



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ETSIAMN

Máster en Ingeniería Agronómica

2019-2020

Trabajo Fin de Máster

“PROYECTO DE EXPLOTACIÓN PARA EL
CULTIVO Y PROCESADO DE ALOE VERA EN
GEL ESTABILIZADO EN FRÍO. T.M. DENIA,
VALENCIA”

Guillermo Caldentey García de Prado

Tutor:

Iban Balbastre Peralta

Valencia, julio 2020

Le dedico el esfuerzo que me ha llevado realizar este Trabajo Fin de Máster a mis padres, Concha y Guillermo, por haberme enseñado con su ejemplo que mediante disciplina y constancia se puede alcanzar todo lo que uno se proponga.

Agradecer a mi tutor Iban Balbastre, por la ayuda y paciencia prestada para la realización de este proyecto. Agradezco enormemente la ayuda aportada por Penélope Gutiérrez Colomer en los cálculos de baja tensión del presente proyecto, y por su divertida forma de darnos clase donde aprendí conocimientos que se exponen en los cálculos del presente documento. También agradezco la ayuda y ánimos de Pablo González Altozano, sus correcciones en lo referente a la instalación fotovoltaica han sido de gran importancia para mí.

Por último, agradecer a mis colegas y amigos. Víctor Vilbazo Negrín, Iñaki Ballester Gorostiza y Toño Alcázar quienes desde Canarias y Murcia me han ayudado y asesorado en lo referente a la instalación fotovoltaica del presente proyecto.

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

- Anejo 1. Datos de Partida
- Anejo 2. Diseño Agronómico
- Anejo 3. Diseño y Dimensionado de Subunidades de Riego
- Anejo 4. Diseño y Dimensionado de la Red de Transporte
- Anejo 5. Cabezal de Riego y Elementos de Control
- Anejo 6. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica
- Anejo 7. Instalación de Baja Tensión para la Instalación Fotovoltaica
- Anejo 8. Actuaciones Previas a la Plantación
- Anejo 9. Ingeniería del Proceso de Transformación
- Anejo 10. Maquinaria Implicada en el Proceso de Transformación
- Anejo 11. Instalación de Baja Tensión para el Proceso de Transformación
- Anejo 12. Programa de la Ejecución de la Obra
- Anejo 13. Análisis Económico de la Inversión

DOCUMENTO N°2: PLANOS

- Plano 1. Situación
- Plano 2. Emplazamiento
- Plano 3. Parcela Catastral
- Plano 4. Parcelario
- Plano 5. Topográfico
- Plano 6. Zona regable. Subunidades de Riego
- Plano 7. Sectores de Riego. Puntos de Alimentación
- Plano 8. Esquema Hidráulico General de la Red
- Plano 9. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 1
- Plano 10. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 2
- Plano 11. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 3

- Plano 12. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 4
- Plano 13. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 5
- Plano 14. Esquema Topológico de la Red
- Plano 15. Protecciones Pozo
- Plano 16. Marco de Plantación y Caballón
- Plano 17. Zanjas
- Plano 18. Cabezal de Riego. Esquema Hidráulico
- Plano 19. Cabezal de Riego. Equipamiento Hidráulico
- Plano 20. Ubicación y Distribución de la Instalación Fotovoltaica
- Plano 21. Esquema Unifilar de la Instalación Fotovoltaica
- Plano 22. Soportes de los Módulos Fotovoltaicos
- Plano 23. Ubicación y Dimensiones de la Estructura para el Proceso de Transformación
- Plano 24. Distribución en Planta de la Maquinaria
- Plano 25. Esquema Unifilar. Proceso de Transformación

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES

- Título I: Objeto y Alcance del Pliego
- Título II: Descripción de las Obras
- Título III: Pliego de Condiciones Generales
- Título IV: Pliego de Condiciones Particulares

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

- Mediciones y Presupuesto
- Cuadro de Mano de Obra
- Cuadro de Materiales
- Cuadro de Maquinaria
- Cuadro de Precios nº1
- Cuadro de Precios nº2
- Anejo Justificación de Precios
- Presupuesto

Presupuesto General

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Documento nº1: MEMORIA

“Proyecto de explotación para el cultivo y procesado de aloe vera en gel estabilizado en frío. T.m. denia, valencia”

Guillermo Caldentey García de Prado

Valencia, julio 2020

ÍNDICE

1. GENERALIDADES	1
1.1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.2. DATOS GENERALES.....	1
1.3. ANTECEDENTES	2
2. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES.....	3
2.1. TÉCNICOS.....	3
2.2. LEGALES.....	3
2.3. ADMINISTRATIVOS.....	4
3. DATOS PREVIOS	4
3.1. CARTOGRAFÍA BÁSICA.....	4
3.2. CLIMATOLOGÍA	4
3.3. OROGRAFÍA Y GEOLOGÍA.....	4
3.4. CALIDAD DEL AGUA A UTILIZAR	4
3.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.....	5
3.6. OBRAS EXISTENTES.....	5
3.6.1. SONDEO	5
3.6.2. EDIFICACIONES	5
3.7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	6
4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS	6
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE VEGETAL	6
4.2. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS DEL CULTIVO	7
4.3. JUSTIFICACIÓN MÉTODO DE CULTIVO	7
4.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO.....	8
4.4.1. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO	8
4.4.2. EMISORES	8
4.4.3. INTERVALO ENTRE RIEGOS Y DURACIÓN DEL RIEGO	8
4.4.4. CAUDALES TOTALES DEL SISTEMA Y SECTORIZACIÓN	9
4.4.5. SUBUNIDADES DE RIEGO.....	9
4.4.6. SECTORES DE RIEGO Y RED DE TRANSPORTE.....	10
4.4.7. EQUIPO DE IMPULSIÓN	12
4.4.8. CABEZAL DE RIEGO	13
4.5. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	13
4.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN.....	14
4.6.1. JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO DE PROCESAMIENTO	15
4.6.2. MAQUINARIA NECESARIA PARA EL PROCESO	16
4.6.3. CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	16
5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	17

5.1.	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y MOVIMIENTOS DE TIERRA.....	17
5.1.1.	LIMPIEZA Y DESBROCE SUPERFICIAL	18
5.1.2.	SUBSOLADO	18
5.1.3.	CONFORMADO DE CABALLONES.....	18
5.1.4.	EXCAVACIÓN EN ZANJAS	18
5.2.	INSTALACIÓN DE CONDUCCIONES.....	19
5.2.1.	COLOCACIÓN CAMA DE ARENA.....	19
5.2.2.	CONDUCCIONES	19
5.2.3.	VALVULERÍA Y PIEZAS ESPECIALES	20
5.2.4.	RELLENO DE ZANJAS	20
5.3.	CABEZAL DE RIEGO	21
5.3.1.	COLECTOR-TUBERÍA PRINCIPAL.....	21
5.3.2.	SISTEMA DE FILTRADO.....	21
5.3.3.	SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN	22
5.3.4.	SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	23
5.4.	EQUIPO DE IMPULSIÓN	24
5.4.1.	GRUPO DE IMPULSIÓN	24
5.4.2.	VALVULERÍA.....	24
5.5.	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	25
5.5.1.	GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	25
5.5.2.	INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN.....	27
5.6.	IMPLANTACIÓN DEL NUEVO MATERIAL VEGETAL	29
5.7.	INSTALACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	29
5.7.1.	MAQUINARIA.....	29
5.7.2.	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	30
5.8.	OBRAS NO DESCRITAS	32
6.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	32
7.	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN.....	32
8.	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	33
9.	FACTORES ECONÓMICOS DE LA OBRA	33
9.1.	PRECIOS UNITARIOS	33
9.2.	PRESUPUESTO DE LA OBRA.....	33
9.3.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL	33
10.	DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PRESENTE PROYECTO	34
11.	CONCLUSIONES	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. Diagrama de flujo de trabajo del proceso de transformación.....	16
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la especie vegetal.....	6
Tabla 2. Intervalo entre riegos y duración del riego para el cultivo del aloe en la parcela objeto de proyecto	8
Tabla 3. Subunidades de riego	9
Tabla 4. Premisas del cálculo de subunidades	10
Tabla 5. Principales características de los sectores de riego	11
Tabla 6. Parámetros de funcionamiento de la red de transporte	12
Tabla 7. Resumen medición red de transporte	19
Tabla 8. Resumen medición tuberías terciarias.....	20
Tabla 9. Resumen medición tuberías laterales	20
Tabla 10. Medición elementos que componen el cabezal de riego	21
Tabla 11. Principales características técnicas del sistema de filtrado	22
Tabla 12. Principales características técnicas del grupo de impulsión	24
Tabla 13. Principales parámetros del generador fotovoltaico	26
Tabla 14. Características técnicas de los módulos fotovoltaicos.....	26
Tabla 15. Características técnicas del variador de frecuencia	26
Tabla 16. Características inversor	27
Tabla 17. Canalizaciones y conductores de la instalación fotovoltaica	28
Tabla 18. Resumen maquinaria implicada en el proceso de transformación	29
Tabla 19. Resumen medición de circuitos en la instalación para el proceso de transformación	31

1. GENERALIDADES

Dénia es un municipio de 66,48 km² situado en la costa norte de la provincia de Alicante, se sitúa y es la capital de la comarca La Marina Alta. Su principal motor económico es el turismo, lo que provoca una rápida desaparición de las industrias y una acelerada urbanización.

La evolución demográfica del municipio ha tenido un cambio radical gracias al boom turístico de 1960, donde su población pasó de 12.185 habitantes en 1960, a 44.726 en 2016, siendo el 29,7% de la población de origen extranjero.

Los principales cultivos en la comarca son los cítricos, viña, olivo, almendro y apenas hortalizas, siendo el cultivo predominante el de los cítricos (48% sobre el total).

1.1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el cálculo y diseño de las obras e instalaciones necesarias para un cambio de cultivo al Aloe vera de una parcela agrícola, donde la energía necesaria para su riego se obtendrá mediante energía fotovoltaica. Además, se realizará el diseño del proceso de transformación, así como la instalación de baja tensión, necesaria para convertir la pulpa del material vegetal en gel estabilizado para su posterior venta.

El proyecto aborda el diseño agronómico del cultivo, el diseño de las subunidades y la red de transporte necesaria, el cálculo y dimensionado de los elementos de filtración y control, así como los necesarios para impulsar el agua de riego desde un pozo. Se realizará el dimensionado de un generador fotovoltaico capaz de suministrar la energía eléctrica consumida por el equipo de impulsión y la instalación eléctrica necesaria para su correcto funcionamiento. Para cerrar el ciclo productivo de la explotación, se diseña el proceso de transformación de la pulpa del cultivo en un gel estabilizado en frío para la venta a industrias cosméticas o farmacéuticas, así como la instalación eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de la maquinaria y la protección de las personas hacia ésta. Por último, se realiza la programación y ejecución de la obra y un análisis de viabilidad económica, además de los planos necesarios para la correcta ejecución de las obras, el presupuesto correspondiente y un estudio básico de seguridad y salud.

1.2. DATOS GENERALES

- Peticionario:

Se elabora el presente proyecto para la ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO RURAL de la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, como requisito para finalizar los estudios y obtener el título de Máster Universitario en Ingeniería Agronómica habilitante para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Agrónomo.

- Situación y localización:

La finca objeto de actuación está localizada en el Término Municipal de Dénia, en la comarca La Marina Alta. El emplazamiento de la finca se sitúa entre las carreteras CV-723 y CV-725, colindando por el Este

con la CV-724 y por el Sur con el Barranco de l'alter, tal y como se puede apreciar en el *Plano 1. Situación y Plano 2. Emplazamiento*.

- Emplazamiento catastral:

Las actuaciones proyectadas en el presente proyecto se ubican en el interior de la parcela catastral 03063A026000320000SQ. Esta parcela cuenta con 12 subparcelas catastrales de las cuales 6 se verán afectadas por la nueva implantación del cultivo.

En el *Anejo 1. Datos de Partida y Plano 3. Parcela Catastral* se puede observar con más detalle las características catastrales de la parcela.

- Superficie regable que abarca el proyecto:

La superficie total que abarcan las obras proyectadas en el presente proyecto es de 9,2 ha.

- Origen de las aguas de riego:

El agua de riego que se empleará para regar el cultivo se extraerá de un pozo presente en la finca.

- Volumen máximo anual: 250.000 m³
- Acuífero: 8.38 – PLANA GANDIA – DENIA

- Cultivo en la zona de proyecto:

- Cultivos leñosos:
 - Cítricos: 100 %; Marras 60 %

- Sistema de riego actual: Sistema tradicional, a manta

- Sistema de riego a implantar en la totalidad de la superficie regable: Sistema de riego a presión.
Riego localizado

1.3. ANTECEDENTES

La finca objeto de proyecto cuenta con pozo propio con un caudal disponible 250.000 m³ al año. La finca en la actualidad se encuentra en estado de semiabandono, dada la poca rentabilidad de la explotación.

Se proyecta la implantación del cultivo de *Aloe barbadensis* M. cultivo de menor requerimiento hídrico, menores requerimientos de labores culturales y que puede alcanzar un precio de venta en finca de 0,5-0,6 €/kg y de hasta 1,5 €/L en el caso de gel estabilizado en frío en puerta de fábrica.

La instalación necesaria para producir Aloe vera se llevará a cabo en una parcela de una superficie total de 101.253 m² y superficie útil de 92.232 m². Se trata de una parcela que se dedicó al cultivo de cítricos en regadío en el pasado y que no esta siendo explotada en la actualidad, está zorribada y cuenta con 3 pequeñas edificaciones en su interior que en el pasado daban lugar al cabezal de riego y al almacenamiento de maquinaria. Dando uso a estas edificaciones, se instalará en su interior la instalación de filtración y la maquinaria necesaria para extraer, transformar y estabilizar la pulpa de las hojas de *Aloe barbadensis* M. Además, se instalará en la cubierta de dos edificaciones los módulos fotovoltaicos para la generación de energía.

2. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES

2.1. TÉCNICOS

Serán planteados en los diferentes Anejos del presente proyecto, adoptando las soluciones más adecuadas para la resolución de los problemas.

2.2. LEGALES

Son específicos del presente proyecto los condicionantes legales y normativas de aplicación expuestos en el *Documento nº3. Pliego de Condiciones* y además, todos aquellos artículos que le afecten de la legislación siguiente:

- Real Decreto 1346/1976 de 9 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana
- Real Decreto 2159/1978 de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen de suelo y Ordenación Urbana
- Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje de la C.V. (LOTUP)
- Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico
- Decreto 162/1990 de 15 octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de 3 de marzo de Impacto Ambiental (D.G.O.V. no 1412)
- Ley 6/2014 de 25 de julio de prevención, calidad y control ambiental de actividades en la C.V
- Ley 5/2014 de 25 de Julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmosfera
- Real Decreto 849/1986 de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico

- Decreto 2414/1961 de 30 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de actividades molestas, insalubres nocivas y peligrosas (RAMINP)

2.3. ADMINISTRATIVOS

El Ayuntamiento de Dénia no presenta ninguna limitación que pueda afectar al desarrollo y ejecución del presente proyecto.

3. DATOS PREVIOS

3.1. CARTOGRAFÍA BÁSICA

La cartografía básica necesaria para la redacción del presente proyecto se ha obtenido del Instituto Geográfico Nacional, se ha empleado un Mapa Topográfico Nacional a escala 1.2500 (MTN 25000) y un Modelo Digital del Terreno con paso de malla a 2 m (MDT02).

Las hojas cartográficas empleadas han sido 0796-3, 0796-4, 0822-2 y 0823-1, ha escala 1.25000. En el *Plano 2. Emplazamiento* se puede observar con más detalle.

La cartografía referente a los polígonos que conforman la parcela se ha obtenido de la Sede Electrónica del Catastro.

3.2. CLIMATOLOGÍA

Según el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente, la clasificación según Papadakis de la parcela objeto de proyecto es Mediterráneo Marítimo.

Los datos climatológicos empleados en el diseño agronómico del presente proyecto se han obtenido de la estación meteorológica *Dénia-Cata* situada a 5,7 km de la parcela objeto de actuación. La temperatura media máxima se alcanza en el mes de agosto (31,2 °C) y la precipitación mínima en julio (17,1 mm/mes).

Esta clasificación se adecua a las necesidades climatológicas del cultivo, necesitando éste aportaciones hídricas extra varios meses al año, tal y como se detalla en el *Anejo 2. Diseño Agronómico*.

3.3. OROGRAFÍA Y GEOLOGÍA

La parcela objeto de proyecto se sitúa en lo que se conoce como la Plana de Dénia, compuesto por materiales cuaternarios de erosión y aluviales de gran fertilidad.

3.4. CALIDAD DEL AGUA A UTILIZAR

La calidad del agua del pozo ubicado en el interior de la parcela, y que será empleada para el riego del cultivo es media-alta y apta para el cultivo del Aloe vera. Según el análisis realizado tiene un valor de CE=0,961 ds/m.

En el *Anejo 1. Datos de Partida* se puede observar los resultados del análisis realizado.

3.5. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El terreno de la finca objeto de proyecto es de textura Franco-Arcillosa (USDA), pH moderadamente básico (8,2), normal en cuanto CE (0,82 ds/m), y de porcentaje medio de materia orgánica (2%).

En el *Anejo 1. Datos de Partida* se puede observar los resultados del análisis realizado.

3.6. OBRAS EXISTENTES

La finca objeto de estudio ha sido explotada con anterioridad para el cultivo de cítricos por lo que cuenta con estudio de sondeo y varias estructuras constructivas.

Aunque actualmente las estructuras que en el pasado daban cabida al cabezal de riego y cuarto de aperos están en desuso, siguen siendo funcionales y se aprovecharán en el presente proyecto.

3.6.1. SONDEO

Resultando un sondeo positivo en el momento de su realización se obtuvieron los siguientes resultados:

- Profundidad del sondeo: 20 m
- Caudal de explotación: 8 l/s

Según los análisis realizados el agua es apta para el cultivo de Aloe vera. Los resultados del mencionado análisis se pueden observar en el *Anejo 1. Datos de partida*.

3.6.2. EDIFICACIONES

Existen tres edificaciones estructuralmente funcionales en la finca objeto de proyecto. Se encuentran conectadas con los principales caminos de la finca y forman entre las tres una Masía típica del paisaje valenciano.

Cada una de ellas cuenta con una superficie en planta de 125 m², 42 m² y 95 m².

La de mayor superficie (125 m²) dará cabida al proceso de transformación de hojas de aloe en gel estabilizado en frío y en su cubierta se alojará parte de los módulos fotovoltaicos proyectados (20 módulos). En el *Anejo 6. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica* se asegura la integridad de la estructura debida a las cargas.

La de 42 m² alojará en su interior a los elementos que conforman el cabezal de riego, además será donde se alojarán las protecciones y elementos de control de la instalación fotovoltaica proyectada.

En la cubierta de la tercera estructura (42 m²) se alojarán el resto de módulos fotovoltaicos (20 unidades).

En el *Plano 20. Ubicación y Distribución de la Instalación Fotovoltaica* se puede apreciar las dimensiones y disposiciones de las tres edificaciones y de los módulos fotovoltaicos.

3.7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Según el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación de Impacto Ambiental, los proyectos que, según el artículo 1 del presente Real Decreto legislativo, hayan de someterse a evaluación de impacto ambiental deberán incluir un estudio de impacto ambiental, siendo los incluidos en el citado artículo:

- Las primeras repoblaciones forestales de más de 50 hectáreas, cuando entrañen riesgos de graves transformaciones ecológicas negativas
- Corta de arbolado con propósito de cambiar a otro tipo de uso del suelo, cuando no esté sometida a planes de ordenación y afecte a una superficie mayor de 20 hectáreas. No se incluye en este apartado la corta de cultivos arbóreos explotados a turno inferior a 50 años.
- Proyectos para destinar terrenos incultos o áreas seminaturales a la explotación agrícola intensiva, que impliquen la ocupación de una superficie mayor de 100 hectáreas o mayor de 50 hectáreas en el caso de terrenos en los que la pendiente media sea igual o superior a 20 por 100
- Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, con inclusión de proyectos de riego o de avenamientos de terrenos, cuando afecten a una superficie mayor de 100 hectáreas. No se incluyen los proyectos de consolidación y mejora de regadíos

→ Por tanto, la obra proyectada no se encuentra incluida en ninguno de los apartados de la citada Ley por lo que no está sometida a Evaluación de Impacto Ambiental.

4. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE VEGETAL

El nombre actual de la especie propuesta viene del griego; en árabe se llama “alloe”, que significa: “La sustancia amarga brillante”. La palabra “vera” viene del latín y significa: “verdad”. El nombre correcto aceptado actualmente es *Aloe vera* L. Burm. f.; sin embargo, la planta se ha conocido bajo diversos nombres como sábila, *Aloe vera*, *Aloe barbadensis* M. o penca sábila en las Islas Canarias.

Tabla 1. Taxonomía de la especie vegetal

Reino	Vegetal
División	<i>Embriophyta-siphonogama</i>
Subdivisión	<i>Angiosperma</i>
Clase	<i>Monocotiledonaceae</i>
Orden	<i>Lilifloras</i>
Familia	<i>Liliaceae</i>
Subfamilia	<i>Asphadeloideae</i>
Género	<i>Aloe</i>
Especie	<i>Aloe barbadensis</i> Miller

Se trata de una planta suculenta, perteneciente a la familia de las *Liliáceas*. Es una planta CAM que utiliza el Metabolismo Ácido de las Crasuláceas y almacena grandes volúmenes de agua en el tejido interior y adapta su fotosíntesis en función de las condiciones del entorno.

El Aloe contiene 23 aminoácidos esenciales para el ser humano, junto a su fácil adaptación al entorno resulta de interés para la comercialización como alimento vitamínico de altísima calidad. La molécula de referencia en el cultivo es el acemanano, un polisacárido mucilaginoso que se encuentra en la pulpa de la hoja de la planta. Está demostrada su eficacia como regenerador celular, su efecto favorable en el aparato digestivo o en el sistema inmunológico. La especie más utilizada comercialmente es *Aloe barbadensis* Miller dado que es la especie que más concentración de acemanano contiene. La aloína es otro compuesto importante que contiene las hojas de aloe, siendo interesante para las industrias farmacéuticas dada su naturaleza como potente laxante natural. En el presente proyecto, dado que el objetivo productivo no es el de generar productos laxantes, se tendrán las labores y mecanismos existentes para eliminar al máximo la concentración de aloína de las hojas de aloe.

4.2. EXIGENCIAS EDAFOCLIMÁTICAS DEL CULTIVO

Esta planta prefiere el terreno arenoso, soleado, cálido y con buen drenaje. Pero también tolera la sombra parcial y puede darse en interiores en climas más fríos.

El *Aloe vera* prefiere zonas con temperaturas medias anuales entre 8 y 15 °C, y con una precipitación media anual de entre 400-800 mm, De acuerdo con (García, 2002), la planta de aloe prefiere clima seco, con temperaturas entre 18 y 40 °C, precipitaciones anuales entre 400 a 2.500 mm y una humedad relativa de entre 65 a 85 %.

Sus exigencias lumínicas son elevadas y para un óptimo desarrollo del cultivo se han de proteger del viento. Dicho esto, una plantación de aloe se desarrollará correctamente bajo un clima cálido, luminosos y con temperaturas que no se acerquen a los 0°C.

Hay que destacar que el aloe es capaz de tolerar las temperaturas de hasta 45°C. Por el contrario, son muy sensibles al frío, si sus hojas se llegaran a congelar éstas cogerán un color rojizo, al igual que cuando se le expone a una excesiva radiación solar.

4.3. JUSTIFICACIÓN MÉTODO DE CULTIVO

En la actualidad son muchas las densidades de plantación que obtienen buenos rendimientos, optimizando las labores de cultivo y obteniendo tamaños de hoja eficientes para el proceso industrial. Éstos van desde 2.500 plantas por hectárea hasta 20.000 plantas por hectárea dependiendo de las condiciones edafoclimáticas. El marco de plantación más usado es de 1 x 0,8m, 1m de pasillo y 0.8m entre plantas, es decir, una densidad de plantación de 12.500 plantas por hectárea.

Según un estudio realizado en 2005, se constata que el rendimiento de gel aumenta al disminuir las distancias de plantación entre hileras, por el contrario, el número de hijos por planta disminuye al disminuir las distancias entre hileras. En el mismo estudio se constata que la densidad óptima de plantación es de 1 x 0,55 m (18.181 plantas por hectárea).

En el presente proyecto se opta por un marco intermedio, de filas dobles sobre caballón de 0,6 x 1,35 m (12.345 plantas por hectárea).

Se puede consultar el *Anejo 2. Diseño Agronómico* y el *Plano 16. Marco de Plantación y Caballón* para más detalle.

4.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO

4.4.1. NECESIDADES TOTALES DE RIEGO

Las necesidades totales de riego corrigen las pérdidas de agua ocasionadas por infiltración profunda, por salinidad y por la uniformidad de riego. El cultivo sólo requerirá aporte hídrico durante los meses de mayo, junio y julio.

Las necesidades totales de riego para el mes de máximas necesidades son:

$$NT_R = 0,45 \text{ l/día y planta} = 0,55 \text{ l/m}^2 \text{ y día}$$

Los cálculos se detallan en el *Anejo 2. Diseño agronómico*.

4.4.2. EMISORES

Se empleará un gotero autocompensante, su disposición será de un gotero por planta. Se elige esta opción debido a:

- Los pocos requerimientos hídricos del cultivo (0,45 litros/planta y día, en el momento de máxima demanda).
- La rentabilidad del cultivo permite disponer de un gotero por planta.

En el *Anejo 2. Diseño Agronómico* se estudian los bulbos húmedos generados por distintos emisores de distinto caudal. Se concluye que la mejor opción será una línea de goteros por planta a una distancia de 0,6m y de caudal nominal 1,05 l/h.

4.4.3. INTERVALO ENTRE RIEGOS Y DURACIÓN DEL RIEGO

Una vez seleccionado el caudal del emisor, su disposición en campo y conocidas las necesidades totales de riego, se procede a determinar el intervalo entre riegos y por ende la duración de los mismo.

Los cálculos se pueden observar en el *Anejo 2. Diseño Agronómico*.

Tabla 2. Intervalo entre riegos y duración del riego para el cultivo del aloe en la parcela objeto de proyecto

Mes	NT _r (l/día y planta)	Riegos por semana	Intervalo entre riegos	Tiempo de riego (h)	Tiempo de riego mensual (h)
Mayo	0,36	2,00	3,50	1,19	10,5
Junio	0,25	2,00	3,50	0,84	7,2
Julio	0,45	3,00	2,33	1,26	13,4
				Total	31,1

4.4.4. CAUDALES TOTALES DEL SISTEMA Y SECTORIZACIÓN

Determinado el marco de plantación, caudal del emisor y disposición de éstos en campo, se procede a conocer el caudal total del sistema, para posteriormente compararlo con el caudal disponible del pozo y poder proceder a la sectorización de la finca.

Siendo el caudal total del sistema:

$$Q_s = 119,34 \text{ m}^3/\text{h}$$

Según la consulta realizada a la Confederación Hidrográfica del Júcar, el caudal disponible del pozo situado en el interior de la parcela es de 250.000 m³/año (28,89 m³/h).

Por tanto, conocido el caudal total que demanda el sistema y el caudal disponible en el pozo del que dispone la finca, será necesario la creación de 5 sectores.

En el *Anejo 2. Diseño Agronómico* y en el *Plano 7. Sectores de Riego* se puede observar los cálculos detallados y la disposición de los sectores.

4.4.5. SUBUNIDADES DE RIEGO

Una vez efectuado el diseño agronómico, determinado el caudal por emisor, número de emisores por planta, separación entre emisores y disposición de laterales respecto de las filas de las plantas, se puede proceder al diseño y dimensionado de las subunidades de riego.

La finca objeto de proyecto se divide en subunidades de riego atendiendo a la geometría del terreno, tratando de disponer los laterales a favor de la pendiente dominante, evitando que los laterales y terciarias alcancen longitudes mayores a 150 y 95 m respectivamente y tratando de facilitar las futuras labores del cultivo.

Se concluye con 12 subunidades de riego, sus principales características se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Subunidades de riego

Subunidad	Superficie (m ²)
1	5.447 m ²
2	8.897 m ²
3	5.534,5 m ²
4	8.660 m ²
5	7.798,7 m ²
6	6.050,2 m ²
7	6.035 m ²
8	8.375,16 m ²
9	8.342,64 m ²
10	9.597,32 m ²
11	3.280,22 m ²
12	14.049 m ²

En el *Plano 6. Zona Regable. Subunidades de Riego* se puede observar la distribución de las mencionadas subunidades de riego.

4.4.5.1. DISEÑO DE LAS SUBUNIDADES DE RIEGO

Se ha empleado el programa DIMSUB para el dimensionado de subunidades. Los cálculos se pueden observar en el *Anejo 3. Diseño de Subunidades*.

Los laterales empleados serán de polietileno de baja densidad, autocompensantes integrados en un lateral de diámetro nominal de 12 mm y rango de trabajo entre 0,75 – 3,5 bares. Las tuberías terciarias serán de PE 100 UNE EN 12201, PN 6 bares.

Las premisas de cálculo empleadas en el dimensionado de subunidades son:

Tabla 4. Premisas del cálculo de subunidades

Premisas de cálculo			
Uniformidad de emisión (UE)	0,9	Coefficiente variación (CV)	7 %
Longitud equivalente (mle)	0,23	Temperatura de cálculo (°C)	20
Separación entre emisores (m)	0,6	Emisores por planta	1
Diámetro interno lateral (mm)	10,4	Coefficiente mayorante (K _m)	1,2
Máxima variación de presión admisible (m.c.a.)	5		
Material terciaria	PE 100 UNE EN 12201		

Se dimensiona con una máxima diferencia de presión admisible en la subunidad de 5 m.c.a. La pérdida de carga generada en laterales y terciarias se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula, fórmula modificada a partir de la de *Darcy-Weisbach*:

Para las pérdidas de carga localizadas se estiman los siguientes valores:

- Coeficiente mayorante (K_m): 1,2
- Longitud equivalente (L_e): 0,23 m

4.4.6. SECTORES DE RIEGO Y RED DE TRANSPORTE

Tras definir las subunidades de riego se procede a la configuración de los sectores de riego, tratando de crear sectores de características hidráulicas lo más parecidas posibles. El resultado se muestra en la siguiente tabla y su cálculo se detalla en el *Anejo 3. Diseño de Subunidades*.

Tabla 5. Principales características de los sectores de riego

Sector	Caudal sector (l/s)	Presión requerida (m.c.a.)
1	4,66	15,00
		14,92
2	5,55	13,53
		14,86
		14,93
3	7,43	14,98
		14,98
		14,97
4	6,01	14,97
		14,96
		14,81
5	4,52	15,00

El tipo de red a dimensionar será una red automatizada desde el cabezal. El agua será impulsada desde pozo hasta el cabezal de riego donde será acondicionada y posteriormente distribuida a cada sector de manera independiente y automatizada.

El trazado de la red de transporte sigue en la medida de lo posible los márgenes de los caminos y lindes. Serán de material PVC y cumplirán lo definido por la norma UNE EN 1452. Además, se proyecta la instalación del trazado en zanjas de 800mm de profundidad. Por otro lado, para optimizar la apertura de zanjas existirán tramos que compartirán la misma zanja.

En el *Plano 8. Planta General de la Red* se puede apreciar un esquema general de la red de transporte, los planos *9, 10, 11 y 12* detallan los tramos de cada sector de riego.

4.4.6.1. DISEÑO DE LA RED DE TRANSPORTE

El dimensionado de la red de transporte se desarrolla en el *Anejo 4. Red de transporte*. Se ha empleado el criterio de optimización técnico-económica, método que tiene en cuenta los costes energéticos y de amortización para determinar los diámetros y timbrajes, así como la presión requerida en origen.

Se ha utilizado el recurso informático RGW2020 para el dimensionado de la red, empleando el método técnico-económico y las siguientes premisas de cálculo:

Tabla 6. Parámetros de funcionamiento de la red de transporte

PARÁMETROS FUNCIONAMIENTO RED	
Número de líneas	16
Temperatura de cálculo (°C)	20
Coefficiente mayorante (k_m)	1,1
Cota inicio red (m s.n.m.)	14,6
Pérdidas de carga filtrado (m.c.a.)	8
Velocidad máxima (m/s)	1,5
Velocidad mínima (m/s)	0,5
Material Red	PVC-U
Rugosidad PVC-U (mm)	0,02
Tiempo de riego por sector (h)	1,20
Jornada Efectiva de riego (JER) (h)	11,5
Alimentación Red	Grupo de bombeo
Incremento coste anual energía (%)	2,5
Coste potencia (€/kW)	Horas Valle 0,009
Tiempo funcionamiento estimado de instalación (h)	155,3
Pago Anual Unificado Equivalente (PAUE) (€/kWh)	0,072
Rendimiento estimado de la bomba (%)	70

Se puede consultar con más detalle el *Anejo 4. Diseño y Cálculo de la Red de transporte* y el *Plano 8. Planta General de la Red, Plano 9. Esquema Hidráulico Sector 1, Plano 10. Esquema Hidráulico Sector 2, Plano 11. Esquema Hidráulico Sector 3, Plano 12. Esquema Hidráulico Sector 4, Plano 13. Esquema Hidráulico Sector 5.*

4.4.7. EQUIPO DE IMPULSIÓN

Al ser necesaria la extracción del agua desde pozo, será necesaria la instalación de un grupo de bombeo de tipo sumergible para aguas subterráneas. La bomba proyectada es sumergible de eje vertical y centrífuga. La ubicación del pozo se puede observar en el *Plano 4. Zona Regable. Subunidades de Riego*. Se suministrará la energía consumida por la bomba mediante un generador fotovoltaico, sus características se detallan más adelante.

La bomba sumergible de una potencia de 7,5 kW, capaz de suministrar una presión máxima de 80 m.c.a. y un caudal de 10,5 l/s. La bomba elegida es capaz de suministrar el agua en las condiciones de presión y caudal requeridas para cada sector de riego, trabajando para ello con un rendimiento 65,6 y 74%.

En el apartado 6.2. *Equipo de Impulsión* de el *Anejo 4. Cálculo y Dimensionado de la Red de Transporte* se justifica su elección.

4.4.7.1. ANÁLISIS DE LA RED DE RIEGO

Una vez dimensionada la red de transporte, conocidas las presiones y caudales necesarios para cada sector de riego y seleccionado el grupo de bombeo, se procede a estudiar el comportamiento de la red diseñada mediante el programa EPANET 2.0.

Como se exige que la bomba tenga distintos puntos de trabajo (uno por sector de riego), se empleará un variador de frecuencia que permita ajustar la velocidad de giro de la bomba a las necesidades de cada sector de riego. Además, el variador de frecuencia formará parte al mismo tiempo de la instalación fotovoltaica.

Adecuados los parámetros hidráulicos y de funcionamiento de la red, se procede a ajustar la velocidad de giro del variador de frecuencia para acercarse al máximo las presiones generadas con las presiones requeridas en los nudos (conexiones a subunidades). Para obtener un dimensionado desde el lado de la seguridad se configuran las velocidades para obtener una presión ligeramente superior a la requerida en cada nudo. Como mínimo se garantizan 15 m.c.a. en cada nudo de consumo.

4.4.7.2. PROTECCIÓN Y CONTROL DEL EQUIPO DE IMPULSIÓN

Se han previsto todos los elementos de protección y control que garanticen el correcto funcionamiento del equipo de impulsión y la protección de la integridad del propio equipo de impulsión y la red de riego.

Se puede consultar el *apartado 8. Protección y Control del equipo de impulsión* de el *Anejo 5. Diseño y Dimensionado de la Red de Transporte* y el *Plano 15. Protecciones Pozo*.

4.4.8. CABEZAL DE RIEGO

Se hace imprescindible la instalación de equipos de adecuación y control del agua de riego para un óptimo funcionamiento y correcto mantenimiento de la instalación de riego por goteo proyectada.

Se proyecta la instalación de un sistema de filtración, un sistema de fertirrigación y sistemas de protección y control, además del colector necesario para dar continuidad a la red de riego y los elementos necesarios para la medición de caudal.

El cabezal de riego se alojará en una estructura existente de 42 m², cuya ubicación se puede observar en el *Plano 4. Parcelario*.

Se dimensiona el cabezal de riego con un caudal de diseño 7,44 l/s, correspondiente al caudal máximo (sector 3).

El dimensionado del cabezal de riego se puede observar en el *Anejo 5. Cabezal de Riego y Elementos de Control*.

4.5. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para dar solución a la energía eléctrica demandada debida al equipo de impulsión proyectado, se propone la proyección de una instalación fotovoltaica.

Se plantearon tres alternativas:

- Una instal·lació fotovoltaica aislada a la red
- Una instal·lació fotovoltaica de generació interconnectada a red
- Una instal·lació fotovoltaica de autoconsumo con excedentes

La instal·lació fotovoltaica aislada a la red supone una instal·lació sencilla, sin acumulació de energía y donde la energía generada sería consumida directamente por el equipo de impulsión durante los meses de riego (mayo, junio y julio), el resto del año la energía generada se perdería.

Por otro lado, la instal·lació fotovoltaica de generació interconnectada a red tampoco incluiría elementos de acumulació, pero supone la capacidad, por parte del promotor de la empresa (finca), de percibir ingresos económicos por la inyección de excedentes de energía. La empresa distribuidora comunicará el punto de conexión, trámite generalmente complicado pero posible.

La alternativa de proyectar una instal·lació de autoconsumo con excedentes no se plantea dado que según el RD244/2019 se establece que el costo de la energía que se produzca con fuentes renovables se resta del costo del consumo de energía durante el mismo mes, es decir, si existen excedentes con un costo mayor al del consumo la energía se 'regalaría' a la empresa distribuidora Tal y como se muestra en el apartado 7. *Producción Anual Esperada y Estimación de Excedentes Energéticos del Anejo 6. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica* los excedentes energéticos superan con creces a los consumos.

Por lo expuesto se adopta la solución de proyectar una instal·lació fotovoltaica de generació interconnectada a red, dado que aportaría una mayor rentabilidad a la finca empleando los recursos existentes.

La instal·lació se dimensiona para generar una potencia pico 12,6 kW y suplir plenamente los requerimientos energéticos de el receptor a alimentar (grupo de impulsión). Consultada la ITC-BT-40. *Instalaciones Generadoras de Baja Tensión*, se solicitará a la empresa distribuidora un punto de conexión y se inscribirá al propietario de la finca como productor de energía, pudiéndose recibir ingresos económicos por venta de energía durante los meses que no riegue. Los precios de venta del kWh variarán según lo marque el OMIE (Operador de Mercado Eléctrico Designado).

En el *Anejo 6. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica*, se realiza el dimensionamiento de la instal·lació, así como en el *Anejo 7. Instalación de Baja Tensión para la Instalación Fotovoltaica* se determinan los conductores y protecciones necesarios para satisfacer los requisitos impuestos por el IDEA y el REBT.

4.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Para cerrar el ciclo productivo del aloe, transformándolo en un gel estabilizado en frío y comercializarlo, se realiza el diseño de transformación necesario.

El proceso tomará lugar en una nave actualmente existente, se trata de una edificación cercana al cabezal de riego que en el pasado se utilizaba para guardar maquinaria agrícola y que en la actualidad está en desuso, que cuenta con una superficie útil para el proceso de 125 m².

Según las estimaciones realizadas el umbral de rentabilidad a puerta de finca incluyendo la recolección es de 0,21-0,25 euros. Siendo un precio medio de compra al productor en puerta de finca de 0,55-0,6 euros por kilo. Sin embargo, en ventas de gel estabilizado en frío para industrias, el precio pagado

puede alcanzar los 2 euros por litro, en el presente proyecto se estimará un precio más conservador de 1,5 €/l.

Por tanto, en el presente proyecto se diseña la maquinaria necesaria y la instalación de baja tensión adecuada para que el promotor del proyecto pueda cerrar el ciclo de producción en la finca y obtener así una mayor rentabilidad económica.

4.6.1. JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO DE PROCESAMIENTO

Existen varias formas de extraer el gel del interior de las hojas de aloe, en función del proceso empleado se obtendrá un gel de mayor o menor cantidad.

El “Método tradicional” se basa en cortar la base de la hoja, que es de color blanquecino, aproximadamente a 2,5 cm de la base de la planta. También se corta el extremo apical, a unos 5 cm del extremo. Por último, se cortan los bordes de las hojas de forma que se eliminan las espinas. Una vez realizados los tres cortes de limpieza, se retira la corteza del haz y envés y se obtiene el “filete” de pulpa limpio. Por último, se homogeniza la producción obtenida y se filtra.

El “Método de hoja entera” es aquel en el que se retira la base y el ápice de la hoja, seguidamente se cortan las hojas en secciones transversales y estas porciones de hojas se tratan con enzimas tipo celulasas, las cuales rompen la estructura de las paredes celulares del filete, liberando los elementos que lo constituyen. Posteriormente se separa por filtración mecánica la corteza y el jugo/gel seguido de un tratamiento con carbón activo para eliminar los restos de aloína residual finalizando se homogeniza la producción obtenida y se filtra.

El diseño del proceso de transformación del presente proyecto seguirá el método tradicional, diferenciándose las siguientes etapas:

- Recepción de hojas
- Selección de hojas
- Lavado de hojas
- Pelado de hojas para extracción de pulpa
- Triturado y homogenizado
- Filtrado
- Tratamiento de frío
- Almacenamiento gel estabilizado

Una vez obtenido el gel estabilizado se almacena en depósitos de regulación hasta el momento de su venta, momento que se trasegará a envases Bag In Box de 1000 L de capacidad para su venta a industrias cosméticas o farmacéuticas.

En la siguiente figura se muestra el flujo de trabajo de la procesadora proyectada.



Figura 1. Diagrama de flujo de trabajo del proceso de transformación

Todas las fases del proceso de transformación se realizarán en el interior de la edificación destinada para ello en el presente proyecto.

En el *Anejo 9. Ingeniería del Proceso* se detalla con más detalle el proceso de transformación.

4.6.2. MAQUINARIA NECESARIA PARA EL PROCESO

Se proyecta la instalación de toda la maquinaria necesaria para la limpieza, fileteado (separación de la pulpa de la epidermis), homogenizado, filtrado, enfriamiento, almacenamiento y acondicionamiento para su venta.

Las características de la maquinaria se pueden observar en el *Anejo 10. Maquinaria Implicada en el Proceso de Transformación*.

Del mismo modo en el *Anejo 11. Instalación de Baja Tensión Para el Proceso de Transformación*. Se detallan las conducciones y protecciones necesarias para el correcto funcionamiento y protección de los equipos y de las personas hacia la instalación

4.6.3. CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

El funcionamiento del proceso de transformación se realizará dos semanas al mes, alternadas entre ellas y dedicando la semana posterior a la de procesado a: limpieza, gestión de analíticas, desinfección y trasegado de producto. Es decir, se procesará la primera semana del mes, la segunda se dedicará a limpieza, mantenimiento y analíticas, la tercera se volverá a procesar y en la cuarta se volverá a realizar las tareas de limpieza, mantenimiento y analíticas.

Además, se dedicará los viernes de las semanas de proceso a la limpieza de maquinaria.

En el proceso productivo diseñado, el “cuello de botella” se debe a la máquina filetadora. Según fabricantes su rendimiento es de 800 kg/h, que equivale a 1.142 hojas/h (0,7 kg/hoja). Sin embargo, según productores el rendimiento real es ligeramente superior, siendo en una jornada normal de 8 h el rendimiento habitual de 1.000 kg/h (1428 hojas/h).

Por tanto, procesando dos semanas al mes, en turnos únicos de 8 h, con 3 operarios la capacidad productiva es:

$$1.000 \frac{kg}{h} \times 8 \frac{h}{día} \times 4 \frac{días}{semana} \times 2 \frac{semanas}{mes} = 64.000 \frac{kg}{mes}$$

Lo que equivale a una capacidad anual de 768.000 kg y por ende una producción de gel estabilizado de 384.000 L (rendimiento Kilo Aloe – Litro estabilizado de 2:1).

Según la estimación calculada en el *Anejo 13. Análisis Económico de la Inversión*, la producción anual de materia prima (Aloe vera) es de 715.516,2 kg, producción que justifica la capacidad productiva del diseño de transformación proyectado.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras reflejadas en el presente proyecto son las necesarias para la explotación del cultivo y el procesamiento de Aloe vera en un gel estabilizado en frío en una explotación perteneciente al Término Municipal de Dénia, Alicante.

Como consecuencia de las soluciones adoptadas, para alcanzar los objetivos planteados en el presente proyecto, y anteriormente expuestos, las obras que comprende pueden clasificarse en las siguientes:

- Acondicionamiento del terreno y movimientos de tierra
- Instalación de conducciones
- Cabezal de riego
- Equipo de impulsión
- Instalación fotovoltaica
- Implantación del nuevo material vegetal
- Instalación del proceso de transformación

5.1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

Previo a la implantación del nuevo cultivo y la disposición en campo de la nueva red de riego se hace necesario el acondicionamiento del terreno para dar comienzo a las obras e instalar las nuevas conducciones. En el *Anejo 8. Actuaciones previas a la plantación* se reflejan las actuaciones con más detalle.

El acondicionamiento del terreno y movimientos de tierra se divide en:

- Limpieza y desbroce superficial
- Subsulado
- Conformado de caballones
- Excavación en zanjas

5.1.1. LIMPIEZA Y DESBROCE SUPERFICIAL

Se comenzará con el talado de los restos de cítricos que queden en la parcela, para ello se empleará una pala cargadora que arrancará los troncos de los cítricos.

Posteriormente se pasará una desbrozadora de martillos como apero suspendido de un tractor agrícola (o pala cargadora), apero encargado en desmenuzar los restos de materia orgánica que encuentre en su camino. Aquellos troncos que se prevean demasiado grandes para la desbrozadora empleada serán picados manualmente con motosierra por un operario.

La superficie total a limpiar/desbrozar es de 9,2 ha.

5.1.2. SUBSOLADO

Posteriormente se realiza un subsolado de hasta 15 cm de profundidad mediante apero arrastrado por tractor agrícola. Esta operación trata de facilitar el crecimiento radicular del nuevo cultivo (y por tanto mejorar el crecimiento integral del nuevo cultivo) al romper las distintas capas del suelo. De esta forma se mejoran las capacidades de aireación y permeabilización del terreno, además de desenterrar posibles restos de tuberías agrícolas empleadas en el anterior cultivo.

La superficie total a subsolar es de 9,2 ha.

5.1.3. CONFORMADO DE CABALLONES

Para la conformación de estos se empleará un apero acaballador arrastrado por tractor agrícola.

En cada caballón se implantarán dos líneas de cultivo. Las dimensiones del caballón proyectado son:

- Base del caballón: 170 cm
- Altura del caballón: 40 cm
- Plano superior del caballón: 125 cm

La superficie total a acaballar es de 5,7 ha.

En el *Anejo 2. Diseño agronómico* se puede consultar con más detalle la elección del presente caballón. En el *Plano 16. Marco de Plantación y Caballón* se puede apreciar con más detalles las características del caballón.

5.1.4. EXCAVACIÓN EN ZANJAS

Para la colocación de las conducciones se prevé la apertura de zanjas de sección rectangular de ancho variable en función del diámetro de la tubería y de profundidad no inferior a 0,79 m desde la generatriz superior de la tubería a la cota del terreno. Las características de las zanjas proyectadas se pueden consultar en el *Anejo 8. Actuaciones Previas a la plantación* y en el *Plano 17. Zanjas*.

Para toda la obra proyectada se clasifica el terreno como blando o disgregado. El análisis de suelo realizado se puede observar en el *Anejo 1. Datos de Partida*.

Los volúmenes totales de excavación serán:

Volumen de excavación:	466,8 m ³
Volumen cama de arena:	59,09 m ³
Volumen relleno tierras propias:	365,19 m ³
Excedente relleno tierras propias:	148,29 m ³

Siendo los rendimientos medios esperados para excavación en zanja mecánica de 140 m³/jornada.

5.2. INSTALACIÓN DE CONDUCCIONES

Las obras necesarias para la instalación de las conducciones de la red de transporte y de las subunidades de riego se dividen en:

- Colocación de la cama de arena
- Conducciones
- Valvulería y piezas especiales
- Relleno de Zanjas

5.2.1. COLOCACIÓN CAMA DE ARENA

Se proyecta, en el total de la longitud de las conducciones de la red de transporte, que éstas se apoyen sobre material granular compactado y extendido para la formación de cama de arena en la zanja, alcanzando un espesor mínimo de 10 centímetros.

El volumen total de cama de arena necesario se puede ver en el apartado 5.1. *Acondicionamiento del Terreno y Movimientos de Tierra*.

5.2.2. CONDUCCIONES

Las conducciones proyectadas se clasifican en:

- Conducciones de la Red de Transporte
- Conducciones Terciarias y Laterales de Riego

5.2.2.1. Conducciones de la Red de Transporte

Las conducciones a emplear en la red de transporte, red que conectará el equipo de impulsión con el cabezal de riego y llegará hasta el punto de alimentación de cada subunidad, serán de material PVC, con unión elástica, PN 0,6-1 MPa y cumplirán con la norma UNE EN 1452.

Tabla 7. Resumen medición red de transporte

DN	PN (MPa)	Material tuberías	L (m)
40,0	1,00	PVC	3,02
50,0	1,00	PVC	75,63
63,0	0,60	PVC	201,33
75,0	0,60	PVC	744,23
90,0	0,60	PVC	878,06

En el *Anejo 4. Cálculo y Dimensionado de la Red de Transporte* se adjunta el proceso de cálculo.

5.2.2.2. *Conducciones Terciarias y Laterales de Riego*

Las conducciones a emplear en las terciarias serán de PE 100, PN 10 y cumplirán la norma UNE EN 12201. Por otra parte, los laterales serán PEBD 12 mm, con emisores autocompensantes insertados cada 60 cm con un rango de presiones de 7,5 a 35 m.c.a.

Tabla 8. Resumen medición tuberías terciarias

DN (mm)	Material tuberías	L (m)
32	PE 100 UNE EN 12201	245,85
40	PE 100 UNE EN 12202	361,22
50	PE 100 UNE EN 12203	281,73
63	PE 100 UNE EN 12204	71,66
75	PE 100 UNE EN 12205	60,15

Tabla 9. Resumen medición tuberías laterales

DN (mm)	Material tuberías	L (m)
12	PEBD autocompensante	68359

5.2.3. VALVULERÍA Y PIEZAS ESPECIALES

La pormenorización de las piezas especiales empleadas para la correcta colocación de las tuberías no son objeto del presente proyecto.

La valvulería empleada para seccionar en caso de avería y proteger la red se divide en:

- Válvulas de paso
- Ventosas

5.2.3.1. *Válvulas de paso*

Serán de compuerta PN-10 según diámetro. Todas ellas conformadas en fundición, con ejes de acero inoxidable y juntas plásticas.

Se dispondrán al comienzo de cada subunidad de riego, asegurando un buen servicio, aún cuando aparezcan roturas o averías en algún tramo de la red.

5.2.3.2. *Ventosas*

Las ventosas se instalarán en aquellas localizaciones donde sea previsible la acumulación de aire en el interior de las conducciones.

Las ventosas que se colocarán estarán en función del diámetro de la conducción a la que protegen. Serán automáticas y de doble propósito como mínimo.

5.2.4. RELLENO DE ZANJAS

El relleno de las zanjas, tras la colocación de las tuberías de la red de transporte, se realizará de dos formas diferenciadas. La primera, y en contacto con la conducción, por medio del relleno manual con material seleccionado de excavación. La segunda, que comprenderá hasta el tapado con el material ordinario de excavación, se hará por medios mecánicos.

Las características de las zanjas proyectadas se muestran en el *Anejo 8. Actuaciones Previas a la plantación* y en el *Plano 17. Zanjas*.

5.3. CABEZAL DE RIEGO

Con el objetivo de asegurar un correcto aporte de las dosis de riego y de proteger tanto los elementos de distribución como el propio cabezal, tal y como se justifica en el *Anejo 5. Cabezal de Riego y Elementos de Control*, se ha proyectado la instalación de:

- Colector – Tubería principal
- Sistema de filtrado
- Sistema de fertirrigación
- Sistemas de control y automatización

En la siguiente tabla se resumen los elementos que componen el cabezal de riego proyectado:

Tabla 10. Medición elementos que componen el cabezal de riego

Elemento / Valvulería	Tipo	Unidades	DN
Filtro de malla automático	Mini Sigma	1	4"
Soplador		1	0,75 (kW)
Inyector de fertilizante	DOSTEC 40 (Pistón)	1	
Autómata	NMC Junior	1	
Contador	Woltmann	1	1 ½"
Electroválvula	2 vías	3	2 ½"
Electroválvula	2 vías	2	3"
Manómetro	Glicerina	3	
Válvula compuerta	Asiento elástico	2	4"
Válvula de esfera		6	1 ¼"
Ventosa	Triple propósito	6	¾"

Tanto los componentes del cabezal de riego como su dimensionado han sido descritos en el *Anejo 5. Cabezal de Riego y Elementos de Control*. La distribución de los elementos se puede observar en el *Plano 18. Cabezal de Riego. Esquema Hidráulico* y en el *Plano 19. Cabezal de Riego. Equipamiento Hidráulico*.

5.3.1. COLECTOR-TUBERÍA PRINCIPAL

El material a emplear para las uniones entre los distintos elementos será una tubería de 4 ", PVC-U, PN 1 MPa con el fin de proteger frente a fenómenos transitorios locales.

5.3.2. SISTEMA DE FILTRADO

Para prevenir la obturación de los emisores u otros elementos de la red de riego se proyecta la instalación de un sistema de filtrado de mallas automático. Se justifica la elección de este tipo de filtración dado el escaso mantenimiento que conlleva, su fácil instalación y su eficaz retención de sólidos orgánicos en suspensión.

El agua de riego proviene de pozo y según el análisis realizado se clasifica como de calidad buena-alta. Se dimensiona un sistema de filtrado para realizar un grado de filtración de 130 mesh, de carcasa de poliamida reforzada y mallas de alambre de tejido moldeado.

Las principales características técnicas del equipo de filtrado son las siguientes:

Tabla 11. Principales características técnicas del sistema de filtrado

Características técnicas del sistema de filtrado	
Q max. (130 micrones) en agua de calidad media	80 m ³ /h
Presión de operación mínima durante limpieza	1,5 bar
Presión de operación máxima	8 bar
Superficie de filtración	2.400 cm ²
Diámetros entrada-salida	4" (100mm) Brida Vic/Universal

5.3.3. SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN

Para la correcta dosificación de productos que mejoren el rendimiento del cultivo, y autorizados por el REGLAMENTO 834/2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, se proyecta la instalación de:

- Depósitos fertilizantes
- Inyector de fertilizante

5.3.3.1. Depósitos para fertilizante

Se instalarán 2 depósitos fertilizantes troncocónico, de 500 l de capacidad para diluir los abonos orgánicos necesarios para el cultivo en la concentración determinada.

Para la inyección de ácido en la instalación y realizar su limpieza y mantenimiento, se instalará un depósito de 250 l de capacidad y una bomba inyectora de ácido.

Para evitar la precipitación y facilitar la dilución de fertilizantes se instalará un soplador de 1CV.

5.3.3.2. Inyector de fertilizante

Para la inyección de los fertilizantes en la red a presión se proyecta la instalación de una bomba dosificadora de pistón capaz de inyectar 250 l/h a una presión de 45 m.c.a. con un pistón tipo 60-AP34-P77M.

Las características técnicas del inyector de fertilizante son las siguientes:

Características técnicas del inyector de fertilizante			
Motor	0,37 kW	Diámetro pistón	77 mm
Carrera pistón	15 mm	Protección	IP-55
Diámetro conexión	¾"	Conexión eléctrica	230V / 50 Hz

5.3.4. SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, se proyecta la instalación de dispositivos de maniobra, control, regulación y protección, los cuales se describen brevemente en los siguientes apartados.

5.3.4.1. *Automatización*

Para controlar la apertura y cierre de las electroválvulas, el lavado automático del equipo de filtrado, la medición de caudales y el control de CE y pH, se proyecta la instalación de un programador de riego de hasta 11 entradas.

5.3.4.2. *Elementos de medición*

Para llevar a cabo un control sobre el caudal que se está aportando a la red, o ayudar a detectar roturas o fugas de la instalación, se proyecta la instalación de un contador tipo *Woltmann* de 1 ½", de material del cuerpo de fundición dúctil con revestimiento epoxi.

5.3.4.3. *Valvulería de maniobra de funcionamiento automático*

Al haberse dimensionado una instalación de riego organizada por turnos y automatizada desde el cabezal, se necesitan elementos de maniobra automáticos que faciliten la tarea de apertura y cierre de válvulas. Para ellos se proyecta la instalación de 5 electroválvulas: 3 electroválvulas 2 ½" y 2 electroválvulas de 3".

5.3.4.4. *Manómetros*

Son necesarios manómetros de glicerina para poder medir la presión en puntos clave del cabezal y asegurar así el correcto funcionamiento de la instalación.

Se proyecta la instalación de 3 manómetros de glicerina PN 6 atm.

5.3.4.5. *Válvulas de corte o maniobra*

Para el aislamiento de tramos de tubería o simplemente la apertura o cierre, se proyecta la instalación de:

- 2 válvulas de compuerta DN 4" PN 10 de fundición dúctil y unión mediante bridas
- 6 válvulas de bola DN 1 ¼" PN 25, de cuerpo en latón y palanca de acero con recubrimiento plástico

5.3.4.6. *Ventosas*

Para la purga, admisión y expulsión de aire de la instalación se proyecta la instalación de 3 ventosas trifuncionales de ¾", PN 0,2-10 bar y conformado en polipropileno reforzado.

5.4. EQUIPO DE IMPULSIÓN

El equipo de bombeo proyectado es capaz de impulsar el agua desde un pozo de 20 m de profundidad, hasta el cabezal de riego y continuar hasta el nudo más desfavorable de la red, aportando la presión requerida.

Los cálculos necesarios para el dimensionado del presente apartado se detallan en el *Anejo 4. Diseño y Dimensionado de la Red de Transporte*.

Las obras necesarias para la instalación del equipo de impulsión se dividen en:

- Grupo de Impulsión
- Valvulería

5.4.1. GRUPO DE IMPULSIÓN

Se proyecta la instalación de una bomba sumergible, de potencia nominal 7,5 kW, capaz de aportar una presión máxima de 80 m.c.a. y un caudal de 10,5 l/s, instalada en vertical, fabricada en acero inoxidable, apto para temperaturas de hasta 40 °C.

Además, esta bomba esta indicada para bombeo solar, capaz de trabajar en los puntos de funcionamiento requeridos en los distintos sectores de riego del presente proyecto, mediante la variación de velocidad.

Las principales características técnicas del grupo de impulsión son:

Tabla 12. Principales características técnicas del grupo de impulsión

Tipo	SP 30-7-13A01907
Potencia motor (kW)	7,5
Presión (m.c.a.)	80
Caudal (l/s)	10,5
Velocidad nominal (rpm)	2900
Diámetro motor (pulgadas)	6
Salida bomba	RP3

5.4.2. VALVULERÍA

Para la protección del equipo de bombeo y del resto de la red frente a situaciones indeseables, transitorios hidráulicos bruscos, fugas o roturas, se proyecta la instalación de los siguientes elementos:

- Válvula de paso
- Válvula de retención
- Válvula de alivio
- Ventosa

La configuración de estos elementos se puede apreciar con mayor detalle en el *Plano 15. Protecciones Pozo*.

5.4.2.1. *Válvula de paso*

Se instalará aguas abajo del equipo de impulsión una válvula de compuerta con asiento elástico DN 100 PN 10, de cuerpo hecho en fundición dúctil unida mediante bridas. Su fin será seccionar la conducción en caso de rotura, fuga o reparación.

5.4.2.2. *Válvula de retención*

Para evitar el vaciado del tramo vertical de la impulsión, se proyecta la instalación de una válvula de retención tipo clapeta oscilante DN 100 PN 10, de cuerpo hecho en fundición dúctil, unida mediante bridas.

5.4.2.3. *Válvula de alivio*

Aguas abajo de la válvula de retención se proyecta la instalación de una válvula de alivio rápido, de cuerpo hecho en plástico reforzado con vidrio, de 1 ½", caudal máximo 65 m³/h y presión útil de trabajo 1-10 bar.

5.4.2.4. *Ventosa*

Para permitir la purga o admisión de aire y proteger la instalación, se proyecta la instalación de una ventosa trifuncional de ¾"

5.5. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Las obras proyectadas para la implantación de la instalación generadora fotovoltaica interconectada a red se dividen en:

- Generador Fotovoltaico
- Instalación de Baja Tensión

Los cálculos de diseño se muestran en el *Anejo 6. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica* y en el *Anejo 7. Instalación de Baja Tensión para la Instalación Fotovoltaica*. Así como se pueden consultar el *Plano 20. Ubicación y Distribución de la Instalación Fotovoltaica*, *Plano 21. Esquema de la Instalación Fotovoltaica*, *Plano 22. Esquema Unifilar de la Instalación Fotovoltaica* y *Plano 23. Soportes Módulos Fotovoltaicos*.

5.5.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO

La instalación fotovoltaica proyectada estará compuesta por 20 módulos y 2 strings.

Los parámetros más relevantes del generador fotovoltaico proyectado se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13. Principales parámetros del generador fotovoltaico

Parámetro	Unidades	Valor	Comentario
Localidad		Alicante	
Latitud		38,4	
E_{MB}	kWh/día	17,32	Grupo bombeo mes de julio
Período de diseño		Julio	Máximas necesidades
$\alpha_{opt}, \beta_{opt}$		0º, 15º	
$G_{dm}(\alpha_{opt}, \beta_{opt})_{julio}$	kWh/(m ² día)	7,37	Julio
PR		0,7	PCT IDAE
$P_{generador}$	kWp	12,6	
η_{inv}	%	98	Rendimiento inversor
V_{oc}	V	810	Tensión máxima

5.5.1.1. Módulos fotovoltaicos

Se emplearán módulos fotovoltaicos monocristalinos de 60 células, capaces de generar hasta 315 W según el fabricante bajo condiciones STC.

Sus principales características son:

Tabla 14. Características técnicas de los módulos fotovoltaicos

HONEY PLUS TSM-DD05A.08									
Datos	P_{pk} (W)	V_{oc} (V)	V_{MPP} (V)	I_{MPP} (A)	I_{sc} (A)	(A/°C)	(V/°C)	g (%/°C)	STC
	315	40,5	33,3	9,46	10	0,05	-0,29	-0,39%	

5.5.1.2. Variador de frecuencia

Se empleará un variador de frecuencia específico para bombeo solar, capaz de soportar la potencia solicitada por el equipo de bombeo.

Tabla 15. Características técnicas del variador de frecuencia

Variador de frecuencia	
Rango de Tensión	540 – 830 V
Tª en condiciones desfavorables para tensión alta	20
Tª en condiciones desfavorables para tensión baja	70
Corriente en carga de trabajo normal	38 A
Potencia en carga de trabajo normal	18,5 kW
Frecuencia de salida	0 - 200 Hz

5.5.1.3. Inversor

El inversor elegido, que trabajará bajo las tensiones más desfavorables generadas por el parque fotovoltaico, y es de intensidad y potencia nominal a las generadas por los módulos fotovoltaicos, tiene las siguientes características.

Tabla 16. Características inversor

Inversor	
Rango de Tensión del PMP	260 – 800 V
Tª en condiciones desfavorables para tensión alta	-25
Tª en condiciones desfavorables para tensión baja	60
Corriente máxima de entrada	20 A
Potencia máx. del generador fotovoltaico	15 kW
Rendimiento máximo	98,3 %

5.5.1.4. Estructura para los módulos

Para el anclaje de los módulos fotovoltaicos a la cubierta de las estructuras, se proyecta la instalación de 63,75 m² de estructura tipo CVA915. Los módulos se dispondrán en vertical y se garantiza la integridad de la estructura sobre la que se apoyan.

5.5.2. INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN

Las obras de la instalación de Baja Tensión para la unión de todos los elementos que la componen y la protección tanto de la propia instalación como de las personas hacia ella se dividen en:

- Protecciones
- Puesta a tierra
- Circuitos
- Canalizaciones y conductores
- Protecciones

5.5.2.1. Protecciones

Para garantizar la seguridad de las personas frente a contacto directos e indirectos, se instalará:

En el cuadro de protecciones de Corriente Continua:

- Cableado Clase II
- Puesta a tierra con conexión IT (generador flotante)
- Fusibles de 20 A a la salida de los string
- Interruptor seccionador en carga de $I_n = 1250$ A de tensión de aislamiento 1000 V
- Limitador de sobretensiones transitorias (varistor; conexión en Y)
- Vigilante de aislamiento

En el Cuadro Principal de Mando y Protección:

- Fusibles
- Interruptor en carga y seccionador
- Limitador de sobretensiones transitorias (varistor; conexión en Y)
- PIA 36 kA asociado a contactor y relé térmico

5.5.2.2. Puesta a tierra

Para limitar la tensión que con respecto de tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados se proyecta una puesta a tierra de las siguientes características:

- Conductor desnudo de 40 m y 35 mm²
- Una pica vertical de acero recubierto de cobre de 2m

El sistema de conexión será del tipo IT, para la parte de corriente continua conectada a tierra a través de una impedancia de valor suficientemente alto.

El sistema de conexión será del tipo TT, para la parte de corriente alterna conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora estarán conectadas a tomas de tierra separadas de la toma de tierra de alimentación.

5.5.2.3. Circuitos

Se dispondrán un total de 8 circuitos, sus características se pueden ver en el *Anejo 7. Instalación de Baja Tensión de la Instalación Fotovoltaica*.

5.5.2.4. Canalizaciones y conductores

Los conductores serán de cobre, unipolares y se dispondrán según dos métodos en la instalación:

- Enterradas bajo tubo (paneles- protección CC, protección CA-bomba) [UNE-EN 50086-2-4]
- Conductores unipolares aislados en tubo sobre pared de mampostería (B1) (resto de tramos) [UNE-EN 60423]

El resumen de los conductores:

Tabla 17. Canalizaciones y conductores de la instalación fotovoltaica

Línea	L(m)	Sección (mm ²)	C.T.Total (%)	Ø Tubo/Band.
L_PANELES-PROTCC	32	2x10 RV-K 0,6/1kV Cu	0,39	63
L_PANELES-PROTCC	23	2x10 RV-K 0,6/1kV Cu	0,66	63
L_PROTCC-INVERSOR	5	2x10 RV-K 0,6/1kV Cu	0,72	12
L_INVERSOR-PROTECCA	5	3x10 0,6/1kV Cu	0,08	16
L_INVERSOR-EMBARRADO	10	3x10 0,6/1kV Cu	0,25	16
L_PROTCCA-EMBARRADO	5	3x10 0,6/1kV Cu	0,34	16
L_PROTCA-VARIADOR	5	3x10 0,6/1kV Cu	0,42	16
L_VARIADOR-BOMBA	275	3x25 0,6/1kV Cu	2,47	90

5.6. IMPLANTACIÓN DEL NUEVO MATERIAL VEGETAL

Una vez realizadas todas las labores de adecuación del terreno se procederá al cultivo del nuevo material vegetal. El material procederá de vivero autorizado con la pertinente certificación de cultivo ecológico.

Para llevar a cabo la plantación se realizará la apertura de hoyos, ayudado con una azada, la colocación de los plantones, un primer abono y regado y el tapado de estos.

El cultivo se conducirá sobre caballón, donde existirán dos líneas de goteros y dos líneas de cultivo separados entre líneas a 0,6 y entre plantas 0,6 siguiendo un marco de plantación de filas pareadas (o líneas de 2) de 0,6 x 1,35 m.

Se puede consultar el *Plano 16. Marco de Plantación y Caballón* o el *Anejo 2. Diseño Agronómico* para más detalle.

5.7. INSTALACIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

En el presente apartado se describen las obras proyectadas para llevar a cabo la instalación del proceso de transformación de hojas de aloe vera en gel estabilizado en frío.

La información detallada se muestra en el *Anejo 9. Ingeniería del Proceso*, *Anejo 10. Maquinaria Implicada en el Proceso de Transformación* y *Anejo 11. Instalación de Baja Tensión Para el Proceso de Transformación*.

Las obras de instalación del proceso de transformación se dividen en:

- Maquinaria
- Instalación de baja tensión

5.7.1. MAQUINARIA

La distribución en planta de la maquinaria sobre la estructura existente se puede apreciar en el *Plano 21. Ubicación y Dimensiones de la Estructura para el Proceso de Transformación* y *Plano 25. Distribución de la Maquinaria*.

Tabla 18. Resumen maquinaria implicada en el proceso de transformación

Máquina	Función	Dimensiones (m)	Potencia (kW)
Lavadora de hojas	Limpieza	2,6 x 1,2 x 1,5	1,4
Fileteadora	Separara Pulpa	0,8 x 0,8 x 0,9	1
Emulsionador	Homogenizar pulpa	1,4 x 1,4 x 2	7,5
Grupo de frío	Enfriamiento	0,96 x 0,79 x 0,85	8,7
Electrobomba	Transporte líquidos	1,3 x 0,5 x 0,94	0,75
Filtro de placas	Eliminar impurezas	2 x 0,7 x 0,9	0,9
Unidad de limpieza (CIP)	Desinfección	1 x 0,8 x 1,1	0,9
Depósito isoterma	Almacenamiento	1,6 x 1,6 x 1,6	
Bag In box	Transporte producto	1,15 x 1,15 x 1,15	

5.7.2. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

El diseño de la instalación de baja tensión tendrá como objetivo suministrar la potencia necesaria para el proceso de transformación, que según la previsión de cargas es de 45,5 kW.

Los cálculos del presente apartado se puede ver en el *Anejo 11. Instalación de Baja Tensión para el Proceso de Transformación*.

5.7.2.1. Acometida

La acometida será subterránea por lo que su instalación se realizará de acuerdo a lo indicado por la ITC-BT-07. *Redes Subterráneas para distribución en baja tensión*.

Será competencia de la empresa distribuidora favorecer un punto de conexión subterráneo de acuerdo con la solicitud del proyectista.

5.7.2.2. Descripción de la instalación de enlace

Para alimentación a un único usuario, según el REBT, se simplifica la instalación de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección (CGP) y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la Línea General de Alimentación (LGA).

Conforme la ITC-BT-13. Punto 2, la CGP que incluye el contador y sus fusibles de protección, se denomina Caja de Protección y Medida (CPM).

5.7.2.3. Caja general de protección y medida (CPM)

Según la ITC-BT-13. *Cajas generales de protección* para los casos de un único usuario, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará Caja de Protección y Medida (CPM).

Los dispositivos de lectura de los equipos de medida se instalarán a una altura comprendida entre 0,7 y 1,8 m. Su ubicación será en un lugar libre y de permanente acceso, fijada de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

5.7.2.4. Derivación individual (DI)

Se seguirá lo prescrito por la ITC-BT-15. *Derivaciones individuales (DI)*. La alimentación será trifásica, 400V entre fases y 230V entre fase y neutro.

Se dimensionará la sección del conductor para la máxima potencia instalada (45,5 kW). Al tratarse de un único usuario en que no existe línea general de alimentación, la caída máxima de tensión en la DI debe ser inferior al 1,5%.

Se dispondrá en conductor de cobre unipolar en tubo sobre pared de sección 3x16 mm² Cu y sección de tubo de 26 mm².

5.7.2.5. Cuadro general de mando y protección (CGMP)

La DI evocará en los dispositivos generales de mando y protección se situarán a la izquierda de la entrada principal (*Plano 24. Ubicación y Dimensiones Estructura Proceso De Transformación*).

El CGMP estará compuesto por:

- Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- Interruptor General Automático (IGA) de corte omnipolar de (80A).
- Interruptor Diferencial General (ID) destinado a proteger contra contactos indirectos a todos los circuitos (300 mA).
- Interruptor Diferencial destinado a proteger contra contactos indirectos a cada circuito interior (30 mA).
- Dispositivos de corte omnipolar (PIA, Pequeño Interruptor Automático), destinados a proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a cada uno de los circuitos interiores.(16, 32 y 40A)
- Interruptor Automático clase III, contactor y relé térmico al comienzo de cada línea de alimentación de motores.

5.7.2.6. Puesta a tierra

Para limitar la tensión que con respecto de tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados se proyecta una puesta a tierra de las siguientes características:

- Conductor desnudo de 30 m y 35 mm²
- Una pica vertical de acero recubierto de cobre de 2m

El sistema de conexión será del tipo TT, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora estarán conectadas a tomas de tierra separadas de la toma de tierra de alimentación.

5.7.2.7. Número de circuitos

Del CGMP saldrán 8 circuitos interiores para alimentar a los receptores. En el presente proyecto, dado que así se define el alcance de este, sólo se calcularán los circuitos de fuerza para alimentar la maquinaria implicada en el proceso de transformación de las hojas de aloe vera, así como 4 tomas de corriente monofásicas.

El resumen de la medición de los circuitos es:

Tabla 19. Resumen medición de circuitos en la instalación para el proceso de transformación

Línea	P.Cál (W)	L(m)	Sección (mm ²)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Ø Tubo/Band.
LAVADORA	2500	7.11	3x2.5+TTx2.5Cu	0.12	0.39	75x60
FILETEADORA	1785.71	11.22	3x2.5+TTx2.5Cu	0.13	0.41	75x60
EMULSIONADORA	11718.75	12.76	3x4+TTx4Cu	0.6	0.87	75x60
GRUPOFRIO	13593.75	22.54	3x4+TTx4Cu	1.26	1.53	75x60
ELECTROBOMBA	1171.88	13.87	3x2.5+TTx2.5Cu	0.1	0.37	75x60
FILTROPLACAS	1607.14	16.17	3x2.5+TTx2.5Cu	0.17	0.45	75x60
TC MONOFASICAS	11776	40.17	2x10+TTx10Cu	0.73	1.01	25
LIMPIEZACIP	1406.25	30.65	3x2.5+TTx2.5Cu	0.29	0.56	75x60

5.7.2.8. Canalizaciones y conductores

Las canalizaciones del presente proyecto estarán acorde con la ITC-BT-21 y podrán estar instaladas en el interior de tubos, semejantes al método de instalación B1. *Conductores aislados unipolares en tubo sobre pared de madera o de mampostería y tipo E. Cables unipolares sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical.*

Para los conductores que discurran sobre bandejas perforadas se emplearán cables aislados con cubierta, unipolares según norma UNE 20460-5-52 tipo RZ1-K, de tensión asignada 0,6/1 kV.

Cuando los conductores se dispongan en el interior de tubos protectores serán unipolares, de cobre y de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

5.8. OBRAS NO DESCRITAS

Debido a la extensión de este Proyecto, y aunque la intención es la realización de una descripción completa y exhaustiva de las obras que comprende, puede encontrarse alguna obra no descrita anteriormente pero que se encontrará pormenorizada en los Planos y en el Presupuesto.

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

No es de aplicación la redacción de un Estudio (completo) de Seguridad y Salud por no ajustarse la naturaleza del presente proyecto a lo prescrito por el RD 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción:

- Presupuesto de ejecución por contrata igual o superior a 450.759,07 €
- Duración estimada superior a 30 días laborales, con empleo simultáneo de 20 o más trabajadores
- Volumen de mano de obra estimada superior a 500 días de trabajo
- Obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas

Por tanto, en el documento nº3 se realiza un “Estudio Básico de Seguridad y Salud”.

7. ESTUDIO ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN

La inversión se realiza con financiación propia y con una tasa de actualización del 5%. Contemplando los flujos de caja de la explotación durante su vida útil se obtienen los siguientes parámetros financieros:

- VAN = 12.860.451,2 €
- TIR = 37,42 %
- Ratio Beneficio/inversión = 2858,47 %
- Plazo de Recuperación = 4 años

8. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución considerado como necesario y suficiente para la terminación de las obras, tal y como se justifica en el *Anejo 12. Programación de la ejecución de obra*, se estima en 2 meses y una semana a partir del acta de comprobación del replanteo y autorización del comienzo.

En el mismo anejo puede verse con detalle el desarrollo de todas las obras, su duración y un diagrama de Gantt para la planificación de la ejecución de la obra que será de 47 días.

9. FACTORES ECONÓMICOS DE LA OBRA

9.1. PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios pueden observarse en el cuadro de precios número 1 y 2 del Presupuesto

9.2. PRESUPUESTO DE LA OBRA

El presupuesto de ejecución de material asciende a un total de: 312.457,45 €

9.3. RESUMEN DEL PRESUPUESTO GENERAL

Proyecto: Proyecto de Implantación de un cultivo de Aloe vera y Proceso de Transformación

Capítulo	Importe
Capítulo 1 MOVIMIENTOS DE TIERRA	63.806,86
Capítulo 2 CONDUCCIONES DE RIEGO	64.935,49
Capítulo 3 CABEZAL DE RIEGO	6.030,64
Capítulo 4 EQUIPO DE IMPULSIÓN	7.091,94
Capítulo 5 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	24.418,85
Capítulo 6 IMPLANTACIÓN NUEVO MATERIAL VEGETAL	74.962,80
Capítulo 7 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	63.970,28
Capítulo 8 BAJA TENSIÓN MAQUINARIA	4.551,55
Capítulo 9 Gestión de residuos	136,60
Capítulo 10 Control de calidad y ensayos	1.054,00
Capítulo 11 Seguridad y salud	1.498,44
Presupuesto de ejecución material	312.457,45
13% de gastos generales	40.619,47
6% de beneficio industrial	18.747,45
Suma	371.824,37
21% IVA	78.083,12
Presupuesto de ejecución por contrata	449.907,49

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS SIETE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

VALENCIA, JULIO 2020

10.DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PRESENTE PROYECTO

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

- Anejo 1. Datos de Partida
- Anejo 2. Diseño Agronómico
- Anejo 3. Diseño y Dimensionado de Subunidades de Riego
- Anejo 4. Diseño y Dimensionado de la Red de Transporte
- Anejo 5. Cabezal de Riego y Elementos de Control
- Anejo 6. Cálculo y Dimensionado de la Instalación Fotovoltaica
- Anejo 7. Instalación de Baja Tensión para la Instalación Fotovoltaica
- Anejo 8. Actuaciones Previas a la Plantación
- Anejo 9. Ingeniería del Proceso de Transformación
- Anejo 10. Maquinaria Implicada en el Proceso de Transformación
- Anejo 11. Instalación de Baja Tensión para el Proceso de Transformación
- Anejo 12. Programa de la Ejecución de la Obra
- Anejo 13. Análisis Económico de la Inversión

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

- Plano 1. Situación
- Plano 2. Emplazamiento
- Plano 3. Parcela Catastral
- Plano 4. Parcelario
- Plano 5. Topográfico
- Plano 6. Zona regable. Subunidades de Riego
- Plano 7. Sectores de Riego. Puntos de Alimentación
- Plano 8. Esquema Hidráulico General de la Red
- Plano 9. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 1
- Plano 10. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 2
- Plano 11. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 3
- Plano 12. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 4
- Plano 13. Esquema Hidráulico Cabezal-Sector 5
- Plano 14. Esquema Topológico de la Red
- Plano 15. Protecciones Pozo
- Plano 16. Marco de Plantación y Caballón
- Plano 17. Zanjias
- Plano 18. Cabezal de Riego. Esquema Hidráulico
- Plano 19. Cabezal de Riego. Equipamiento Hidráulico
- Plano 20. Ubicación y Distribución de la Instalación Fotovoltaica
- Plano 21. Esquema Unifilar de la Instalación Fotovoltaica
- Plano 22. Soportes de los Módulos Fotovoltaicos
- Plano 23. Ubicación y Dimensiones de la Estructura para el Proceso de Transformación
- Plano 24. Distribución en Planta de la Maquinaria
- Plano 25. Esquema Unifilar. Proceso de Transformación

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES

Título I: Objeto y Alcance del Pliego
Título II: Descripción de las Obras
Título III: Pliego de Condiciones Generales
Título IV: Pliego de Condiciones Particulares

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

Mediciones y Presupuesto
Cuadro de Mano de Obra
Cuadro de Materiales
Cuadro de Maquinaria
Cuadro de Precios nº1
Cuadro de Precios nº2
Cuadro de Precios Descompuestos
Presupuesto
Presupuesto General

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

11. CONCLUSIONES

Considero que con los documentos reseñados se completa la descripción y valoración de las obras proyectadas, y que éstas pueden ser realizadas conforme el presente Proyecto.

Valencia, 3 de julio 2020



Guillermo Caldentey García de Prado