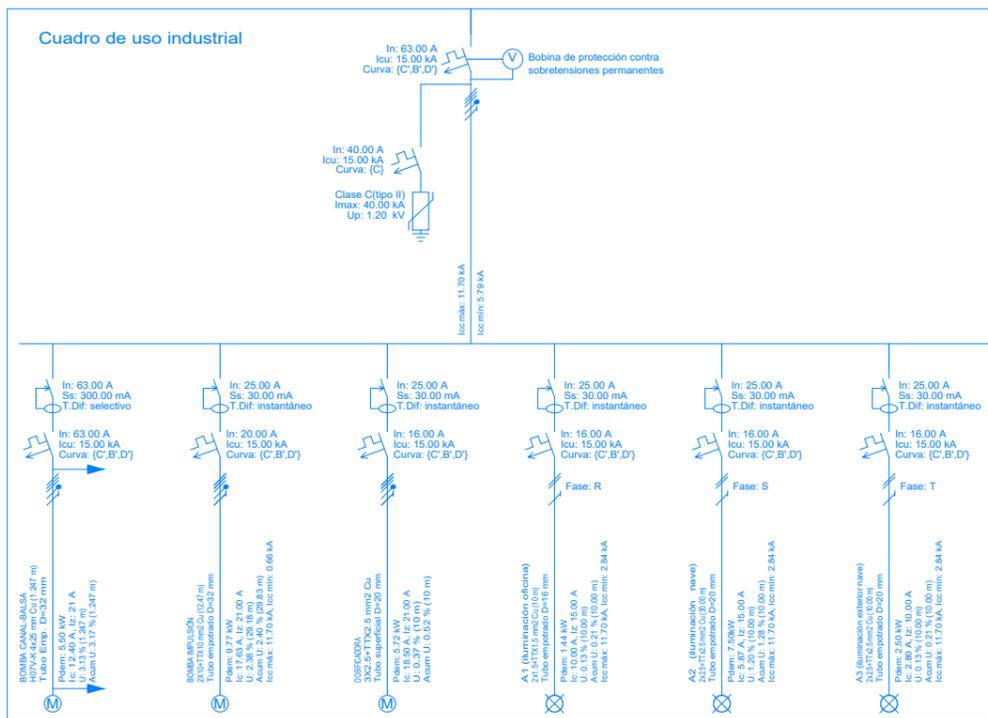
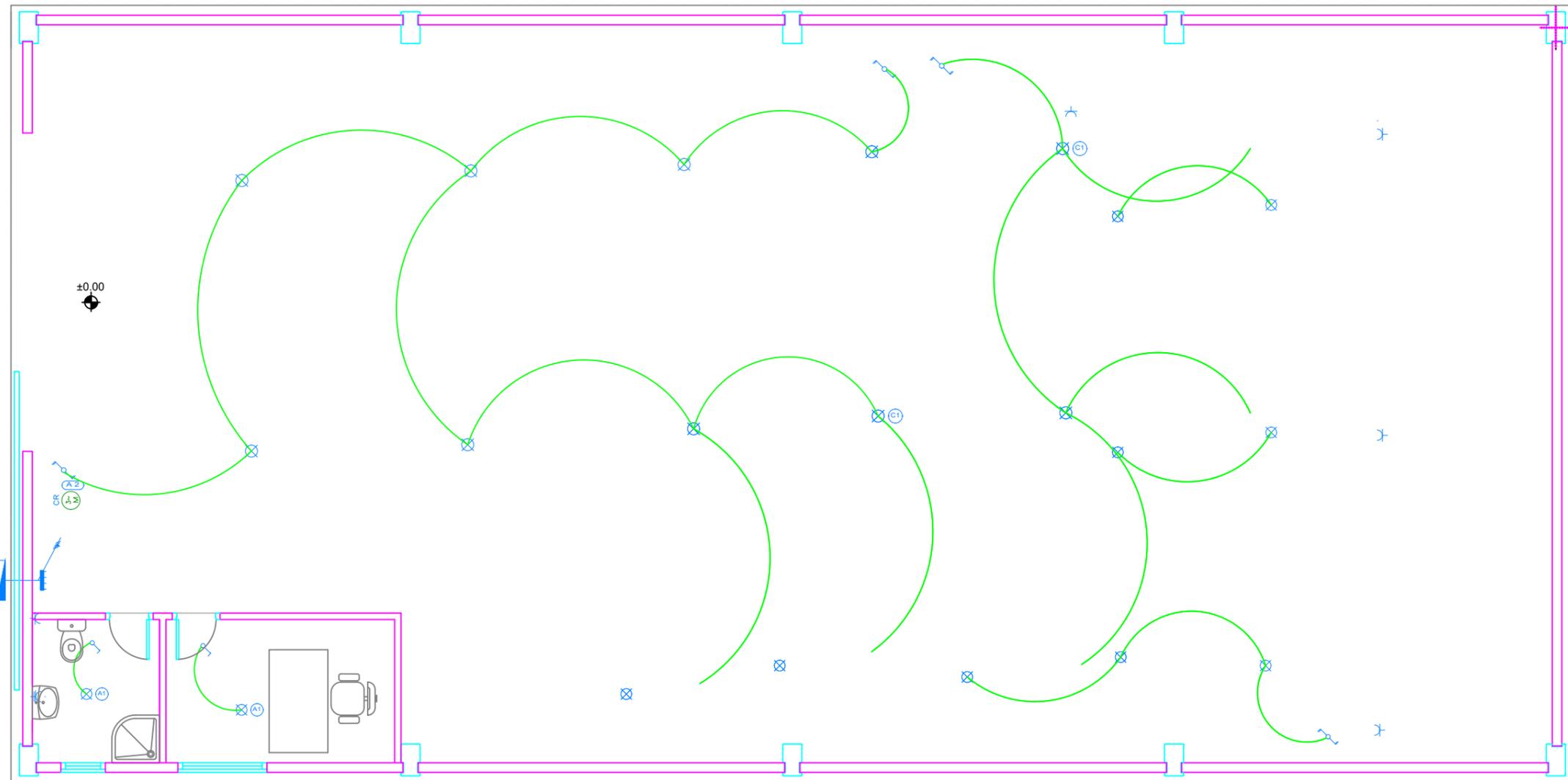
	<b>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>
TITULO DEL PROYECTO: <b>PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA BALSA DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA</b>			
DENOMINACIÓN DEL PLANO: <b>PERFIL LONGITUDINAL TERRENO NATURAL</b>			
ALUMNO: <b>JAVIER FERNÁNDEZ REYES</b>	FIRMA DEL ALUMNO:	ESCALA: <b>1:1000</b>	PLANO Nº: <b>8</b>
		FECHA: <b>MAYO/2017</b>	



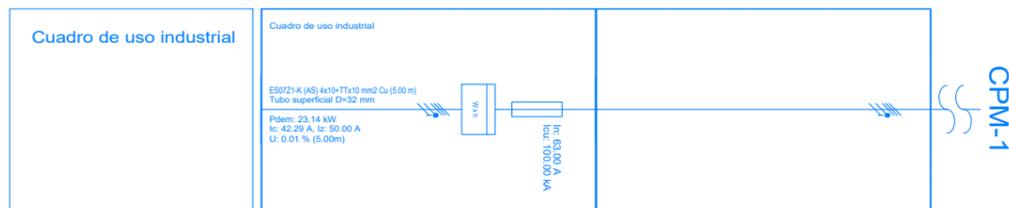


	<b>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>
<b>TÍTULO DEL PROYECTO:</b> PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29.57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA			
<b>DENOMINACIÓN DEL PLANO:</b> PERFILES TRANSVERSALES Balsa			
<b>ALUMNO:</b> JAVIER FERNÁNDEZ REYES	<b>FIRMA DEL ALUMNO:</b>	<b>ESCALA:</b> 1:1000 <b>FECHA:</b> MAYO/2017	<b>PLANO Nº:</b> 10

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Servicio trifásico
	Interruptor
	Conmutador doble
	Cuadro individual
	Caja de protección y medida (CPM)
	Posición de la toma de iluminación
	Toma de uso general
	BOMBA RIEGO
	Toma de baño / auxiliar de cocina



**Derivación individual**



	<b>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</b>		<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA</b>
<b>DENOMINACIÓN DEL PLANO:</b> ESQUEMA UNIFILAR		<b>ALUMNO:</b> JAVIER FERNÁNDEZ REYES	<b>FIRMA DEL ALUMNO:</b>
<b>ALUMNO:</b> JAVIER FERNÁNDEZ REYES		<b>FIRMA DEL ALUMNO:</b>	<b>ESCALA:</b> 1:100 <b>FECHA:</b> MAYO/2017
<b>ALUMNO:</b> JAVIER FERNÁNDEZ REYES		<b>FIRMA DEL ALUMNO:</b>	<b>PLANO Nº:</b> 11



PROYECTO DE DISEÑO, PLANTACIÓN Y PUESTA EN RIEGO POR GOTEO DE 29,57 ha DE NARANJOS Y CONSTRUCCIÓN DE UNA Balsa DE ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA FINCA "EL SERAFÍN" EN EL T.M. DE LA RINCONADA, SEVILLA.



JAVIER FERNÁNDEZ REYES

PRESUPUESTO

---

# **DOCUMENTO N° 3:**

## **PRESUPUESTO**





## **ÍNDICE**

1. CUADRO DE DESCOMPUESTOS	247
2. CUADRO DE PRECIOS	254
3. PRESUPUESTO Y MEDICIONES	258
4. RESUMEN DE PRESUPUESTO	265

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 Plantación</b>					
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 Preparación del terreno</b>					
01.01.01	ha	Pase subsolador			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>60,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA EUROS					
01.01.02	ha	Pase escarificador			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>30,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS					
01.01.03	ha	Tasquivero			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>40,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA EUROS					
01.01.04	ha	Alomador			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>60,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA EUROS					
01.01.05	ha	Replanteo			
			Sin descomposición		
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>60,00</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA EUROS					
<b>CAPÍTULO 2 INSTALACIÓN ELECTRICA</b>					
<b>SUBCAPÍTULO 2.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
2.01.01	m	EXCAVACIÓN ZANJAS LÍNEA SUBTERRÁNEA NAVE - BOMBA CANAL			
		M <sup>3</sup> de excavación con retroexcavadora en terreno de consistencia media, en apertura de zanjás, con perfilados de laterales y nivelado de fondo, con extracción de tierras a los bordes y con p.p. medios auxiliares			
			Sin descomposición		1,84
		Costes indirectos .....	13,00%		0,24
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>2,08</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con OCHO CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 2.02 LÍNEA</b>					
2.02.01	ML	Línea de Acometida			
		ML de tierra aérea de acometida tetrapolar de 6 mm <sup>2</sup> de sección, formada por cuatro conductores de cobre de tres fases más tierra, en forma de haz trenzado, con aislamiento de polietileno reticulado para tensiones de 0,6/1 kV (ITC - BT -11) agrupados por un cable fijador de acero hasta una palometa de amarre exterior de la nave y desde esta, hasta la Caja General de Protección y Medida. Instalación incluyendo conexionado.			
			Sin descomposición		8,34
		Costes indirectos .....	13,00%		1,08
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>9,42</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS					
2.02.03	ML	LÍNEA REPARTIDORA			
		ML línea repartidora formada por cable de cobre de 6HBJNCXJXAQUI mm <sup>2</sup> de sección, formada por cuatro conductores de cobre de tres fases más tierra, con aislamiento de polietileno reticulado para tensiones de 0,6/1 kv (ITC - BT- 11). Instalación incluyendo conexionado.			
			Sin descomposición		5,36
		Costes indirectos .....	13,00%		0,70
		<b>TOTAL PARTIDA .....</b>			<b>6,06</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SEIS CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 2.03 CIRCUITOS</b>					
2.03.01	ML	CIRCUITO MONOFÁSICO DE ALUMBRADO			
		Circuito iluminación realizado con tubo de PVC corrugado M 20 / gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento W 750 V, en sistemas monofásicos (fase y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión.			

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Sin descomposición		5,42
		Costes indirectos .....	13,00%		0,70
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>6,12</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS					
2.03.02	m	<b>CIRCUITO MONOFÁSICO DE TOMAS DE CORRIENTE</b> Circuito alumbrado realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento W 750 V., en sistema monofásico (fase, y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión			
			Sin descomposición		10,11
		Costes indirectos .....	13,00%		1,31
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>11,42</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS					
2.03.03	m	<b>CIRCUITO TRIFÁSICO</b> Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC, incluyendo ángulos y accesorios de montaje.			
			Sin descomposición		14,84
		Costes indirectos .....	13,00%		1,93
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>16,77</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
2.03.04	ML	<b>CIRCUITO TRIFÁSICO</b> Circuito de potencia para una intensidad máxima de 212 A. Constituido por cinco conductores (tres fases, un neutro y tierra) de cobre de 95 mm <sup>2</sup> de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC, incluyendo ángulos y accesorios de3 montaje.			
			Sin descomposición		59,83
		Costes indirectos .....	13,00%		7,78
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>67,61</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 2.04 INTERRUPTORES</b>					
2.04.01	u	<b>P. de luz sencillo Simon 75</b> Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20 /gp y conductor rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y asilamiento W 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón seri 75, instalado.			
			Sin descomposición		2,47
		Costes indirectos .....	13,00%		0,32
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>2,79</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 2.05 CONTADORES</b>					
2.05.02.01	u	<b>Módulo contador monofásico</b> Módulo para un contador monofásico en el exterior, de la nave agrícola, homologado por la compañía suministradora incluyendo cableado y elementos de protección.			
			Sin descomposición		13,50
		Costes indirectos .....	13,00%		1,76
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>15,26</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS					
2.05.02.02	u	<b>Módulo contador trifásico</b> Contador de energía activa trifásica.			
			Sin descomposición		84,67
		Costes indirectos .....	13,00%		11,01
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>95,68</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 2.06 PUNTOS DE LUZ</b>					
2.06.01	u	<b>Lum. empot.dif.prismático 2 * 18 W.af</b> Luminaria de empotrar, de 2 * 18 W, AF con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
			Sin descomposición		13,14

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos .....	13,00%	1,71
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>14,85</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

2.06.02	u	<b>Lum. para lámpara de halogenuros metálicos de 400W</b> Luminaria para lámpara de halogenuros Metálicos de 400 W en alturas de montaje medias y altas, formada por un compartimento del equipo eléctrico en alineación ligera inyectada y pintado. Reflector abierto fabricado en aluminio hidroconformado y anodizado. Equipo eléctrico de alto factor a 220 V Protección IP-21. Clase I. Dimensiones 471 * 450 * 550 mm (largo * alto * ancho).
---------	---	--

### SUBCAPÍTULO 2.07 TOMAS DE CORRIENTE

2.07.01	u	<b>B. ench.schuco simón 31</b> Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y aislamiento 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro, y tierra), incluyendo caja de registro, caj de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe schuco 10 - 16 A. Simón serie 31, instalada.
---------	---	--

### SUBCAPÍTULO 2.08 PUESTA ATIERRA

2.08.01	u	<b>Toma de tierra independiente con pica</b> Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D = 14,3 mm y 2m de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente prueba.
---------	---	--

## CAPÍTULO 3 CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa

### SUBCAPÍTULO 3.01 TOPOGRAFÍA

3.01.01	hora	<b>PRÁCTICO TOPOGRAFÍA</b> Horas de trabajo en replanteo de puntos de referencia de los diferentes elementos constructivos de la balsa			
			Sin descomposición		30,73
			Costes indirectos .....	13,00%	3,99
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>34,72</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS

### SUBCAPÍTULO 3.02 MOVIMIENTO DE TIERRA

3.02.01	m <sup>3</sup>	<b>EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO</b> Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia media, por medios mecánicos, con extracciones de tierra fuera de la excavación en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero, con perfilado de laterales y nivelado de fondo y con p.p. de medios auxiliares.			
			Sin descomposición		0,70
			Costes indirectos .....	13,00%	0,09
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>0,79</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

3.02.02	m <sup>3</sup>	<b>TRANSPORTE, NIVELACIÓN Y APISONAMIENTO</b> M <sup>3</sup> de transporte, nivelación y apisonamiento el volumen de tierra resultante de desmonte por medios mecánicos, con perfilado y refinado de laterales y con p.p. de medios auxiliares.			
			Sin descomposición		0,99
			Costes indirectos .....	13,00%	0,13
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>1,12</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS

3.02.3	m <sup>3</sup>	<b>EXCAVACIÓN ZANJAS</b> M <sup>3</sup> de excavación con retroexcavadora en terreno de consistencia media, en apertura de zanjás, con perfilado de laterales y nivelado de fondo, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. medios auxiliares.			
			Sin descomposición		7,00
			Costes indirectos .....	13,00%	0,91
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>7,91</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

### SUBCAPÍTULO 3.03 CIMENTACIÓN

3.03.01	m <sup>3</sup>	<b>HORMIGÓN RELLENO</b> M <sup>3</sup> de hormigón armado HA - 25 N/M <sup>2</sup> , tamaño máximo del árido 20 mm, elaborado en central, en relleno de zanjás de anclaje de láminas, tubería de desagüe, con redondo B - 400S y mallazo de 150 * 150 * 10 respectivamente, y losa de caída de agua, vertido con grúa, vibrado y colocado. según NTE - CSZ y EHE.			
			Sin descomposición		89,76

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos .....	13,00%	11,67
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>101,43</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO UN EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS

### SUBCAPÍTULO 3.04 ELEMENTOS FUNCIONALES

3.04.01	ML	<b>TUBERÍA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE 200 mm de diámetro</b> ML de tubería de fundición de hierro, de diámetro 200 mm, para desagüe, incorporándole un filtro de alcachofa, montaje y accesorios			
			Sin descomposición		32,19
			Costes indirectos .....	13,00%	4,18
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>36,37</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

3.04.02	u	<b>VÁLVULA DE COMPUERTA DE 110 mm de diámetro</b> Unidad de válvula de compuerta para tubería de 200 mm para control de limpieza de la balsa, montaje y accesorios.			
			Sin descomposición		229,68
			Costes indirectos .....	13,00%	29,86
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>259,54</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

3.04.03	u	<b>ALIVIADERO</b> UNIDAD de aliviadero de 1 m de ancho, 2 m de largo y 2 m de profundidad, con 10 cm de espesor, de hormigón HA - 25 N / mm <sup>2</sup> , tamaño máximo del árido 20 mm, elaborado en obra, vertido, colocación y armado.			
			Sin descomposición		212,37
			Costes indirectos .....	13,00%	27,61
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>239,98</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

3.04.04		<b>TOMA DE AGUA FLOTANTE</b>			
			Sin descomposición		132,58
			Costes indirectos .....	13,00%	17,24
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>149,82</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

### SUBCAPÍTULO 3.05 VALLADO

3.05.01	ML	<b>VALLA DE MALLA SOLDADA</b> ML de valla de malla soldada de 50 * 300 * 5, en módulos de 2,60 * 1,50 m, recercada con tubo metálico de 25 * 25 * 1,5 mm, y postes intermedios cada 2,60 m de tubo de 60 * 60 * 1,5mm, ambos galvanizados por inmersión, montada			
			Sin descomposición		14,11
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>15,94</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

3.05.02	u	<b>PUERTA DE TUBO METÁLICO</b> Unidad de puerta de dos hojas de 4m de anchura con tubos metálicos de 60 * 60 * 1,5 con interior de malla soldada de 50 * 300 * 5, totalmente instalada.			
3.05.02.01	1,000		247,31	247,31	
			Suma la partida.....		247,31
			Costes indirectos .....	13,00%	32,15
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>279,46</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

## CAPÍTULO 4 RED DE TUBERÍAS

### SUBCAPÍTULO 4.01 TOPOGRÁFICO

4.01.01		<b>HORAPRÁCTICO TOPOGRÁFICO</b> Horas de trabajo en replanteo de puntos de referencia de la red de tuberías.			
			Sin descomposición		30,73
			Costes indirectos .....	13,00%	3,99

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>34,72</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 4.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
4.02.01	m³	<b>EXCAVACIÓN ZANJAS TUBERÍAS</b>			
		M³ de excavación con retroexcavadora en terrenos de consistencia media, en apertura de zanjias, con extracciones de tierra a los bordes			
			Sin descomposición		4,70
		Costes indirectos .....	13,00%		0,61
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>5,31</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS					
4.02.02	m³	<b>RELLENO ZANJAS TUBERÍAS</b>			
		M³ de relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos, con lecho de arena.			
			Sin descomposición		1,33
		Costes indirectos .....	13,00%		0,17
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>1,50</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 4.03 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS</b>					
4.03.01	ML	<b>TUBO DE PVC DE DIÁMETRO EXTERIOR 160mm / 6 atm</b>			
			Sin descomposición		9,29
		Costes indirectos .....	13,00%		1,21
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>10,50</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
4.03.02	ML	<b>TUBO DE PVC DE DIÁMETRO EXTERIOR 200 mm / 6atm</b>			
			Sin descomposición		8,05
		Costes indirectos .....	13,00%		1,05
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>9,10</b>
<b>SUBCAPÍTULO 4.04 INSTALACIÓN DE LOS LATERALES</b>					
4.04.01	ML	<b>TUERIA DE PEBD DE 16 MM DE DIÁMETRO CON GOTERO INTEGRADO AUTOC.</b>			
			Sin descomposición		0,35
		Costes indirectos .....	13,00%		0,05
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>0,40</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS					
4.04.02	u	<b>ANILLA PARA CIERRE DE LOS LATERALES</b>			
			Sin descomposición		0,17
		Costes indirectos .....	13,00%		0,02
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>0,19</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS					
<b>CAPÍTULO 5 CABEZAL DE RIEGO</b>					
<b>SUBCAPÍTULO 5.01 GRUPO ELECTROBOMBA</b>					
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL OCHOCIENTOS SEIS EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS					
5.01.01	u	<b>Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga</b>			
		Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga monobloc doble turbina de bronce de tensión trifásica 220/380 V 50 Hz, sin calderín ni extras. Bomba de una potencia de 16 caballos			
			Sin descomposición		1.920
		Costes indirectos .....	13,00%		249,6
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>2.169,6</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS					
5.01.02	u	<b>Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga</b>			
		Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga monobloc doble turbina de bronce de tensión trifásica 220/380 V 50 Hz, sin calderín ni extras. Bomba de una potencia de 8 caballos			
			Sin descomposición		1.543
		Costes indirectos .....	13,00%		200,6
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>					<b>1943,6</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS					

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 5.02 EQUIPO DE CONTROL Y MEDIDA</b>					
5.02.01	u	<b>CONTADOR</b> Contador de agua tipo Woltman, totalmente instalado y terminado.			
			Sin descomposición		292,29
			Costes indirectos .....	13,00%	38,00
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>330,29</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TREINTA EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS					
5.02.02	u	<b>MANÓMETRO</b> Unidad de manómetro, totalmente instalado y terminado.			
			Sin descomposición		29,38
			Costes indirectos .....	13,00%	3,82
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>33,20</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS					
5.02.03	u	<b>VÁLVULA ANTIRETORNO</b> Unidad de válvula antirretorno, totalmente instalado y terminado			
			Sin descomposición		121,60
			Costes indirectos .....	13,00%	15,81
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>137,41</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS					
5.02.04	u	<b>VÁLVULA DE CIERRE</b>			
			Sin descomposición		163,96
			Costes indirectos .....	13,00%	21,31
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>185,27</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CINCO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS					
5.02.05	u	<b>PRESOSTATO</b> Unidad de presostato, totalmente instalado y terminado.			
			Sin descomposición		181,64
			Costes indirectos .....	13,00%	23,61
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>205,25</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS					
5.02.06	u	<b>ARQUILLO</b> El arquillo totalmente instalado y comprobado, compuesto por: válvula de cierre, ventosas, dos tomas de presión, válvula reguladora de caudal y de presión y válvula de bola.			
			Sin descomposición		99,87
			Costes indirectos .....	13,00%	12,98
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>112,85</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOCE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
5.02.07	u	<b>VÁLVULA VENTOSA</b> Válvula ventosa, totalmente instalado y terminado.			
			Sin descomposición		745,99
			Costes indirectos .....	13,00%	96,98
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>842,97</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
<b>SUBCAPÍTULO 5.03 SITEMA DE FILTRADO</b>					
5.03.01	u	<b>BATERÍA DE FILTROS DE MALLAS</b> Batería de 100 MESH de una superficie de 0,64 m2			
			Sin descomposición		1.325
			Costes indirectos .....	13,00%	172,25
		<b>TOTAL PARTIDA.....</b>			<b>1.497,25</b>
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS					
5.03.02	u	<b>BATERÍA DE FILTROS DE ARENA</b> Batería de 4 filtros de arena de 0,83 m2			
			Sin descomposición		2.140

## CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
			Costes indirectos .....	13,00%	278,2
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>2.418,2</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTOS DIECIOCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

### SUBCAPÍTULO 5.04 SISTEMA DE FERTILIZACIÓN

5.04.01	u	<b>DEPÓSITO FERTILIZANTE 2000L</b> Depósito fertilizante cilíndrico de polietileno, con tapa roscada y desagüe con una capacidad de 2000 l. Totakmente instalada y terminado.	Sin descomposición		1.235
			Costes indirectos .....	13,00%	160,55
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>1395,55</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

5.04.02	u	<b>ELECTROAGITADORES</b> Electroagitadores de 0,5 CV a 940 r.p.m, con eje y hélice en acero inoxidable, totalmente instalado y terminado.	Sin descomposición		93,88
			Costes indirectos .....	13,00%	12,20
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>106,88</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS

5.04.04	u	<b>BOMBA DOSIFICADORA</b> Bomba dosificadora de 0,75 CV de potencia, con caudal proporcional a un control externo (autómata) con regulación manual de la carrera del pistón y frecuencia de impulsos para mayor precisión de dosificación.	Sin descomposición		143,78
			Costes indirectos .....	13,00%	18,69
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>162,47</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

### SUBCAPÍTULO 5.05 SISTEMA DE PROGRAMACIÓN

5.05.01	u	<b>PROGRAMADOR</b>	Sin descomposición		1.028,58
			Costes indirectos .....	13,00%	133,72
			<b>TOTAL PARTIDA.....</b>		<b>1.162,30</b>

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>CAPÍTULO 01 PLANTACIÓN DEL CULTIVO</b>			
01.01.	U	Plantas Precio por planta	3,50
01.02	ha	Apertura de hoyos y plantación Total cantidades alzadas	144
<b>CAPÍTULO 2 INSTALACIÓN ELECTRICA</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 2.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
2.01.01	m	EXCAVACIÓN ZANJAS LÍNEA SUBTERRÁNEA NAVE - BOMBA CANAL M ^3 de excavación con retroexcavadora en terreno de consistencia media, en apertura de zanjas, con perfilados de laterales y nivelado de fondo, con extracción de tierras a los bordes y con p.p. medios auxiliares DOS EUROS con OCHO CÉNTIMOS	2,08
<b>SUBCAPÍTULO 2.02 LÍNEA</b>			
2.02.01	ML	Línea de Acometida ML de tierra aérea de acometida tetrapolar de 6 mm^2 de sección, formada por cuatro conductores de cobre de tres fases más tierra, en forma de haz trenzado, con aislamiento de polietileno reticulado para tensiones de 0,6/1 kV (ITC - BT -11) agrupados por un cable fijador de acero hasta una palometa de amarre exterior de la nave y desde esta, hasta la Caja General de Protección y Medida. Instalación incluyendo conexionado. NUEVE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	9,42
2.02.03	ML	LÍNEA REPARTIDORA ML línea repartidora formada por cable de cobre de 6HBJNCXJXAQU mm^2 de sección, formada por cuatro conductores de cobre de tres fases más tierra, con aislamiento de polietileno reticulado para tensiones de 0,6/1 kv (ITC - BT- 11). Instalación incluyendo conexionado. SEIS EUROS con SEIS CÉNTIMOS	6,06
<b>SUBCAPÍTULO 2.03 CIRCUITOS</b>			
2.03.01	ML	CIRCUITO MONOFÁSICO DE ALUMBRADO Circuito iluminación realizado con tubo de PVC corrugado M 20 / gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm^2, aislamiento W 750 V, en sistemas monofásicos (fase y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión. SEIS EUROS con DOCE CÉNTIMOS	6,12
2.03.02	m	CIRCUITO MONOFÁSICO DE TOMAS DE CORRIENTE Circuito alumbrado realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm^2, aislamiento W 750 V., en sistema monofásico (fase, y neutro), incluido p.p. de cajas de registro y regletas de conexión ONCE EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS	11,42
2.03.03	m	CIRCUITO TRIFÁSICO Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm^2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC, incluyendo ángulos y accesorios de montaje. DIECISEIS EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS	16,77
2.03.04	ML	CIRCUITO TRIFÁSICO Circuito de potencia para una intensidad máxima de 21 A. Constituido por cinco conductores (tres fases, un neutro y tierra) de cobre de 95 mm^2 de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC, incluyendo ángulos y accesorios de3 montaje. SESENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS	67,61
<b>SUBCAPÍTULO 2.04 INTERRUPTORES</b>			
2.04.01	u	P. de luz sencillo Simon 75 Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20 /gp y conductor rígido de 1,5 mm^2 de Cu., y asilamiento W 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón seri 75, instalado. DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	2,79
<b>SUBCAPÍTULO 2.05 CONTADORES</b>			
2.05.02.01	u	Módulo contador monofásico Módulo para un contador monofásico en el exterior, de la nave agrícola, homologado por la compañía suministradora incluyendo cableado y elementos de protección. QUINCE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	15,26
2.05.02.02	u	Módulo contador trifásico Contador de energía activa trifásica. NOVENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	95,68
<b>SUBCAPÍTULO 2.06 PUNTOS DE LUZ</b>			
2.06.01	u	Lum. empot.dif.prismático 2 * 18 W.af Luminaria de empotrar, de 2 * 18 W, AF con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. CATORCE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	14,85
2.06.02	u	Lum. para lámpara de halogenuros metálicos de 400W Luminaria para lámpara de halogenuros Metálicos de 400 W en alturas de montaje medias y altas, formada por un compartimento del equipo eléctrico en alineación ligera inyectada y pintado. Reflector abierto fabricado en aluminio	0,00

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		hidroconformado y anodizado. Equipo eléctrico de alto factor a 220 V Protección IP-21. Clase I. Dimensiones 471 * 450 * 550 mm (largo * alto * ancho).	
<b>SUBCAPÍTULO 2.07 TOMAS DE CORRIENTE</b>			
2.07.01	u	<b>B. ench.schuco simón 31</b> Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y aislamiento 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro, y tierra), incluyendo caja de registro, caj de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe schuco 10 - 16 A. Simón serie 31, instalada.	0,00
<b>SUBCAPÍTULO 2.08 PUESTA ATIERRA</b>			
2.08.01	u	<b>Toma de tierra independiente con pica</b> Toma de tierra independiente con pica de acero cobrizado de D = 14,3 mm y 2m de longitud, cable de cobre de 35 mm <sup>2</sup> , unido mediante soldadura aluminotérmica, incluyendo registro de comprobación y puente prueba.	0,00
<b>CAPÍTULO 3 CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 3.1 TOPOGRAFÍA</b>			
3.01.01	hora	<b>PRÁCTICO TOPOGRAFÍA</b> Horas de trabajo en replanteo de puntos de referencia de los diferentes elementos constructivos de la balsa	34,72
		TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 3.2 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>			
3.02.01	m <sup>3</sup>	<b>EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO</b> Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia media, por medios mecánicos, con extracciones de tierra fuera de la excavación en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero, con perfilado de laterales y nivelado de fondo y con p.p. de medios auxiliares.	0,79
		CERO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
3.02.02	m <sup>3</sup>	<b>TRANSPORTE, NIVELACIÓN Y APISONAMIENTO</b> M <sup>3</sup> de transporte, nivelación y apisonamiento el volumen de tierra resultante de desmonte por medios mecánicos, con perfilado y refinado de laterales y con p.p. de medios auxiliares.	1,12
		UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
3.02.03	m <sup>3</sup>	<b>EXCAVACIÓN ZANJAS</b> M <sup>3</sup> de excavación con retroexcavadora en terreno de consistencia media, en apertura de zanjas, con perfilado de laterales y nivelado de fondo, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. medios auxiliares.	7,91
		SIETE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 3.3 CIMENTACIÓN</b>			
3.03.01	m <sup>3</sup>	<b>HORMIGÓN RELLENO</b> M <sup>3</sup> de hormigón armado HA - 25 N/M <sup>2</sup> , tamaño máximo del árido 20 mm, elaborado en central, tubería de desagüe, con redondo B - 400S y mallazo de 150 * 150 * 10 respectivamente, y losa de caída de agua, vertido con grúa, vibrado y colocado. según NTE - CSZ y EHE.	101,43
		CIENTO UN EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 3.4 ELEMENTOS FUNCIONALES</b>			
3.04.01	ML	<b>TUBERÍA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE 200 mm de diámetro</b> ML de tubería de fundición de hierro, de diámetro 200 mm, para desagüe, incorporándole un filtro de alcachofa, montaje y accesorios	36,37
		TREINTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
3.04.02	u	<b>VÁLVULA DE COMPUERTA DE 110 mm de diámetro</b> Unidad de válvula de compuerta para tubería de 200 mm para control de limpieza de la balsa, montaje y accesorios.	259,54
		DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
3.04.03	u	<b>ALIVIADERO</b> UNIDAD de aliviadero de 1 m de ancho, 2 m de largo y 2 m de profundidad, con 10 cm de espesor, de hormigón HA - 25 N / mm <sup>2</sup> , tamaño máximo del árido 20 mm, elaborado en obra, vertido, colocación y armado.	239,98
		DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
3.04.04	ML	<b>TUBERÍA PVC DE 140 mm de diámetro - 6atm</b> ML Tubería de PVC de diámetro 140 mm, para desagüe, montaje y accesorios	8,59
		OCHO EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
3.04.05		<b>TOMA DE AGUA FLOTANTE</b>	149,82
		CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 3.5 VALLADO</b>			
3.05.01	ML	<b>VALLA DE MALLA SOLDADA</b> ML de valla de malla soldada de 50 * 300 * 5, en módulos de 2,60 * 1,50 m, recercada con tubo metálico de 25 * 25 * 1,5 mm, y postes intermedios cada 2,60 m de tubo de 60 * 60 * 1,5mm, ambos galvanizados por inmersión, montada	15,94
		QUINCE EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
3.05.02	u	<b>PUERTA DE TUBO METÁLICO</b>	279,46

# CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
		Unidad de puerta de dos hojas de 4m de anchura con tubos metálicos de 60 * 60 *1,5 con interior de malla soldada de 50 * 300* 5, totalmente instalada.	DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
<b>CAPÍTULO 4 RED DE TUBERÍAS</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 4.01 TOPOGRÁFICO</b>			
4.01.01	HORA	PRÁCTICO TOPOGRÁFICO Horas de trabajo en replanteo de puntos de referencia de la red de tuberías.	34,72 TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
<b>SUBCAPÍTULO 4.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
4.02.01	m³	EXCAVACIÓN ZANJAS TUBERÍAS M³ de excavación con retroexcavadora en terrenos de consistencia media, en apertura de zanjas, con extracciones de tierra a los bordes	5,31 CINCO EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS
4.02.02	m³	RELLENO ZANJAS TUBERÍAS M³ de relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos, con lecho de arena.	1,50 UN EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS
<b>SUBCAPÍTULO 4.03 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS</b>			
4.03.01	ML	TUBO DE PVC DE DIÁMETRO EXTERIOR 160mm / 6 atm	10,50 DIEZ EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS
4.03.02	ML	TUBO DE PVC DE DIÁMETRO EXTERIOR 200 mm / 6atm	9,10 NUEVE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS
<b>SUBCAPÍTULO 4.04 INSTALACIÓN DE LOS LATERALES</b>			
4.04.01	ML	TUERIA DE PEBD DE 16 MM DE DIÁMETRO CON GOTERO INTEGRADO AUTOCLAVADO.	0,40 CERO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS
4.04.02	u	ANILLA PARA CIERRE DE LOS LATERALES	0,19 CERO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS
<b>CAPÍTULO 5 CABEZAL DE RIEGO</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 5.01 GRUPO ELECTROBOMBA</b>			
5.01.01	u	Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga monobloc doble turbina de bronce de tensión trifásica 220/380 V 50 Hz, sin calderín ni extras. Bomba de una potencia de 16 caballos	2.169,6 DOS MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
5.01.02	u	Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga monobloc DIN-24255, de tensión trifásica 220/380 V 50 Hz, sin calderín ni extras. Bomba de una potencia de 12 caballos	1.943,60 MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
<b>SUBCAPÍTULO 5.02 EQUIPO DE CONTROL Y MEDIDA</b>			
5.02.01	u	CONTADOR Contador de agua tipo Woltman, totalmente instalado y terminado.	330,29 TRESCIENTOS TREINTA EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS
5.02.02	u	MANÓMETRO Unidad de manómetro, totalmente instalado y terminado.	33,20 TREINTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
5.02.03	u	VÁLVULA ANTIRETORNO Unidad de válvula antiretorno, totalmente instalado y terminado	137,41 CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS
5.02.04	u	VÁLVULA DE CIERRE	185,27 CIENTO OCHENTA Y CINCO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS
5.02.05	u	PRESOSTATO Unidad de presostato, totalmente instalado y terminado.	205,25 DOSCIENTOS CINCO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS
5.02.06	u	ARQUILLO El arquillo totalmente instalado y comprobado, compuesto por: válvula de cierre, ventosas, dos tomas de presión, válvula reguladora de caudal y de presión y válvula de bola.	112,85 CIENTO DOCE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
5.02.07	u	VÁLVULA VENTOSA Válvula ventosa, totalmente instalado y terminado.	842,97 OCHOCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
<b>SUBCAPÍTULO 5.03 SISTEMA DE FILTRADO</b>			
5.03.01	u	BATERÍA DE FILTROS DE MALLAS	1.497,25
		MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
5.03.02	u	BATERÍA DE FILTROS DE ARENA	2.418,2
		DOS MIL CUATROCIENTOS DIECIOCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 5.04 SISTEMA DE FERTILIZACIÓN</b>			
5.04.01	u	DEPÓSITO FERTILIZANTE 2000L	1.395,55
		Depósito fertilizante cilíndrico de polietileno, con tapa roscada y desagüe con una capacidad de 2000 l. Totalmente instalada y terminado.	
		MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
5.04.02	u	ELECTROAGITADORES	106,88
		Electroagitadores de 0,5 CV a 940 r.p.m, con eje y hélice en acero inoxidable, totalmente instalado y terminado.	
		CIENTO SEIS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
5.04.03	u	BOMBA DOSIFICADORA	162,47
		Bomba dosificadora de 0,75 CV de potencia, con caudal proporcional a un control externo (autómata) con regulación manual de la carrera del pistón y frecuencia de impulsos para mayor precisión de dosificación.	
		CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
<b>SUBCAPÍTULO 5.05 SISTEMA DE PROGRAMACIÓN</b>			
5.05.01	u	PROGRAMADOR	1.162,30
		MIL CIENTO SESENTA Y DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 Plantación</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 Preparación del terreno</b>									
01.01.01	ha Pase subsolador Total cantidades alzadas						28,00		
							28,00	60,00	1.680,00
01.01.02	ha Pase escarificador Total cantidades alzadas						28,00		
							28,00	30,00	840,00
01.01.04	ha Tasquivero Total cantidades alzadas						28,00		
							28,00	40,00	1.120,00
01.01.05	ha Alomador Total cantidades alzadas						28,00		
							28,00	60,00	1.680,00
01.01.06	ha Replanteo Total cantidades alzadas						28,00		
							28,00	60,00	1.680,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 Preparación del terreno</b>									<b>7.000,00</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.02 Plantas y apertura de hoyos</b>									
01.02.01	ud Total cantidades alzadas					Plantón de 1 año	13.328,00		
							13.328,00	3,50	46.648,00
01.02.02	ha Apertura de hoyos y Plantación Total cantidades alzadas						28,00		
							28,00	144,00	4.032,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 Plantación .....</b>									<b>50.680,00</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 Plantación.....</b>									<b>57.680,00</b>
<b>CAPÍTULO 2 INSTALACIÓN ELECTRICA</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 2.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>									
2.01.01	m EXCAVACIÓN ZANJAS LÍNEA SUBTERRÁNEA NAVE - BOMBA CANAL M ^3 de excavación con retroexcavadora en terreno de consistencia media, en apertura de zanjas, con perfilados de laterales y nivelado de fondo, con extracción de tierras a los bordes y con p.p. medios auxiliares	1	1246,00	0,50	0,80		498,00		
							498,00	2,08	1.037,50
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>									<b>1.037,50</b>
<b>SUBCAPÍTULO 2.02 LÍNEA</b>									
2.02.01	ML Línea de Acometida ML de tierra aérea de acometida tetrapolar de 6 mm^2 de sección, formada por cuatro conductores de cobre de tres fases más tierra, en forma de haz trenzado, con aislamiento de polietileno reticulado para tensiones de 0,6/1 kV (ITC - BT -11) agrupados por un cable fijador de acero hasta una palometa de amarre exterior de la nave y desde esta, hasta la Caja General de Protección y Medida. Instalación incluyendo conexionado.	1					30,00		
							30,00	9,42	282,60

# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.02.03	<b>ML LÍNEA REPARTIDORA</b> ML línea repartidora formada por cable de cobre de tres fases más tierra, con aislamiento de polietileno reticulado para tensiones de 0,6/1 kv (ITC - BT- 11). Instalación incluyendo conexonado.	1	10,00			10,00			
							10,00	6,06	60,60
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.02 LÍNEA .....</b>									<b>343,20</b>
<b>SUBCAPÍTULO 2.03 CIRCUITOS</b>									
2.03.01	<b>ML CIRCUITO MONOFÁSICO DE ALUMBRADO</b> Circuito iluminación realizado con tubo de PVC corrugado M 20 / gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> , aislamiento W 750 V, en sistemas monofásicos (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión. Iluminación interior de la nave Iluminación oficina, aseo y almacén Iluminación exterior	1 1 1	30,00 15,00 10,00			30,00 15,00 10,00			
							55,00	6,12	336,60
2.03.02	<b>m CIRCUITO MONOFÁSICO DE TOMAS DE CORRIENTE</b> Circuito alumbrado realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento W 750 V., en sistema monofásico (fase, y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión Circuito nave Circuito oficina, aseo y almacén	1 1	30,00 15,00			30,00 15,00			
							45,00	11,42	513,90
2.03.03	<b>m CIRCUITO TRIFÁSICO</b> Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 4 mm <sup>2</sup> de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC, incluyendo ángulos y accesorios de montaje. Bomba río - balsa Toma de corriente, de la nave Toma de corriente, de la oficina, aseo y almacén	1 1 1	400,00 30,00 15,00			400,00 30,00 15,00			
							445,00	16,77	7.462,65
2.03.04	<b>ML CIRCUITO TRIFÁSICO</b> Circuito de potencia para una intensidad máxima de 212 A. Constituido por cinco conductores (tres fases, un neutro y tierra) de cobre de 95 mm <sup>2</sup> de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo canaleta de PVC, incluyendo ángulos y accesorios de3 montaje. Bomba impulsión balsa - gotero		25,00			25,00			
							25,00	67,61	1.690,25
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.03 CIRCUITOS .....</b>									<b>10.003,40</b>
<b>SUBCAPÍTULO 2.04 INTERRUPTORES</b>									
2.04.01	<b>u P. de luz sencillo Simon 75</b> Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20 /gp y conductor rígido de 1,5 mm <sup>2</sup> de Cu., y asilamiento W 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón seri 75, instalado.	5				5,00			
							5,00	2,79	13,95
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.04 INTERRUPTORES .....</b>									<b>13,95</b>
<b>SUBCAPÍTULO 2.05 CONTADORES</b>									
2.05.01	<b>u Módulo contador monofásico</b> Módulo para un contador monofásico en el exterior, de la nave agrícola, homologado por la compañía suministradora incluyendo cableado y elemntos de protección.	1				1,00			
							1,00	15,26	15,26

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.05.02	u <b>Módulo contador trifásico</b> Contador de energía activa trifásica.	1				1,00			
							1,00	95,68	95,68
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.05 CONTADORES.....</b>									<b>110,94</b>
<b>SUBCAPÍTULO 2.06 PUNTOS DE LUZ</b>									
2.06.01	u <b>Lum. empot.dif.prismático 2 * 18 W.af</b> Luminaria de empotrar, de 2 * 18 W, AF con difusor en metacrilato prismático transparente, con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa esmaltada en blanco, equipo eléctrico formado por reactancias, condensador, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación y bornes de conexión. Instalada incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	10				10,00			
							10,00	14,85	148,50
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.06 PUNTOS DE LUZ .....</b>									<b>148,50</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 2 INSTALACIÓN ELECTRICA.....</b>									<b>10.952,79</b>
<b>CAPÍTULO 3 CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 3.01 TOPOGRAFÍA</b>									
3.01.01	hora <b>PRÁCTICO TOPOGRAFÍA</b> Horas de trabajo en replanteo de puntos de referencia de los diferentes elementos constructivos de la balsa	30				30,00			
							30,00	34,72	1.041,60
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.01 TOPOGRAFÍA .....</b>									<b>1.041,60</b>
<b>SUBCAPÍTULO 3.02 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>									
3.02.01	m³ <b>EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO</b> Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia media, por medios mecánicos, con extracciones de tierra fuera de la excavación en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero, con perfilado de laterales y nivelado de fondo y con p.p. de medios auxiliares. Volumen de desmonte	13.898,714				13.898,714			
							13.898,714	0,79	10.979,98
3.02.02	m³ <b>TRANSPORTE, NIVELACIÓN Y APISONAMIENTO</b> M³ de transporte, nivelación y apisonamiento el volumen de tierra resultante de desmonte por medios mecánicos, con perfilado y refinado de laterales y con p.p. de medios auxiliares. Volumen de terraplén	13.847,079				13.847,079			
							13.847,079	1,12	15.508,72
3.02.3	m³ <b>EXCAVACIÓN ZANJAS</b> M³ de excavación con retroexcavadora en terreno de consistencia media, en apertura de zanjas, con perfilado de laterales y nivelado de fondo, con extracción de tierras fuera de la excavación, en vaciados, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. medios auxiliares. Zanjas tuberías de desagüe Zanjas tubería toma de agua	1 1	70,00 26,89	1,00 1,00	0,70 0,70	49,00 18,82			
							67,82	7,91	536,45
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.02 MOVIMIENTO DE TIERRA.....</b>									<b>28.066,75</b>
<b>SUBCAPÍTULO 3.03 ELEMENTOS FUNCIONALES</b>									
3.03.01	ML <b>TUBERÍA DE FUNDICIÓN DE HIERRO DE 200 mm de diámetro</b> ML de tubería de fundición de hierro, de diámetro 200 mm, para desagüe, incorporádole un filtro de alcachofa, montaje y accesorios	1	70,00			70,00			
							70,00	36,37	2.545,90
3.03.02	u <b>VÁLVULA DE COMPUERTA DE 110 mm de diámetro</b> Unidad de válvula de compuerta para tubería de 200 mm para control de limpieza de la balsa, montaje y accesorios.								

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1				1,00			
3.03.03	u ALIVIADERO UNIDAD de aliviadero de 1 m de ancho, 2 m de largo y 2 m de profundidad, con 10 cm de espesor, de hormigón HA - 25 N / mm <sup>2</sup> , tamaño máximo del árido 20 mm, elaborado en obra, vertido, colocación y armado.	1				1,00		259,54	259,54
3.03.04	ML TUBERÍA PVC DE 140 mm de diámetro - 6atm ML Tubería de PVC de diámetro 140 mm, para desagüe, montaje y accesorios	1	43,00			43,00		239,98	239,98
3.03.05	TOMA DE AGUA FLOTANTE						43,00	8,59	369,37
	Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	149,82	149,82
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.06 ELEMENTOS FUNCIONALES...</b>									<b>3.564,61</b>
<b>SUBCAPÍTULO 3.04 VALLADO</b>									
3.04.01	ML VALLA DE MALLA SOLDADA ML de valla de malla soldada de 50 * 300 * 5, en módulos de 2,60 * 1,50 m, recercada con tubo metálico de 25 * 25 * 1,5 mm, y postes intermedios cada 2,60 m de tubo de 60 * 60 * 1,5mm, ambos galvanizados por inmersión, montada	1	264,00			264,00			
3.04.02	u PUERTA DE TUBO METÁLICO Unidad de puerta de dos hojas de 4m de anchura con tubos metálicos de 60 * 60 * 1,5 con interior de malla soldada de 50 * 300 * 5, totalmente instalada.	1				1,00		15,94	4.208,16
							1,00	279,46	279,46
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 3.04 VALLADO .....</b>									<b>4.487,62</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 3 CONSTRUCCIÓN DE LA Balsa .....</b>									<b>36.118,98</b>
<b>CAPÍTULO 4 RED DE TUBERÍAS</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 4.01 TOPOGRÁFICO</b>									
4.01.01	HORAPRÁCTICO TOPOGRÁFICO Horas de trabajo en replanteo de puntos de referencia de la red de tuberías.	30				30,00			
							30,00	34,72	1.041,60
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.01 TOPOGRÁFICO .....</b>									<b>1.041,60</b>
<b>SUBCAPÍTULO 4.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>									
4.02.01	m <sup>3</sup> EXCAVACIÓN ZANJAS TUBERÍAS M <sup>3</sup> de excavación con retroexcavadora en terrenos de consistencia media, en apertura de zanjas, con extracciones de tierra a los bordes								
	Tubería PVC 160 y 200 mm / 6 atm	1	1.246,00	0,50	0,80	1.246,00			
4.02.02	m <sup>3</sup> RELLENO ZANJAS TUBERÍAS M <sup>3</sup> de relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos, con lecho de arena.							5,30	6.603,80
	Tubería PVC 160 y 200 mm/ 6 atm	1	1.246,00	0,50	0,80	1.246,00			

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
								1,50	1.869,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....</b>									<b>8.472,80</b>
<b>SUBCAPÍTULO 4.03 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS</b>									
4.03.01	ML TUBO DE PVC DE DIÁMETRO EXTERIOR 160 mm/ 6 atm	1	920,00			920			
							920	10,50	9.960,00
4.03.02	ML TUBO DE PVC DE DIÁMETRO EXTERIOR 200 mm / 6atm	1	195			195			
							195	9,10	11.338,60
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.03 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS .....</b>									<b>20.998,60</b>
<b>SUBCAPÍTULO 4.04 INSTALACIÓN DE LOS LATERALES</b>									
4.04.01	ML TUERIA DE PEBD DE 16 MM DE DIÁMETRO CON GOTERO INTEGRADO AUTOC.	785,7				94.181,00			
							94.181,00	0,40	37.672,40
4.04.02	u ANILLA PARA CIERRE DE LOS LATERALES	785,7				785,7			
							785,7	0,19	149,28
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 4.04 INSTALACIÓN DE LOS .....</b>									<b>37.821,68</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 4 RED DE TUBERÍAS .....</b>									<b>58.820,28</b>
<b>CAPÍTULO 5 CABEZAL DE RIEGO</b>									
<b>SUBCAPÍTULO 5.01 GRUPO ELECTROBOMBA</b>									
5.01.01	u Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga								
	Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga monobloc doble turbina de bronce de tensión trifásica 220/380 V 50 Hz, sin calderín ni extras. Bomba de una potencia de 16 caballos						1,00		
	Total cantidades alzadas						1,00	2.169,00	2.169,00
5.01.02	u Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga								
	Grupo de presión con una bomba horizontal centrífuga monobloc doble turbina de bronce de tensión trifásica 220/380 V 50 Hz, sin calderín ni extras. Bomba de una potencia de 8 caballos						1,00		
	Total cantidades alzadas						1,00	1.943,00	1.743,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 5.01 GRUPO ELECTROBOMBA .....</b>									<b>3.912,00</b>
<b>SUBCAPÍTULO 5.02 EQUIPO DE CONTROL Y MEDIDA</b>									
5.02.01	u CONTADOR								
	Contador de agua tipo Woltman, totalmente instalado y terminado.	1				1,00			
							1,00	330,29	330,29
5.02.02	u MANÓMETRO								
	Unidad de manómetro, totalmente instalado y terminado.	2				2,00			
							2,00	33,20	66,40
5.02.03	u VÁLVULA ANTIRETORNO								
	Unidad de válvula antiretorno, totalmente instalado y terminado						2,00		
	Total cantidades alzadas						2,00	137,41	274,82
5.02.04	u VÁLVULA DE CIERRE								
	Total cantidades alzadas						2,00		

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.02.05	u PRESOSTATO Unidad de presostato, totalmente instalado y terminado.	1				1,00	2,00	185,27	370,54
5.02.06	u ARQUILLO El arquillo totalmente instalado y comprobado, compuesto por: válvula de cierre, ventosas, dos tomas de presión, válvula reguladora de caudal y de presión y válvula de bola.	4				4,00	1,00	205,25	205,25
5.02.07	u VÁLVULA VENTOSA Válvula ventosa, totalmente instalado y terminado.	1				1,00	4,00	112,85	451,40
							1,00	842,97	842,97
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 5.02 EQUIPO DE CONTROL Y MEDIDA.....</b>									<b>2.541,67</b>
<b>SUBCAPÍTULO 5.03 SISTEMA DE FILTRADO</b>									
5.03.01	u BATERÍA DE FILTROS DE ANILLAS Batería de 100 MESH de una superficie de 0,64 m2	1				1,00	1,00	1497,25	1497,25
5.03.02	u BATERÍA DE FILTROS DE ARENA Batería de 4 filtros de arena de 0,83 m2	1				1,00	1,00	2418,2	2418,2
							1,00	2418,2	2418,2
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 5.03 SISTEMA DE FILTRADO .....</b>									<b>3915,45</b>
<b>SUBCAPÍTULO 5.04 SISTEMA DE FERTILIZACIÓN</b>									
5.04.01	u DEPÓSITO FERTILIZANTE 2000L Depósito fertilizante cilíndrico de polietileno, con tapa roscada y desagüe con una capacidad de 2000 l. Totalmente instalada y terminada.	3				3,00	3,00	1395,55	4.186,65
5.04.02	u ELECTROAGITADORES Electroagitadores de 0,5 CV a 940 r.p.m, con eje y hélice en acero inoxidable, totalmente instalados y terminados.	3				3,00	3,00	106,88	320,64
5.04.03	u BOMBA DOSIFICADORA Bomba dosificadora de 0,75 CV de potencia, con caudal proporcional a un control externo (automata) con regulación manual de la carrera del pistón y frecuencia de impulsos para mayor precisión de dosificación.	3				3,00	3,00	162,47	487,41
							3,00	162,47	487,41
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 5.04 SISTEMA DE FERTILIZACIÓN ..</b>									<b>4.994,7</b>
<b>SUBCAPÍTULO 5.05 SISTEMA DE PROGRAMACIÓN</b>									
5.05.01	u PROGRAMADOR Total cantidades alzadas						1,00		
							1,00	1.162,30	1.162,30



## RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	PLANTACIÓN.....	57.680,00	27.38
2	INSTALACIÓN ELECTRICA .....	10.952,79	5.20
3	CONSTRUCCIÓN DE LA BALSA .....	36.118,98	17.14
4	RED DE TUBERÍAS .....	89.333,28	42.41
5	CABEZAL DE RIEGO.....	16.526,12	7.84
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>210.611,17</b>	
	<b>21 % IVA</b>	<b>44.228,35</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>254.839,52</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.

En Sevilla, a 15 de mayo de 2017.

Javier Fernández Reyes.