

Proyecto Fin de Carrera

Ingeniería de Tecnologías Industriales

Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite

Autor: Albert Muñoz Morales

Tutor: Francisco Hernández Rodríguez

Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería de Tecnologías Industriales

Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite

Autor:

Albert Muñoz Morales

Tutor:

Francisco Hernández Rodríguez

Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020

Autor: Albert Muñoz Morales

Tutor: Francisco Hernández Rodríguez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2020

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

A mis amigos más cercanos y que han estado a mi lado en los momentos más delicados de esta larga trayectoria. A mis compañeros de universidad, tanto en Barcelona como en Sevilla y sobretodo a mis padres, quienes me han dado todas las facilidades y los ánimos para sacar el grado adelante.

Albert Muñoz Morales

Sevilla, 2020

Resumen

La obtención de aceite a partir del zumo de aceituna ha sido practicada desde hace muchos años y mediante distintos métodos. Hoy en día, el objetivo sigue siendo el mismo, aunque las evoluciones técnicas han permitido optimizar el proceso y obtener un producto de calidad exquisita, cotizado en todo el mundo. Este anteproyecto de ingeniería comprobará si se cumplen los requisitos técnicos, legales y económicos para llevar a cabo el proceso industrial que requiere la transformación de la aceituna en aceite.

Abstract

Obtaining oil from olive juice is an activity that has been practiced for many years and through different methods. Today, the goal is still the same, although technical developments have made it possible to optimize the process and obtain a product of exquisite quality, valued all over the world. This preliminary engineering project will check if the technical, legal and economic requirements are met to carry out the industrial process that requires the transformation of the olive into oil.

Agradecimientos	ix
Resumen	ii
Abstract	xiii
Índice	xiv
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xix
1 Introducción	3
2 Partes interesadas y requisitos del proyecto	4
3 Viabilidad técnica	6
3.1. <i>Estudio de mercado</i>	6
3.1.1. Análisis del producto: aceite de oliva	6
3.1.1.1. AOVE	7
3.1.1.2. AOV	8
3.1.1.3. Virgen lampante	8
3.1.1.4. Suave o intenso	8
3.1.1.5. Aceite de oliva de orujo	8
3.1.2. Análisis de la materia prima: aceituna	10
3.1.2.1. Cultivo	12
3.1.2.2. Recolección	13
3.1.2.3. Variedad	14
3.1.3. Oferta: Estudio de la producción	16
3.1.3.1. Producción mundial	16
3.1.3.2. Producción española	16
3.1.3.3. Distribución del sector	18
3.1.4. Demanda: Estudio de las exportaciones	19
3.1.4.1. Nuevos mercados de consumo	19
3.1.4.2. Exportación española	20
3.1.4.3. Tendencias de exportación	21
3.1.5. Precios	23
3.1.5.1. Precio de venta del aceite	23
3.1.5.2. Coste de producción	25
3.1.5.3. Precio de compra de la aceituna	26
3.2. <i>Producto a fabricar</i>	28
3.3. <i>Tamaño de producción</i>	29
3.4. <i>Tecnología</i>	30
3.4.1. Procesos en la industria	30
3.4.2. Selección de proceso y extracción	30
3.4.3. Sistema de dos fases	32
3.4.3.1. Lavado	32
3.4.3.2. Molturación	32
3.4.3.3. Batido	32
3.4.3.4. Centrifugado horizontal	33

3.4.3.5. Centrifugado vertical	33
3.4.3.6. Decantación	33
3.4.3.7. Envasado, etiquetado y encajetado	34
3.4.3.8. Distribución	35
3.4.4. Balance de materia	36
3.4.5. Balance de energía	39
3.4.6. Listado de equipos	41
3.4.6.1. Tolvas de recepción	41
3.4.6.2. Limpiadora	41
3.4.6.3. Tolva de almacenamiento	42
3.4.6.4. Molino de martillos	42
3.4.6.5. Termobatidora	43
3.4.6.6. Decanter	44
3.4.6.7. Centrifugadora vertical	44
3.4.6.8. Tanques de almacenamiento AOVE	45
3.4.6.9. Línea de envasado y etiquetado	46
3.4.6.10. Otros equipos	46
3.4.6.11. Separador pulpa hueso	47
3.4.6.12. Tolva hueso de aceituna	47
3.4.6.13. Caldera	48
3.5. Localización y emplazamiento	50
3.6. Distribución en planta	51
3.6.1. Zona de oficinas	51
3.6.2. Zona de aparcamiento	52
3.6.3. Zona de almacenamiento	52
3.6.4. Zona de proceso productivo	53
3.6.5. Otras zonas	53
4 Viabilidad legal	54
4.1. Relativa al producto	54
4.2. Relativa al sector ambiental	54
4.2.1. Aguas	55
4.2.2. Residuos	55
4.2.3. Emisiones	55
5 Viabilidad económica	56
5.1. Inversión y financiación	56
5.2. Balance de pérdidas y ganancias	60
5.2.1. Ingresos de explotación	60
5.2.2. Venta de hueso de aceituna	60
5.2.3. Coste materia prima	61
5.2.4. Coste envasado	61
5.2.5. Coste distribución	62
5.2.6. Gasto en personal	62
5.2.7. Coste de arrendamiento	63
5.2.8. Coste del agua	64
5.2.9. Coste de la energía	64
5.2.10. Gastos de mantenimiento	65
5.3. Indicadores de rentabilidad	67
5.3.1. VAN	67
5.3.2. TIR	67
5.3.3. PR	68
5.4. Análisis de sensibilidad	69
5.4.1. Precio de venta del aceite	69
5.4.2. Precio de compra de la aceituna	70
5.5. Hipótesis alternativa	72

6	Conclusiones	75
7	Bibliografía	76
8	Anexos	79
8.1.	<i>Planos</i>	80
8.1.1.	Localización de la ciudad	81
8.1.2.	Distribución de espacios	82
8.1.3.	Superficie urbanizable	83
8.1.4.	Red de aguas	84
8.1.5.	Red eléctrica	85
8.1.6.	Red de saneamiento	86
8.1.7.	Localización de la parcela	87
8.1.8.	Distribución general en parcela	88
8.1.9.	Distribución en oficina	89
8.1.10.	Distribución en almacén	90
8.1.11.	Distribución en nave de proceso	91
8.2.	<i>Análisis económico</i>	92
8.2.1.	Gasto financiero	93
8.2.2.	Balance de pérdidas y ganancias ejercicio 1	94
8.2.3.	Flujos de caja ejercicio 1	95
8.2.4.	Balance de pérdidas y ganancias ejercicio 2	96
8.2.5.	Flujos de caja ejercicio 2	97
8.2.6.	Balance de pérdidas y ganancias ejercicio 3	98
8.2.7.	Flujos de caja ejercicio 3	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ratio de aceituna-aceite	10
Tabla 2. Comparativa entre tipos de cultivo	12
Tabla 3. Mercados del aceite de oliva	19
Tabla 4. Costes de producción según tipo de cultivo	25
Tabla 5. Distribución de almazaras	30
Tabla 6. Dimensionamiento del envasado	34
Tabla 7. Dimensionamiento del encajado	35
Tabla 8. Flujos de entrada y salida en almazara	37
Tabla 9. Consumos energéticos parciales	40
Tabla 10. Características técnicas limpiadora	42
Tabla 11. Características técnicas molino de martillos	42
Tabla 12. Características técnicas termobatidora	43
Tabla 13. Características técnicas decanter	44
Tabla 14. Características técnicas centrifugadora vertical	44
Tabla 15. Características técnicas separador pulpa hueso	47
Tabla 16. Listado de maquinaria	49
Tabla 17. Volumen cajas de almacenaje	52
Tabla 18. Necesidades de espacio en almacén	52
Tabla 19. Coste de maquinaria	56
Tabla 20. Coste de obra civil	57
Tabla 21. Coste de mobiliario	58
Tabla 22. Inversión total	58
Tabla 23. Ingresos de explotación	60
Tabla 24. Ingresos de la venta de hueso de aceituna	60
Tabla 25. Coste de materia prima	61
Tabla 26. Coste envasado	61
Tabla 27. Coste etiquetado	61
Tabla 28. Coste encajetado	62
Tabla 29. Coste de distribución	62
Tabla 30. Gasto en personal	63
Tabla 31. Salarios empleados	63
Tabla 32. Coste de arrendamiento	63
Tabla 33. Coste de agua	64

Tabla 34. Coste energético	64
Tabla 35. Gastos de mantenimiento	65
Tabla 36. Amortizaciones para la inversión	65
Tabla 37. Indicadores de rentabilidad según el precio de venta	69
Tabla 38. Indicadores de rentabilidad según el precio de compra	70
Tabla 39. Salario y cotizaciones de un jornalero	72
Tabla 40. Gasto en personal para la recogida de aceituna	72
Tabla 41. Costes de cultivo de la aceituna	73
Tabla 42. Indicadores de rentabilidad del escenario 2	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución en peso de los componentes de la aceituna	11
Figura 2. Productos obtenidos de la aceituna	11
Figura 3. Principales variedades	15
Figura 4. Producción internacional 2014	16
Figura 5. Producción local 2019	17
Figura 6. Distribución de empresas del sector	18
Figura 7. Exportaciones según tipos de mercado	20
Figura 8. Exportación española 2016	20
Figura 9. Exportación andaluza 2016	21
Figura 10. Precio de las exportaciones españolas	23
Figura 11. Evolución temporal del precio de ventas por países	24
Figura 12. Costes de producción según país productor	26
Figura 13. Evolución temporal de precios	26
Figura 14. Precio de compra de aceituna	27
Figura 15. Rendimientos energéticos en almazara	39
Figura 16. Tolva de almacenamiento Treico	41
Figura 17. Limpiadora	41
Figura 18. Molino de martillos	43
Figura 19. Termobatidora	43
Figura 20. Decanter	44
Figura 21. Centrifugadora vertical	45
Figura 22. Tanques de almacenamiento de AOVE	46
Figura 23. Línea de envasado y etiquetado	46
Figura 24. Separador pulpa hueso	47
Figura 25. Caldera de biomasa	48
Figura 26. Evolución de los indicadores de rentabilidad según el precio de venta	70
Figura 27. Evolución de los indicadores de rentabilidad según el precio de compra	71

1 INTRODUCCIÓN

La olivicultura, definida como el conjunto de técnicas relacionadas con el cultivo del olivo, es una de las prácticas agrícolas más tradicionales y ha sido históricamente desarrollada, sobre todo en la cuenca mediterránea. Historiadores consideran que pudo ser iniciado en Oriente Próximo, aunque las primeras plantaciones también fueron encontradas en Grecia, el norte de África o España, por lo que el origen de esta práctica es aún desconocido. Esta rama de la agricultura se ha practicado desde el neolítico hasta la actualidad, llegando a ser el principal motor de la economía andaluza y aportando una gran proporción del PIB español. En la actualidad, buena parte del sector agrónomo andaluz está dedicado al cultivo de la aceituna y producción de aceite de oliva, ya sea en la cadena principal de transformación o en los servicios auxiliares, como pueden ser tratamiento de aceites, sector del envasado o comercialización.

La forma de laborar el olivo y producir aceite a través de su fruto, la aceituna, ha evolucionado notablemente con el paso de los años. Desde el neolítico, cuando se empezó a exprimir la aceituna mediante prensas arrastradas por animales, hasta la actualidad, donde el uso de maquinaria industrial ha agilizado el proceso de obtención del aceite y mejorado su calidad notablemente, hasta el punto de permitir obtener un aceite de oliva de la mayor calidad posible mediante métodos exclusivamente naturales. La evolución ha dado lugar a métodos de cultivo y recolección mucho más productivos con los que se ha sacado un mayor rendimiento a la aceituna.

Este proyecto tiene el objetivo de entender cómo funciona el sector y acotar los infinitos proyectos de la industria del sector, en función del producto a fabricar y el tamaño de esta, principalmente. De esta manera, una vez el estudio de mercado del aceite de oliva permita decidir qué producto se va a producir y en qué cantidades, se procederá a estudiar tres viabilidades: técnica, legal y económica que permitirán extraer unas primeras conclusiones sobre el proyecto en cuestión.

El análisis de los estudios previos puede llevar a tres escenarios distintos. En el caso de que la solución propuesta sea la única viable, se procederá a la realización del proyecto. En caso de obtener resultados satisfactorios, pero no únicos, se deberá estudiar las soluciones alternativas para comprobar si mejoran la propuesta anterior. Finalmente, si la solución propuesta no fuese viable, se tendría que modificar los objetivos del proyecto o, en su defecto, rechazar la inversión del proyecto.

Tras finalizar los estudios previos, se tendrá la información suficiente para responder a la siguiente pregunta: ¿Con la información presente, se debe seguir con la realización del proyecto? El siguiente paso del proyecto consistiría en el cambio de fase y realizar la ingeniería básica del proyecto, su definición y la programación y presupuesto. Más en el horizonte, antes de poder poner el servicio en funcionamiento, se realizaría la ingeniería de desarrollo y la construcción.

2 PARTES INTERESADAS Y REQUISITOS DEL PROYECTO

El primer objetivo de este y cualquier proyecto consiste en identificar a las partes interesadas en él y conocer los requisitos de cada una de ellas. De esta manera, gracias a la conciliación de intereses se evitarán contradicciones.

Las partes interesadas se definen como aquel grupo u organización que afecta o puede verse afectado por las actividades o resultados del proyecto. A continuación, se hace una identificación genérica de cada uno de ellos. Dependiendo del tipo de proyecto o su escala, es posible que no se identifiquen las mismas partes interesadas.

Por ejemplo, es obvio que el primer interesado será el promotor y que sus principales requisitos se referirán a parámetros técnicos (características del producto, tamaño, localización, etc) y económicos (inversión disponible, rentabilidad deseada, etc.). Otro interesado, por ejemplo, sería el cliente final del producto (precio, calidad, etc.).

Promotor: decide, impulsa y o programa el proyecto. Se tratará de alguien externo al ámbito del olivar cuyo objetivo sea la compra de aceituna para transformarla en aceite de oliva, a través de la planta industrial objeto de estudio. Podría darse el caso de que el promotor fuese propietario de hectáreas dedicadas al cultivo del olivar y quisiese, juntamente con otros propietarios interesados, extraer el zumo de aceituna de su propia plantación.

Los requisitos del promotor abarcarán distintas áreas del proyecto, dado que es la persona más implicada en él. En primer lugar, relativos al estudio de mercado para saber qué aceituna comprar, analizar las tendencias del mercado para la exportación del producto o conocer la situación de los precios en el sector. También será relevante la capacidad de producción dado que irá vinculado a la localización del terreno donde implementar el proyecto. Por último, también requerirá que los indicadores de rentabilidad proporcionen indicios de éxito para proceder con el proyecto.

Clientes: Quienes aprobarán y gestionarán el producto. En nuestro caso serían las empresas dedicadas al envasado del producto, así como los canales de comercialización, encargados de la venta. Las empresas dedicadas al envasado requerirán el cumplimiento de la normativa relativa al sector del envasado, así como información de las cantidades y propiedades del producto elaborado. El principal requerimiento del sector comercial será el precio de compra y la calidad del producto.

Usuarios: Quienes consumirán el producto. Trataría básicamente el público en general. Éste requerirá estándares de calidad, que se encontrará vinculada directamente a un precio de compra.

Suministradores: Tienen un acuerdo para proporcionar componentes o servicios necesarios para el proyecto. Principalmente serían las compañías dedicadas a la recolección de la aceituna o particulares, cuyo requisito principal se basaría en un precio de compra de la materia prima adecuado a la demanda del mercado. También pertenecen a este grupo compañías eléctricas para alimentar la planta o proveedoras de maquinaria necesaria para el proceso.

Socios: Personal externo que tiene relación con la empresa para proporcionar conocimientos especializados. Puede tratarse de equipos de mantenimiento para la maquinaria de la planta que requieran un conocimiento técnico específico del área. Su principal requerimiento será la información técnica de la maquinaria o sección del proceso involucrada.

Grupos de la organización: Marketing y ventas, departamento financiero. Sus principales requerimientos serán el estudio de mercado del producto y el análisis de la inversión, la financiación o el estudio de los flujos de caja. También se encargarán de la gestión de las ventas del producto.

El sponsor¹, o patrocinador, es el encargado de evitar inconvenientes en la ejecución del proyecto. Es el encargado de la gestión de conflictos y actúa como mediador. Sus requerimientos son la planificación del proyecto y los sectores que se encargan de cada parte.

Aunque, como se ha indicado en la introducción, este proyecto tiene una línea principal, pueden surgir variantes de éste que modificarían algunas de las partes interesadas. Por ejemplo, en caso de disponer de la materia prima, la empresa encargada de la distribución de aceituna a la planta dejaría de ser agente suministrador.

3 VIABILIDAD TÉCNICA

3.1. Estudio de mercado

Dado que el aceite de oliva se extrae directamente de la aceituna, la calidad de la materia prima condicionará en buena medida la calidad del aceite obtenido. Para poder llegar a un estándar de calidad óptimo, hay que tener en cuenta que existen multitud de factores que intervienen durante todo el proceso, desde la plantación del olivo hasta que el fruto llega a la almazara, que es la planta donde se producirá la extracción del zumo de aceituna. El tipo de cultivo, la recolección o la variedad de la aceituna van a ser factores a tener en cuenta y que, controlados de forma adecuada, van a permitir obtener una aceituna de la mayor calidad deseada posible y se explicarán en el estudio de la materia prima.

A continuación, en el estudio de mercado se va a realizar una primera aproximación al producto principal y la materia prima que permite su obtención, mediante las distintas variedades, tanto de aceites de oliva como de aceitunas y sus características o propiedades. Este primer bloque, de carácter más técnico, precede al segundo, de carácter más económico, donde se analizará la situación del aceite de oliva en términos de oferta y demanda del producto, así como los precios de compraventa a que está condicionado el producto. Todo ello será útil para poder situar en contexto el producto a estudiar.

A la hora de clasificar cuales son los distintos tipos de aceites de oliva que existen en el mercado, hace falta definir una serie de criterios de calidad que clasificarán los aceites en aptos para el consumo o que requieran necesidad de un proceso extra para incorporarlos al mercado, así como, dentro de los aptos para el consumo, cuáles de ellos son más saludables o gozan de mejores propiedades.

3.1.1. Análisis del producto: Aceite de oliva

Con tal de garantizar la calidad y transparencia en la comercialización de los distintos tipos de aceite de oliva, existe la normativa europea DOUE-L-2013-82809. A nivel nacional también podemos encontrar el Real decreto 308/1983, que clasifica los distintos tipos de aceite de oliva existentes en el mercado en función de parámetros como la acidez, el índice de peróxidos, las ceras o el contenido en ácidos grasos, entre muchos otros. De esta manera, se establecen criterios para determinar si los distintos tipos de aceite son aceptables para la venta y distribución o la calidad de éstos.

Existe una cantidad numerosa de índices, composiciones y contenidos para clasificar los distintos tipos de aceite y en este estudio se pondrá el foco sobre los más influyentes:

Acidez: El grado de acidez ⁱⁱde un aceite de oliva solo se puede obtener mediante pruebas en un laboratorio y se mide como el porcentaje de ácidos libres presentes en dicho aceiteⁱⁱⁱ. Es uno de los indicadores más determinantes y es inversamente proporcional al estado de la aceituna con que se ha producido el aceite. La mala calidad de la aceituna puede ser debida a un mal estado de éstas, un proceso de recogida directamente desde el suelo o la fermentación de algunas unidades, entre otros casos. A mejor estado de la aceituna, se obtendrá una menor acidez. Y de forma análoga, cuanto más acidez presente un aceite de oliva, peor será su calidad. Dado que la acidez es una propiedad perjudicial para el aceite de oliva, existen métodos para reducir su porcentaje a través de fenómenos químicos. El más conocido es el de refinado y se explicará en la clasificación de los aceites de oliva. El criterio de acidez máxima para clasificar un aceite solo se tendrá en cuenta para aquellos que no hayan sufrido un proceso de refinado y su acidez sea fruto únicamente del proceso natural de molienda de la aceituna.

Polifenoles: Estos componentes químicos son antioxidantes naturales que están presentes en muchos productos y aportan una diferencia notable en el sabor respecto a aquellos productos que no cuentan con su presencia. Se encuentran en la aceituna y su cuantía depende de la variedad recolectada y de factores ambientales que influyen durante el proceso de cultivo, como pueden ser el tipo de suelo, la exposición al sol o la lluvia. Además, aporta beneficios para la salud ya que previene algunos tipos de cáncer o protege el organismo en personas con enfermedades del corazón o diabetes. Igual que la acidez, este parámetro de calidad solo será útil para medir aceites de oliva que se hayan obtenido mediante un proceso de extracción natural, puesto que procesos como el refinado eliminan toda presencia de polifenoles en el aceite de oliva.

Índice de peróxidos: Son una medida de la cantidad de oxígeno activo en el aceite, es decir, su grado de oxidación. En miliequivalentes de oxígeno por kilo, cuanto mayor es esta cantidad más defectuoso es su sabor.

Presencia de ceras: Aporta información relativa al grado de limpieza del aceite, pues mide factores como la suciedad, la presencia de hojas en el aceite, o una temperatura demasiado elevada durante el proceso de extracción. También puede ser indicador de un mal proceso de almacenamiento.

Aunque la normativa europea establece los requisitos mínimos, hay otra serie de organismos a nivel estatal, como el consejo regulador de la denominación de origen Sierra Mágina, que establece criterios más exigentes en cuanto a los parámetros de calidad. Este consejo es considerado uno de los más exigentes del mundo, puesto que su sello de calidad es solamente otorgado a aquellos aceites de oliva virgen extra cuyo grado de acidez no supere el 0,5%. En el caso de la normativa europea, dicho porcentaje no es tan exigente y aumenta hasta el 0,8%.

No solamente las características o propiedades de la materia prima influyen en la calidad del producto final, pues el proceso de filtrado o la extracción del aceite de oliva serán partes del proceso que tendrán una repercusión importante en el sabor del producto obtenido. Se explicará su importancia en la descripción técnica del proceso de obtención de aceite de oliva.

La descripción de los cinco principales tipos de aceites obtenidos de la aceituna se describirá en función de algunos de los parámetros de calidad mencionados anteriormente, su proceso de obtención y el sector o público para quien está diseñado. Para poder clasificarlos, hay que hacerse una primera pregunta: ¿El aceite resultante es fruto de un proceso completamente natural y no ha sufrido ningún proceso químico para modificar sus propiedades?

Si la respuesta es sí, nos encontramos ante los aceites de oliva vírgenes, que se obtienen mediante procesos exclusivamente mecánicos a partir del zumo de aceituna. El hecho de no haber sido tratados químicamente supone que el aceite mantiene los polifenoles presentes en la aceituna y esto supone un incremento notable de su calidad. Se destina principalmente al uso cotidiano en crudo, mayormente en aliños y no tanto en fritos. Existen dos variedades:

3.1.1.1. Aceite de oliva virgen extra (AOVE)

Es el aceite de oliva de mayor calidad presente en el mercado. Su acidez es inferior al 0,8% y eso indica que la materia prima con que se ha producido gozaba del mejor estado posible, dando lugar a excelentes sabores y olores. Su nivel de peróxidos está limitado a 20 meq/Kg.

3.1.1.2. Aceite de oliva virgen (AOV)

Se encuentra en un nivel de calidad inferior y comprende índices de acidez comprendidos en el intervalo [0.8, 2] %. Esto significa que la materia prima se encontraba en peor estado, aun siendo éste óptimo. Aunque el umbral permitido de peróxidos sigue siendo menor a 20 meq/Kg, este aceite de oliva presenta algunas deficiencias en su sabor u olor, que se miden a través de un análisis organoléptico.

Cuando la calidad o propiedades del aceite obtenido no son suficientes para garantizar su producción o directamente no son aptos para el consumo, se recurre al proceso de refinado para modificar dichas propiedades. Consiste en un procedimiento fisicoquímico mediante el cual se reduce la acidez del aceite con el objetivo de obtener las características deseadas para la venta del producto, como pueden ser un color atractivo o un aspecto limpio. Algunas de las etapas del proceso son la adición de componentes, el aumento de la temperatura o la destilación. El proceso de refinado elimina los polifenoles y por tanto se puede concluir que cualquier aceite de oliva que incluya este proceso en su fabricación será de peor calidad que uno de categoría virgen.

Aunque la calidad es un factor clave, el coste de producción también lo es, incluso a veces en mayor medida y es por este motivo que más de la mitad del aceite de oliva consumido es refinado, puesto que su producción es más barata que los aceites vírgenes. Además, no hay suficiente producción de AOVE para satisfacer la demanda actual y eso incita a la producción de otros aceites no tan costosos. El uso de este tipo de aceites está destinado principalmente al sector de la restauración, como engrasante de planchas o para freír, donde también son muy usados otros tipos de aceite, como pueden ser de girasol, por ejemplo. Podemos diferenciar tres variedades más:

3.1.1.3. Aceite de oliva virgen lampante.

Éste es el más parecido a los aceites de oliva vírgenes comentados anteriormente puesto que se sigue obteniendo a partir del zumo de aceituna. La diferencia se encuentra en el estado de ésta, pues es la de peor calidad de todas. Este tipo de aceite se produce con las últimas aceitunas de la temporada, denominadas lampantes, que suelen estar en mal estado o en proceso de fermentación. Este estado deficiente provoca que el producto no sea apto para el consumo humano antes de alterar sus propiedades químicamente. Su acidez previa al proceso de refinado es mayor del 2%. Una vez realizado este proceso, mezclándolo con aceites vírgenes ya se puede proceder a su consumo y distribución.

3.1.1.4. Aceite de oliva suave o intenso.

Más conocido por su nombre comercial, en realidad se trata de una mezcla de aceites de oliva virgen y refinados donde la acidez se encuentra por debajo del 1,5% antes del refinado.

3.1.1.5. Aceite de orujo de oliva.

Igual que el aceite de oliva suave o intenso, es también una mezcla de aceites. En este caso, entre AOV's y aceite de orujo de oliva refinado^{iv}. Éste último se obtiene a partir de la extracción y refinado del orujo graso húmedo, denominado alperujo también, compuesto por los residuos de la producción de aceite de oliva en la almazara: una pasta que contiene pulpa, hueso, piel y agua. La acidez máxima para este tipo de aceites está limitada al 1,5%.

A partir de estos cinco tipos de aceites de oliva presentes en el mercado, se profundizará en los cuatro primeros, dado que la última categoría corresponde a un subproducto producido a raíz de los residuos de la producción original del aceite de oliva. De esta forma, se desvía del objetivo del actual proyecto que se ciñe al estudio del aceite de oliva como producto principal. Aunque no es descartable aprovechar los residuos producidos durante el proceso, ya sea para la fabricación de aceite de orujo de oliva u otras aplicaciones como la producción de biomasa a modo de recurso energético o fertilizante agrícola.

3.1.2. Análisis de la materia prima: aceituna

Una vez vista la clasificación de los distintos aceites de oliva, es necesario profundizar en la obtención de la materia prima dada la repercusión que tiene su tratamiento sobre el producto final.

Según datos ofrecidos por el Anuario de Estadística 2018, en la campaña 17/18 se han dedicado más de 2,35 millones de hectáreas al cultivo de aceituna para almazara, con un total de 37.000 hectáreas de nuevas plantaciones. Estos terrenos dieron lugar a una producción de 6 millones de toneladas, proporcionando un promedio de 2500 kg de aceituna por hectárea y estimando que, en promedio, de cada olivo se pueden extraer 7 kg de aceituna.

Cabe destacar que los datos de producción de la aceituna no se dedican exclusivamente a la producción de aceite y existe una pequeña porción del total de la aceituna recolectada (8%) que se vende directamente, la aceituna de mesa. El 92% restante sí que tiene como destino la almazara.

Para el estudio del proceso de producción, y las cantidades de cada producto que van a intervenir en él (litros de agua, toneladas de aceituna...) es necesario estudiar el rendimiento de la aceituna y la descomposición de ésta, para saber de qué está compuesta y cuáles son sus proporciones.

De la misma campaña podemos extraer la siguiente información, que nos indica de forma aproximada que se necesitan 5 Kg de aceituna para poder obtener 1 Kg de aceite. En términos cotidianos, asumiendo una densidad de 900 Kg/m³, equivale a 1,1 litros.

Aceituna (Tn)	Aceites vírgenes (Tn)	Ratio
6.044.453	1.238.629	4,88

Tabla 1. Ratio de aceituna-aceite

El resto de los elementos que componen una aceituna se muestran en el siguiente gráfico. La materia seca, compuesta por hueso, pulpa y semilla representa el 35% en peso de la aceituna y el peso del hueso puede variar desde el 13 hasta el 33%, en función de la variedad de aceituna. Se ha estimado un valor promedio del 25%, igual que de aceite.

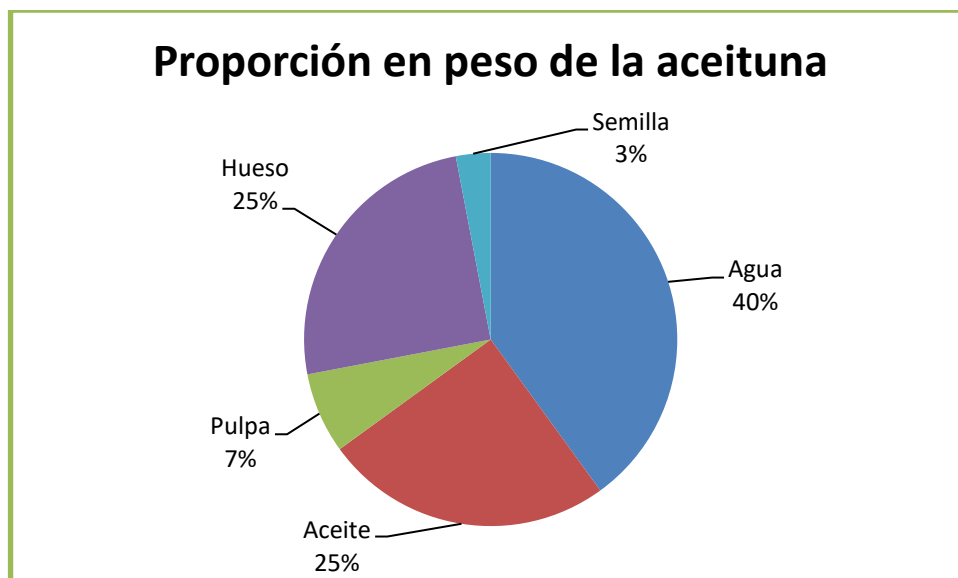


Figura 1. Distribución en peso de los componentes de la aceituna

El estudio nombrado anteriormente también refleja información acerca de dónde va a parar la diferencia entre las toneladas de aceituna recolectadas y el aceite vírgen obtenido. Y es que no hay que olvidar que la pulpa y los huesos se utilizan para producir el orujo, aprovechando cerca de 4,5 millones de toneladas. El 20% corresponde al valor proporcionado de aceites de oliva vírgen y el restante 9%, a la aceituna de mesa, como se ha comentado anteriormente.

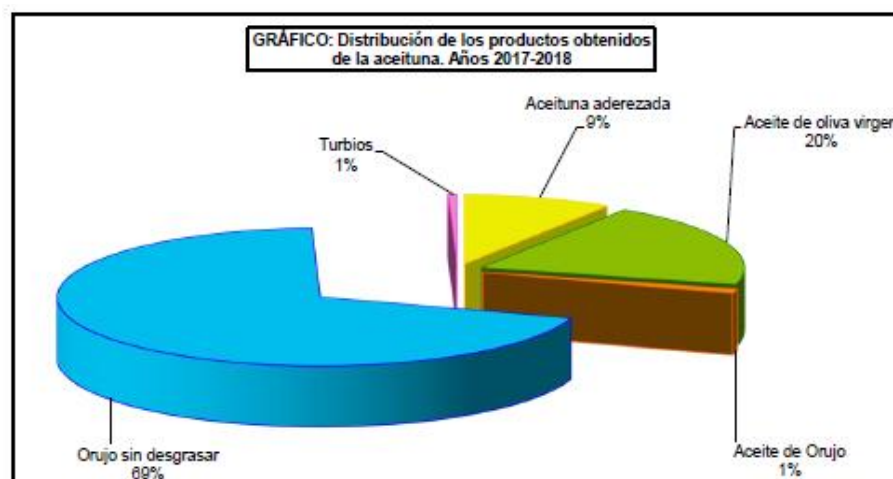


Figura 2. Productos obtenidos de la aceituna

Una vez estudiada cuantitativamente, es necesario estudiar el proceso de crecimiento del fruto hasta su traslado a la planta para su tratamiento. Se definen tres grandes bloques para caracterizar la aceituna: El tipo de cultivo a que se somete el olivo, según el método de riego o el tipo de plantación, el proceso de recolección y la variedad.

3.1.2.1 Cultivo

Clasificar los tipos de cultivo del olivar según la metodología de riego o la distribución y planificación de la plantación provocará mayores o menores rendimientos, como se verá a continuación, pero existe una serie de factores que será necesario tener presentes siempre, pues aumentarán la capacidad productiva y el aprovechamiento, en general, en todos los casos.

Existen zonas más favorables que otras. Las óptimas para dicho cultivo son las comprendidas entre las latitudes de 30 y 45° tanto en el hemisferio norte como sur. Es por este motivo que el clima mediterráneo, con un verano seco y caluroso es un lugar idóneo para el cultivo de la aceituna. Por el contrario, las zonas más montañosas que son susceptibles de heladas pueden ser contraproducentes y empeorar la producción del olivar. También será recomendable ubicar las plantaciones en zonas con alta pluviometría y en terrenos permeables que permitan una fácil filtración del agua hacia las raíces del árbol, ya que estos factores aumentan la producción y rendimiento del olivo de forma notable.

Existen otros factores como el control de plagas, la fertilización, la poda o las horas de sol que también son de importancia, pero no se considerarán por lejanía a la rama de estudio, que sigue siendo el aceite de oliva.

Históricamente han existido dos modalidades de cultivo, no solamente del olivar, sino también de otras plantaciones

Según el método usado para regar el olivar, podemos distinguir entre la agricultura de secano, que depende únicamente de las precipitaciones atmosféricas y la de regadío, que usa un sistema de alimentación complementario mediante canales, inundación, goteo... etc.

En la actualidad, el 77% de las hectáreas dedicadas al cultivo del olivo en España se cultivan mediante la agricultura de secano frente al 23% restante de regadío. Es, básicamente, una cuestión económica dada la inversión que supone, dado que los datos de rendimiento indican que es mucho más eficiente una plantación de regadío, extrayendo en promedio aproximadamente 5 toneladas por hectárea, por las 2 que se obtienen por secano. Aparte del factor económico, existen otros argumentos favorables y desaconsejables para ambas formas de cultivo:

	Secano	Regadío
A favor	<ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la fertilidad del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implica un ahorro de agua de hasta un 60%. • Efectos positivos del control aumentan la producción.
En contra	<ul style="list-style-type: none"> • Una estación seca puede provocar un desnivel significativo de la producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • La inversión que supone la instalación.

Tabla 2. Comparativa entre tipos de cultivo

Según el tipo de plantación, existen dos métodos: el tradicional y el intensivo o súper intensivo^{vi}. Mientras que el primero consiste en adaptarse al terreno, la distribución actual de los olivos y al clima, los sistemas intensivos optan por una planificación de distribución del olivar que permita mecanizar el proceso y donde la

influencia del clima o el terreno no sean tan relevantes. La diferencia entre los métodos intensivo y súper intensivo simplemente está en los números. El último es el método con mayor densidad de plantación, alcanzando valores de 2000 olivos por hectárea frente a los 600 que proporciona el cultivo intensivo. Pero a su vez es contraproducente pues cuanto mayor es la cantidad de árboles por unidad de superficie, menor es la esperanza de vida de los olivos, siendo de 40 años para el cultivo intensivo por los 15-20 del súper intensivo. En comparación con la metodología tradicional, los métodos de planificación presentan las siguientes ventajas e inconvenientes:

- A favor: La producción experimenta un aumento considerable, debido a la mecanización del proceso. A su vez, también se requiere mucha menos mano de obra.
- En contra: El coste de la instalación o la corta esperanza de vida, especialmente en el cultivo súper intensivo, son los principales inconvenientes de este método.

En la actualidad, la tendencia conduce al uso de los métodos intensivos, sobre todo en zonas llanas de Andalucía como Jaén, Córdoba o Sevilla, y más aún en los nuevos países productores (Australia, China, EEUU, etc). Mientras que, en las zonas de sierra, donde la maquinaria tiene más dificultades, se sigue optando por el método tradicional.

3.1.2.2. Recolección

La recogida de la aceituna se lleva a cabo entre los meses de octubre y enero en el hemisferio norte, y de febrero a mayo en el hemisferio sur. El momento exacto de recogida del fruto, en su estado de maduración óptimo va a condicionar la calidad del aceite, así que es normal ir tomando muestras para evaluar las propiedades de la aceituna en el laboratorio para decidir cuándo empezar la recolección.

Si se quiere obtener un aceite de la mayor calidad posible, será necesario iniciar la cosecha a mediados o finales de noviembre, período en el que la aceituna se encuentra en estado óptimo, presentando los mejores sabores y aromas y teniendo mayor cantidad de polifenoles. Anteriormente, cuando la calidad no era un requisito tan fundamental e importaba más aumentar la proporción de quilo de aceite por quilo de aceituna, se realizaba la colecta a mediados o finales de diciembre, con la aceituna más madura que ya había perdido buena parte de sus propiedades. Existen tres métodos para recoger la aceituna:

Ordeño. De los tres es el más antiguo de todos y el menos utilizado. Consiste en ir recogiendo las aceitunas manualmente y de una en una, introduciéndolas en una cesta.

- Es el único método que garantiza que la aceituna no sufre ningún defecto. También conocida como “aceituna vuelo”, ya que ésta llega a la almazara sin tocar el suelo, no contiene rastros de tierra o piedras. Dado que se conservan todas sus propiedades, esta práctica está destinada principalmente a la aceituna de mesa y a la fabricación de aceites de oliva de la mayor calidad.
- La contrapartida de ser el procedimiento que proporciona la aceituna de mayor calidad es la lentitud del proceso y el requerimiento de mayor mano de obra.

Vareo. Aunque surge algo más tarde que el ordeño, sigue teniendo mucha antigüedad y ha sido usado desde hace siglos. Trata de golpear las ramas del olivo para que la aceituna caiga sobre un mantón, situado debajo del árbol para facilitar la recogida del fruto. También se puede recoger mediante sopladura, una barredora o paraguas recolector.

- Como argumento a favor, se puede destacar que es un método más rápido y requiere menos esfuerzo que el ordeño.
- En cambio, el estado de la aceituna empeora al caer al suelo y el árbol sufre daños. También produce vecería: el rendimiento del árbol se vuelve más irregular y alterna temporadas donde da mucho fruto con otras con muy poco.

Vibración^{viii}. Es el método más contemporáneo y novedoso de los existentes. Consiste en ajustar unas pinzas vibradoras al tronco o las ramas del olivo que lo agitan hasta que buena parte de la aceituna cae al suelo.

- Es el método más rápido y cómodo de todos y requiere de muy poca mano de obra.
- En contra de este método influyen factores tales como el coste de la maquinaria, la ineptitud en terrenos con fuertes desniveles o los daños en tronco y fruto producidos por las sacudidas.

Desaconsejando el ordeño para grandes producciones y la vibración para aquellas pequeñas empresas o cooperativas que no pueden permitirse tal inversión, el vareo sigue siendo el método más usado, en promedio, para recoger la aceituna.

3.1.2.3. Variedad

El último de los tres grandes factores de influencia es el menos influyente debido a que no es tan relevante la variedad a recolectar sino las consecuencias que tiene sobre el cultivo o la recolección, ya que las condiciona de manera importante. Escoger una variedad u otra puede suponer que la aceituna no sea recolectada mediante un proceso mecánico debido a su resistencia al desprendimiento. En relación con el cultivo, las distintas variedades presentan tiempos de maduración muy dispares que pueden modificar la planificación de la plantación o el sistema de riego escogido, adelantando o retardando el inicio de la campaña.

Sí que existen diferencias en los sabores y aromas que aporta cada variedad. Así como los beneficios para la salud, que son característicos de cada tipo de aceituna.

En España existen en la actualidad más de 250 variedades. La más producida es la variedad Picual, con aproximadamente el 50% de cuota sobre el total producido en la península. Las principales plantaciones se encuentran en Córdoba, Granada y sobre todo Jaén, donde el 95% del olivar está destinado a esta variedad. Diversos factores conducen a que sea la variedad más cultivada:

- Su producción es elevada y relativamente constante.
- Se adapta a diversas condiciones de clima y suelo, siendo tolerante a las heladas y al exceso de humedad.
- Su maduración precoz y la baja resistencia al desprendimiento la hacen apta para la recolección mecanizada.
- Presenta un alto rendimiento graso, conocido como el total de aceite en % peso presente en la aceituna

En Andalucía se dedicaron más de 900.000 hectáreas al cultivo de esta variedad, a una distancia considerable de la selección hojiblanca (usada tanto para aceituna de almazara como de mesa) y arbequina. En el resto del país, la variedad que destaca es la cornicabra, producida en Ciudad Real y Toledo principalmente y que presenta datos de producción similares a la hojiblanca.

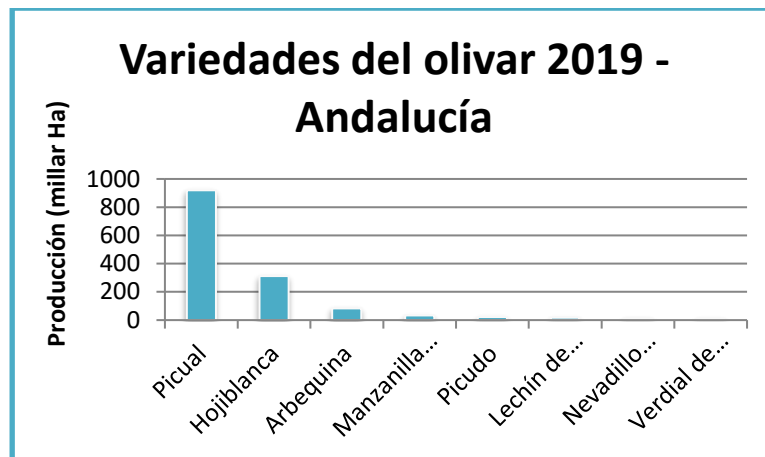


Figura 3. Principales variedades de aceituna

3.1.3. Oferta: Estudio de producción

Según datos ofrecidos por un estudio del sector del aceite de oliva de Andalucía en el año 2017, la producción media mundial de aceite de oliva ha experimentado en la última década una ligera tendencia al alza, siguiendo la línea de los años anteriores. El aumento de la demanda de este tipo de productos, cuyas causas y consecuencias se explicarán en el próximo punto, ha provocado a su vez un aumento de la oferta a nivel global que ha beneficiado a los grandes productores de aceite de oliva, entre ellos España, convirtiendo a nuestro país en el primer productor mundial del mercado.

3.1.3.1 Producción mundial

A nivel global, la producción del aceite de oliva se encuentra repartida entre 56 países, con más de 11 millones de hectáreas dedicadas al cultivo de la aceituna. El aumento del consumo en los últimos años, entre otros factores, ha provocado que dicha superficie de conreo haya aumentado un 15% en los últimos quince años. El tipo de terreno y clima son dos de los principales factores que provocan que la zona del mediterráneo sea propicia para el cultivo de la aceituna, aportando más del 40% de la producción mundial, solo entre tres países: España, Italia y Grecia. Por continentes, más del 67% de dicha producción se produce en Europa mientras que a Asia y África les corresponde un 15% a cada una.

Tal y como se puede comprobar en el siguiente gráfico, en el año 2014 según la FAO (Food and Agriculture Organization) España fue el primer productor del mercado distanciando a su principal perseguidor en más del doble de unidades producidas, en toneladas.

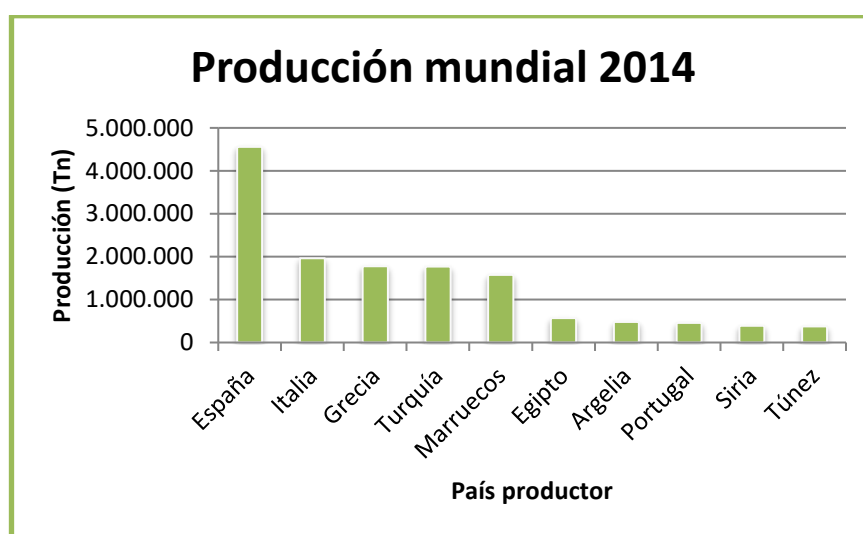


Figura 4. Producción internacional, 2014

Se puede observar que entre España, Italia, Grecia, Turquía y Marruecos se cubre el 75% de la cuota de mercado y que solamente la producción española alcanza un 30% sobre el total. Aunque los datos de producción, que dependen de lo buena que haya sido la temporada, pueden ser un tanto irregulares, las tendencias y cuotas respecto al resto de países se mantienen a lo largo de los últimos años.

3.1.3.2. Producción Española

Entrando con más profundidad en nuestro país, encargado de alrededor del 33% de la producción mundial según el mismo estudio mencionado con anterioridad, el proceso de obtención del aceite de oliva se realiza a través de más de 1750 almazaras y 22 refinerías, entre otras industrias.

Andalucía es la comunidad donde se centra la industria destinada al aceite de oliva, tanto a la recolección de la aceituna como a la elaboración del propio aceite. Más de la mitad de las empresas censadas en España dedicadas a la fabricación del producto están situadas en Andalucía y entre las provincias de Jaén y Córdoba se obtiene el 65% de todo el aceite elaborado en el país. En el siguiente gráfico se puede observar la influencia de dichas provincias en la producción de la última campaña, donde el total en la comunidad asciende a casi un millón de toneladas.



Figura 5. Producción local, 2019^{viii}

El volumen de producción se realiza gracias a los 2,62 millones de hectáreas de cultivo (1,58 solamente en Andalucía). Aunque el 95% de la aceituna recolectada en estos terrenos es de almazara, las hectáreas dedicadas al cultivo del olivar dedican también la pequeña proporción restante del 5% a producción de aceituna de mesa y mixta, que sirve para ambos casos. En cuanto al método de cultivo, entre el 60 y 70 por ciento corresponde a la agricultura de secano y el resto a regadío.

3.1.3.3. Distribución del sector

¿Y cómo se distribuye el sector? A diferencia de otros sectores, donde predominan las grandes compañías en detrimento de las PYMES, en el sector de estudio se puede comprobar que el tamaño de las empresas está repartido de forma equitativa. La mayoría son medianas empresas y la proporción entre grandes y pequeñas solo se distancia en diez puntos, como muestra el siguiente gráfico.

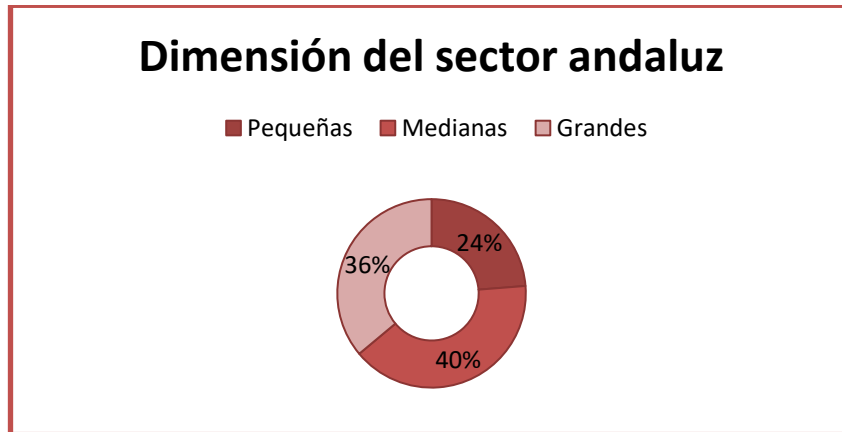


Figura 6. Distribución de empresas del sector

No solamente existen diferencias en cuanto al volumen de producción o el número de trabajadores entre los distintos tamaños de empresas, también en la estrategia comercial en el sector o hacia quién están orientadas. Todas las empresas tienen objetivos comunes, como la promoción del producto, ser lo más eficientes posibles o estar presentes en el mercado internacional. Pero factores como la diversificación industrial o el interés en marcas genéricas diferencia a las grandes de las PYMES, que en general optan por estrategias distintas como la especialización en un único producto o la transmisión de la percepción de calidad.

3.1.4. Demanda: estudio de las exportaciones

Para poder entender la demanda habrá que dar respuesta a dos preguntas. ¿Dónde exportar? Y ¿qué o qué cantidad? Será necesario identificar cuáles son los mercados donde hay que focalizar las exportaciones o centrar esfuerzos comerciales, así como realizar un estudio del consumo mundial del producto que nos dé una idea de qué tipos de aceites son los más comercializados o cuál es el precio unitario de venta en aquellas regiones importadoras de aceite de oliva.

3.1.4.1 Nuevos mercados de consumo

El consumo mundial de aceite de oliva ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años, hecho que se ha traducido en un aumento de la demanda de este producto. Éste se puede clasificar entre los mercados tradicionales, que conforman el 72% del consumo total y los nuevos mercados, que asumen la parte restante. Ambas categorías se diferencian en el hecho que los mercados tradicionales han mantenido una tendencia de consumo constante (aunque ligeramente al alza) mientras que los nuevos mercados han experimentado un crecimiento notable en los últimos 30 años, doblando su consumo, llegando al 28% del total cuando en el año 1991 éste era del 15%. La siguiente tabla ilustra qué países se incluyen en cada categoría.

Mercados tradicionales	Nuevos mercados
<ul style="list-style-type: none"> • Integrados en la UE • África: Egipto, Túnez, Marruecos, Argelia • Oriente medio: Irán, Jordania, Líbano, Turquía • Sudamérica: Argentina y Uruguay 	<ul style="list-style-type: none"> • América: Canadá, EE. UU., México, Brasil, Chile • Asia: Japón, China, Taiwán • Europa: Suiza, Noruega • Otros: Australia, Arabia Saudí, Rusia, Siria

Tabla 3. Mercados del aceite de oliva

Sin embargo, un aumento del consumo no tiene por qué implicar un aumento de las exportaciones a ese país. Tal y como se puede observar, las exportaciones a mercados tradicionales siguen en aumento mientras que las realizadas a los nuevos países tienen un comportamiento mucho más irregular, aunque también al alza. Este hecho se produce debido a que los nuevos países tienen cada vez más influencia en la producción mundial, como se ha comentado con anterioridad. Y a más producción propia, menos necesidad de importar producto.

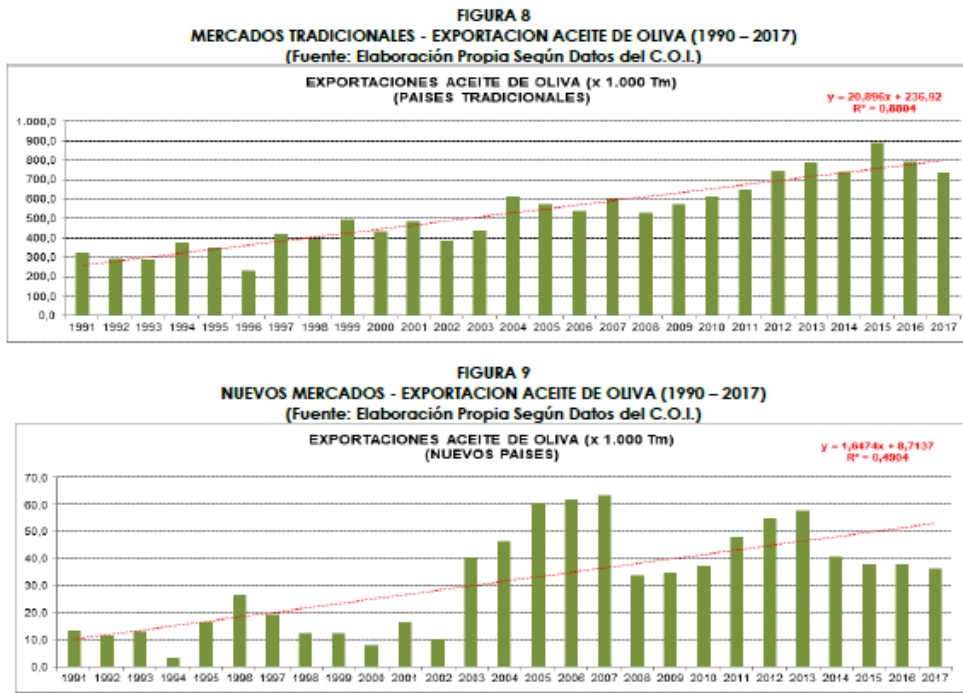


Figura 7. Exportaciones según tipos de mercado

3.1.4.2. Exportaciones españolas

Aunque la clasificación de los tipos de aceites de oliva es extensa y existen diversas variedades, las exportaciones españolas son básicamente de aceite de oliva virgen extra, representando el 95% del total. A nivel nacional, las exportaciones españolas superaron los 2.500 millones de € en el año 2016. El principal comprador fue Italia, cubriendo el 31,89% del total de ventas, seguido de los Estados Unidos, con un 14,07%. Entre los ocho principales importadores se encuentran cuatro países europeos, clasificados como mercados tradicionales, mientras que los cuatro restantes pertenecen a los denominados nuevos mercados. Se puede comprobar que la proporción de exportaciones a los mercados tradicionales es del 70% y concuerda con el dato de consumo en estas regiones, donde es del 72%.

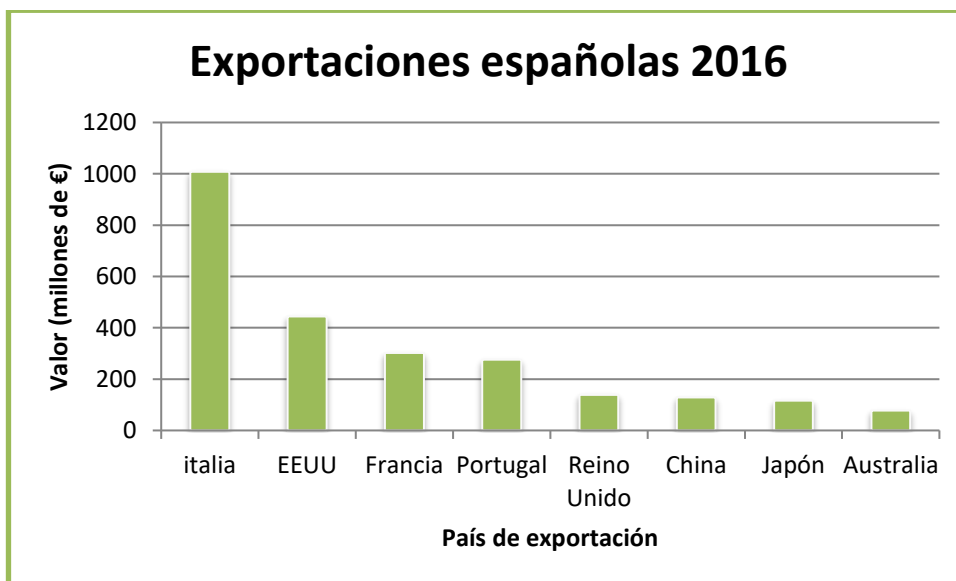


Figura 8. Exportación española, 2016

Como las exportaciones españolas tienen un peso muy significativo en Andalucía, las tendencias de exportación son muy parecidas, tanto en países como en cantidades (de forma proporcional). Desde los años 2010 hasta 2016, según este estudio, en la comunidad han aumentado las exportaciones en un 61%.

En el último año el valor de las ventas en la comunidad alcanzó los 2.300 millones en exportaciones a otras regiones mientras que el segundo exportador español fue Cataluña, con una cifra de 430 millones. Teniendo en cuenta que las exportaciones totales sumaron 3.200 millones, Andalucía representó el 74% del total, por un 13% de la comunidad catalana.

A diferencia de las exportaciones al extranjero, que se basan en los aceites de oliva vírgenes, principalmente, con una cuota del 75% sobre el total, cuando hablamos de la exportación andaluza al resto de comunidades autónomas del país hay que considerar que también existe demanda de aceites para la restauración y no solo de primera calidad. En esta ocasión, el porcentaje de aceites de oliva vírgenes (AOV y AOVE) se reduce al 73%. Los aceites de oliva representan un 20% y la cantidad restante corresponde a otros tipos, como aceite en bruto.

En referencia a la comunidad andaluza, aunque la producción de aceite de oliva se realiza básicamente entre Jaén y Córdoba, en Sevilla es donde se focaliza el sector empresarial y la primera provincia en número de exportaciones, seguida de Córdoba y Málaga.



Figura 9. Exportación andaluza, 2016

3.1.4.3. Tendencias de exportación

Como se ha comentado anteriormente, uno de los factores más importantes en la estrategia empresarial del sector del aceite de oliva es la internacionalización del producto y la promoción exterior, dado que España, al ser el primer productor mundial, se encuentra en posición de abastecer a países del mundo que no disponen de las condiciones idóneas para el cultivo del olivar y se ven obligadas a importar el producto. La decisión a tomar es dónde centrar esfuerzos y qué mercados son más convenientes para las empresas españolas.

Para realizar un estudio de los mercados prioritarios donde se van a centralizar esfuerzos, hay que definir previamente aspectos genéricos de tendencias de exportación:

- Será prioritario invertir en mercados ya consolidados en el sector. Si además de ser un mercado fuerte es atractivo, es decir, ofrece un buen precio unitario de compra, tendrá aún más preferencia.

- Se centrarán esfuerzos en aquellos países que hayan experimentado un crecimiento notable tanto en consumo como en importaciones.

Más en concreto, el estudio encargado por la Agencia Andaluza de Protección Exterior considera claves cuatro criterios con los que, a través de una adecuada ponderación, se obtiene un listado de mercados emergentes donde se recomienda incrementar o centrar esfuerzos comerciales:

- Crecimiento de las importaciones. Se dará prioridad a aquellas regiones donde las importaciones hayan crecido en las últimas campañas.
- Población del mercado. Dado que aquellos mercados con más población registrarán a su vez mayor cantidad de potenciales consumidores.
- PIB per cápita. Al tratarse de un producto de calidad, se priorizará aquellos territorios con mayor renta individual que puedan permitirse su adquisición.
- Precio medio del producto en el mercado, con el objetivo de priorizar aquellos mercados con mayores precios unitarios.

Estos criterios dan lugar a tres grupos de países. Los más propicios y donde se debería invertir esfuerzo de forma prioritaria son Japón y Canadá. El segundo grupo está compuesto por los EE. UU. y Brasil, mientras que el último bloque lo conforman México, Suiza y China.

Uno de los problemas que ha tenido históricamente el mundo del aceite de oliva español ha sido la poca dedicación a la comercialización de un producto que, en términos de calidad, es excelente. Esta problemática se expone en el abstracto de "A MARKETING PLAN FOR THE EXTRA-VIRGIN OLIVE OIL INDUSTRY IN THE PROVINCE OF JAÉN", de Juan Alberto Hueso:

This master thesis will be object of study from Spanish agrarian cooperatives or small and medium-sized enterprises (SME) which are not able to afford marketing plans. Most of these farmers are not aware of different methods to improve their current situation or are not familiar with marketing or new channels of distribution/commercialization. The main problem is that the large number of co-ops sell olive in bulks unbottled since they are not ready to sell their product to the final customer. This kind of producers are only focused on the production, neither in the marketing nor in the commercialization process. For that reason, this paper may improve the situation of the SME as well as single farmers.

3.1.5. Precios

Una vez son conocidas las principales características del producto y su materia prima, así como los datos de producción y exportación, es hora de poner valor económico a estas dos últimas características, que permitirán hacerse una idea inicial de qué márgenes de venta se pueden obtener con la venta del producto. Conociendo los precios de obtención de la materia prima y los de exportación al extranjero se puede estimar el margen obtenido en la operación. Los precios de producción pueden servir como orientación para estimar cual es el valor del proceso realizado en planta.

3.1.5.1 Precio de venta de aceite

En el caso de las exportaciones, es imprescindible conocer a qué valor se vende el litro (o kg) de aceite de oliva en el mercado internacional, en qué países y cómo es, en promedio, el precio de venta de España respecto a sus competidores.

El 74,4% de las exportaciones españolas durante la campaña 2014/2015 fueron de aceites de oliva vírgenes. El lampante representó un 6% y el resto de los aceites, el 19,6% restante. Según datos del estudio del sector del aceite de oliva en Andalucía (2017), la India fue el país que importó el producto español a un mayor precio unitario (5 €/kg), seguido de Rusia y Brasil. Por detrás de ellos podemos encontrar otros países como China, Polonia, Japón o Alemania, con precios promedio cercanos a los 3,9 €/kg. Teniendo en cuenta la aportación de cada uno de estos países sobre el volumen total de las exportaciones de ese mismo año, se puede apreciar que la India y Rusia no llegaron al 1% sobre el total, por lo que el precio de venta a estos países no es significativo en cuanto al volumen general de facturación. También se puede observar que, en el caso de Italia, EEUU y Francia, que es donde se concentran casi el 50% del aceite de oliva exportado en el 2016, el precio medio disminuye, hasta un valor ponderado de 3,37 €/kg entre los tres países.

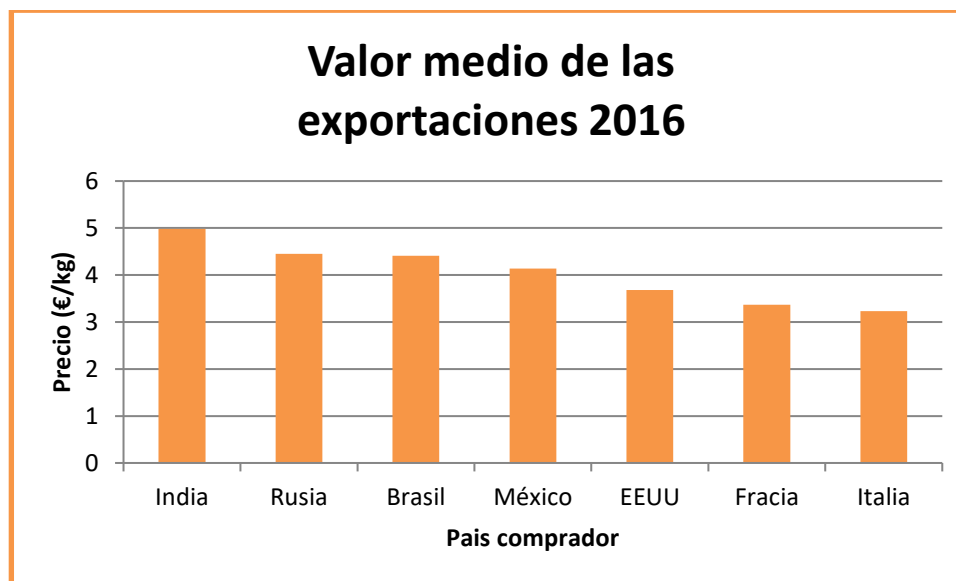


Figura 10. Precio de las exportaciones españolas

En referencia a la competencia, tal y como se ha estudiado en la oferta del producto, Italia, Grecia, Turquía y Marruecos son los países con mayor volumen de producción después de España. Según datos ofrecidos por ICEX (Instituto del Comercio Exterior), en la campaña 2014/2015 el precio medio en origen del aceite de oliva virgen extra italiano fue de 6,05 €/kg a finales de marzo, hecho que contrasta con los 3,25 €/kg de España y los valores algo inferiores para Grecia y Túnez.

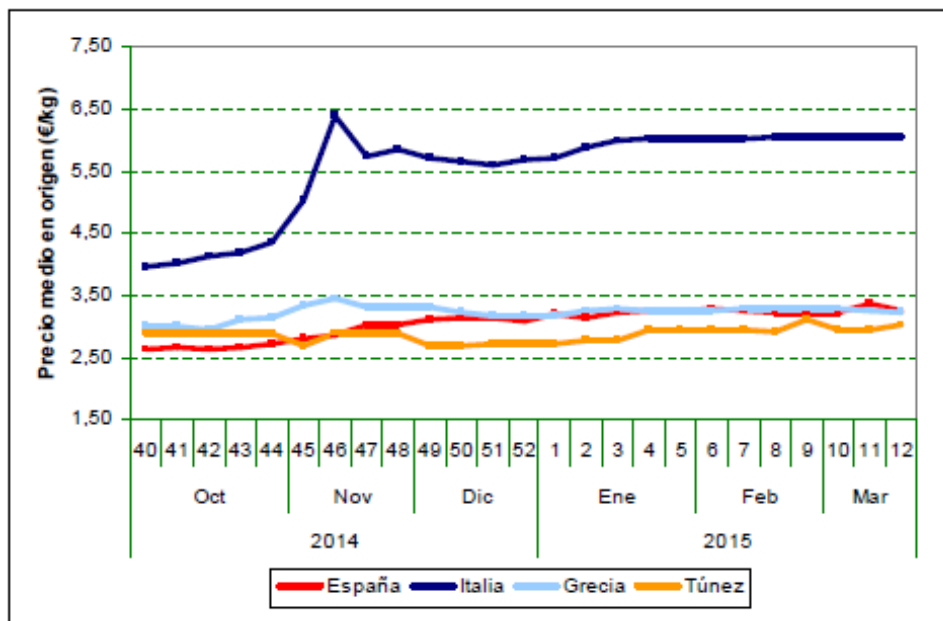


Figura 11. Evolución temporal del precio de venta, por países

La diferencia disminuye cuando se trata del aceite de oliva virgen, donde en el mismo periodo la distancia entre el precio italiano y español era de un punto porcentual. En el caso del aceite de oliva lampante, es España quien ofrece un precio medio en origen (2,7 €/kg) superior al de Italia, aunque a escasa distancia. Es una realidad que el aceite de oliva italiano se vende a un precio muy por encima del español y esta tendencia se confirma en la actualidad, dejando en evidencia la baja rentabilidad de los precios en España y la gran aptitud comercial del país italiano.

3.1.5.2. Coste de producción

Para poder valorar el coste de producción, será necesario tener en cuenta parámetros como el tipo de cultivo (según riego o planificación) o la pendiente del terreno, para posteriormente obtener una media ponderada que nos aproxime un coste aproximado.

En Andalucía, para la producción de aceite de oliva virgen extra, el desglose de los costes desde su producción hasta la venta es el siguiente:

- Explotación agraria: 72%
- Almazara: 7%
- Envasadora: 17%
- Distribución comercial: 4%

Casi tres cuartas partes del coste de la cadena reparan en la explotación agraria y por tanto será un factor importante por optimizar. Ésta se puede clasificar según los siguientes factores, con los precios unitarios medios promedio.

Planificación	Tradicional		Intensivo		Súper intensivo		
	Alta	Moderada	-	-	-	-	
Pendiente	Alta	Moderada	-	-	-	-	-
Cultivo	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Regadío
Coste de producción (€/kg)	3,25	2,92	2,70	2,55	3,04	2,45	2,05

Tabla 4. Costes de producción según tipo de cultivo^{ix}

Podría ser intuitivo pensar que el coste explotación de una plantación usando el cultivo de regadío fuese más grande que el de secano, debido a la aportación extra de recursos para el sistema de riego, por ejemplo. Y es que, aunque sí que se ahorra en mantenimiento, la producción es muy inferior. Además, siguen existiendo una gran parte de costes fijos (recolección principalmente) y este conjunto de factores hace que el coste unitario de producción sea mayor en secano que en regadío.

Una pendiente significativa dificulta las tareas de recolección, encareciendo el proceso en plantaciones tradicionales, ya que en las intensivas ya se prevé este factor y no existen pendientes considerables.

Teniendo en cuenta estos factores, haciendo la media ponderada teniendo en cuenta la proporción de cada tipo de terreno con las características descritas anteriormente y sus respectivos precios, se obtiene que en el año 2015 el coste de producción del aceite de oliva fue de **2,75 €/kg**. Este valor es muy cercano a la media de los países del COI (Consejo Oleícola Internacional) y ligeramente superior a estados productores como son Marruecos, Túnez o Turquía. Este hecho indica una buena posición del país español en cuanto a producción. El país italiano, que vende su aceite a un precio superior, a su vez tiene unos costes de producción muy superiores que lo alejan de la competitividad en aspectos de obtención del producto.

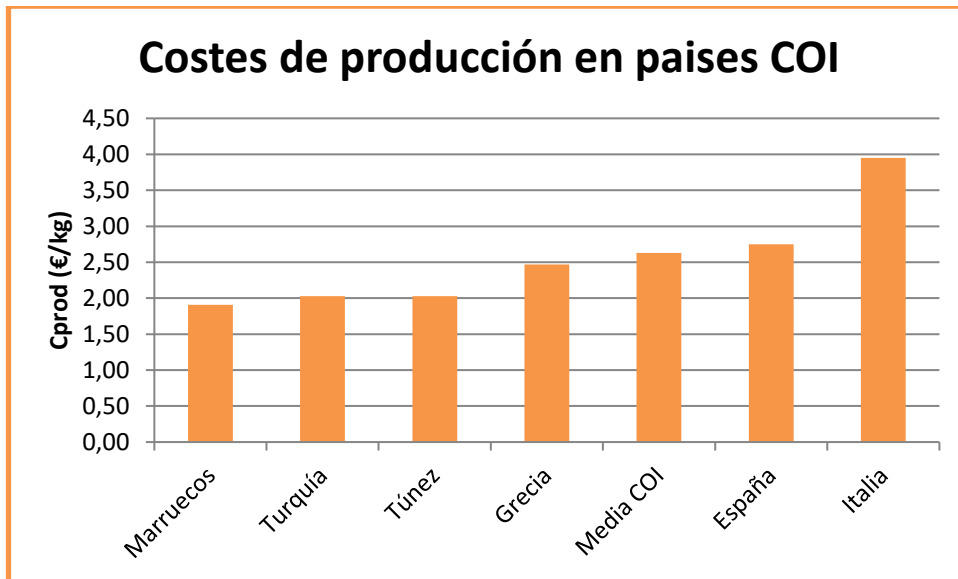


Figura 12. Costes de producción según país productor

Pero los costes de producción no siempre coinciden con el precio que paga la industria al agricultor. De hecho, este es el motivo de queja de los jornaleros en la actual campaña 2019-20. En el artículo de La Información^x, recriminan que, aunque el consumo de aceite de oliva se ha visto reducido un 8% en los dos últimos años, el precio pagado a los agricultores en Jaén ha sido un 40% menor, pasando de algo menos de 3,5 €/kg a los actuales 2 €/kg. En el siguiente gráfico se puede analizar la tendencia de precios percibidos por los agricultores durante los años 2013-2017, que confirman la tendencia alcista que existía en 2017 hasta la reducción actual hasta los 2 €/kg.

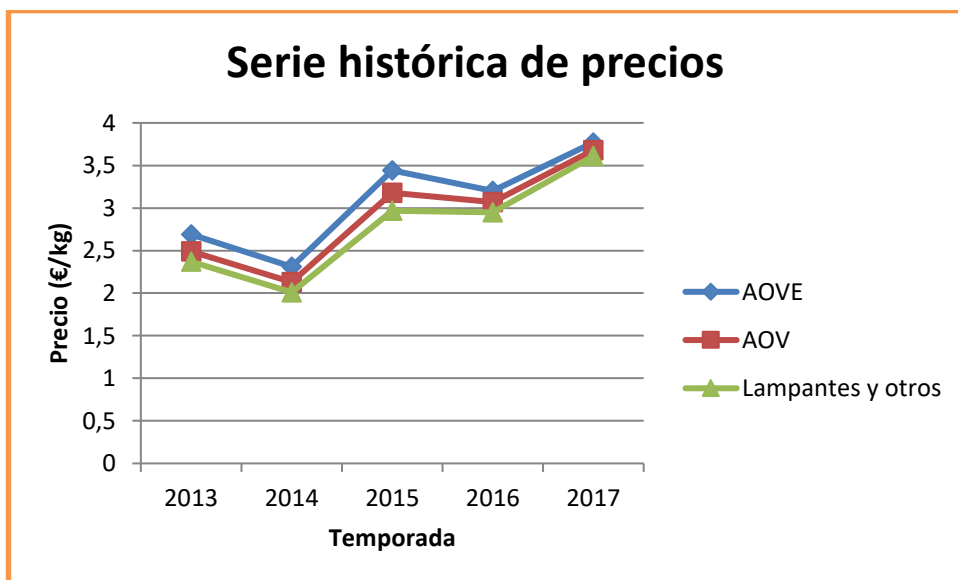


Figura 13. Evolución temporal de precios

3.1.5.3. Precio de compra de aceituna

Finalmente, el último sector de precios interesante a estudiar es el precio que cuesta obtener la aceituna para tratarla durante la temporada. Existen dos modalidades para calcular este precio, que dependen del contexto en el que se encuentre la planta de producción. Suponiendo que las hectáreas de terreno son ajenas a los propietarios de la planta, sería suficiente obtener un precio único de compra de aceituna (€/kg). En cambio, en

el escenario donde la planta fuese alimentada mediante aceituna obtenida de los terrenos de los copropietarios, solamente sería necesario computar el coste laboral de los jornaleros durante la campaña, que vendría incluido en el precio único en caso de comprarla a un proveedor externo.

La compra a granel de la aceituna puede tener un precio muy variable, función de la variedad de la aceituna, las toneladas que se soliciten, la temporada o el rendimiento, entre otros. Incluso pueden existir variaciones en el precio dentro de la misma campaña, semanalmente. Estos hechos hacen difícil realizar una estimación de cuál sería el coste real de adquisición de la materia prima y se procederá a obtener una media entre distintas variedades de un mismo vendedor. En el portal Agrocomprador, se pueden obtener las siguientes variedades de precios:

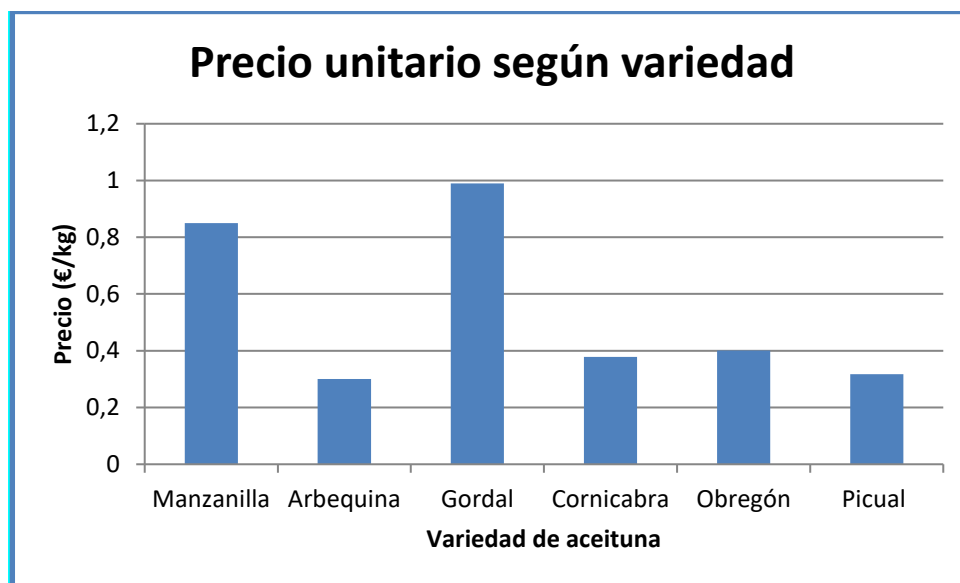


Figura 14. Precio de compra de aceituna^{xi}

Realizando el promedio, se obtiene un promedio de **0,54 €/kg**. En el momento de elegir la variedad deseada, se procederá a analizar distintas opciones de mercado de la misma categoría con el objetivo de identificar la mejor opción.

A modo de conclusión, se puede observar que, aunque los precios son muy irregulares dependiendo de la campaña, España se encuentra en una buena posición en cuanto a precios de producción, pero lejos de un buen rendimiento de exportaciones internacionales.

Una vez realizado el estudio de mercado del producto a fabricar, el aceite de oliva es necesario elegir qué tipo se va a producir, con qué tipo de aceituna y en qué cantidad. Los otros aspectos explicados anteriormente como los datos de producción, las exportaciones o los precios, tanto de la materia prima como del producto terminado, serán tenidos en cuenta al realizar el análisis de viabilidad económica.

3.2. Producto a fabricar

Dada la posibilidad técnica de la industria para producir los distintos tipos de aceite, la elección de la clase a producir se basa en aspectos como elaborar un producto lo más natural y saludable posible que pueda atender a una demanda internacional. El aceite de oliva virgen extra es el que reúne mejor esta demanda y, siendo el producto de mayor calidad que se puede ofrecer, va a ser el producto a fabricar.

Respecto a la materia prima, la variedad más presente en la región andaluza es la Picual, que goza de gran calidad y será la escogida para fabricar el AOVE. Acerca de los parámetros descritos de recolección y tipo de cultivo, se solicitará una recogida mediante ordeño, si es admisible económicamente y en caso contrario, proceso mecanizado o vareo. El método de cultivo no será de gran relevancia, aunque se priorizará por el regadío, pues se obtendrá la aceituna que mejor relación calidad precio ofrezca.

En el momento de realizar el análisis económico correspondiente para comprobar la rentabilidad del proyecto, se va a suponer que el aceite producido en la planta tiene como objetivo su envase y distribución para la venta internacional en los países donde se generan mejores márgenes, que son, a su vez, la asignatura pendiente del sector del aceite de oliva, la exportación internacional.

3.3. Tamaño de producción

Como se ha visto en el estudio de mercado, el sector del aceite de oliva no es un sector dominado por las grandes empresas sino, más bien al contrario, dominan pequeñas compañías y cooperativas, representando a 2 de cada 3 compañías. Sabiendo también que invertir directamente en un gran proyecto donde no está asegurado el éxito debido a la competencia, el riesgo, la variedad de rendimientos según temporada y otros factores, de entrada, no parece aconsejable pensar en implementar una planta capaz de producir grandes cantidades de producto.

Hay numerosos ejemplos de compañías cuyo negocio ha ido creciendo poco a poco hasta convertirse en una gran empresa a través de ampliaciones de líneas, y es que la ventaja de este sector es que las ampliaciones son relativamente sencillas de aplicar si se posee espacio para acometerlas, dado que el proceso productivo puede ampliarse en paralelo añadiendo la maquinaria auxiliar correspondiente.

Del mismo modo que no es una buena opción arriesgar de entrada con una capacidad de producción elevada, hay que considerar una capacidad mínima que permita obtener rentabilidad y justificar el desarrollo de la planta, dado que la inversión en maquinaria no será rentable para hectáreas de terreno relativamente pequeñas que correspondan a un particular.

Una situación intermedia entre parcelas de terreno de un único particular y grandes volúmenes de producción puede ser la unión de varios particulares para tratar su propia aceituna. Suponiendo que una parcela estándar particular puede proporcionar entre 80.000 y 120.000 kg de aceituna por temporada, la unión de 5 propietarios supondría, haciendo una hipótesis favorable, tratar 500.000 kg de aceituna en una buena temporada.

Para poder calcular la producción diaria de tratamiento de la aceituna es necesario conocer cuánto dura la temporada de la aceituna, durante cuántos días habrá entrada de aceituna en la planta. Y la temporada de la aceituna depende de lo rápido que esta se recoja. Existen dos tipos de recogida, a destajo y por jornal. Como se puede intuir, el coste de recogida aumenta cuanto menores son los días de colecta y supone que una campaña pueda tener distintas duraciones. La recogida del fruto a destajo implica una temporada de entre 20 y 30 días, mientras que la recogida según jornal dura aproximadamente 50 o 60 días. En el análisis económico se estudiarán ambas alternativas, pero para hacer una hipótesis inicial, se estimarán temporadas de 50 días.

En dicho caso, estaríamos hablando de tratar 500.000 kg de aceituna en 50 días por temporada, dando lugar a **10.000 kg diarios** de aceituna limpia. Suponiendo un rendimiento del 20%, se obtendrían **2.000 kg de AOVE**. Por lo tanto, el dimensionamiento de los equipos se realizará en base a estas estimaciones.

Una vez puesta en marcha la planta, en caso de prosperar, se podría evaluar una hipotética ampliación de ésta. Este hecho se va a ver reflejado a la hora de situar la planta en una localización; se buscará una parcela suficientemente grande como para que admita futuras ampliaciones.

3.4. Tecnología

Una vez determinadas la capacidad productiva y el producto a elaborar, el estudio de viabilidad técnica se encargará de estudiar el proceso productivo que sufre la aceituna hasta transformarse en aceite de oliva. Esta parte del estudio comprenderá los distintos procesos que existen en la industria del aceite de oliva y el desarrollo de la opción seleccionada. Antes de poder realizar un listado de los equipos necesarios para llevar a cabo el proceso, se realizará un balance de materia y energía que dará idea de qué cantidades de cada producto se movilizan durante el proceso. Finalmente, se procederá a ubicar la planta y realizar la distribución en planta de los espacios y equipos necesarios.

3.4.1. Procesos en la industria

Existen distintos procesos operacionales dentro de la industria del aceite de oliva. El más conocido es el de transformación de la aceituna hasta la obtención y posterior almacenamiento del aceite de oliva, conocido como proceso de almazara^{xii}. Sin embargo, existen otras industrias que realizan procesos complementarios, como el refinado^{xiii}, para reducir la acidez o mejorar las propiedades del aceite. También el envasado, que es el destino inmediato del aceite en caso de querer distribuirlo para el consumo cotidiano. Otras industrias se encargan de la gestión de los residuos producidos en el proceso, como pueden ser depuradoras, o del aprovechamiento de los mismos para fabricar otros productos, como son las orujeras.

3.4.2. Selección de proceso y tipo de extracción

Dado que el objetivo de este estudio es la fabricación de aceite de oliva virgen extra de máxima calidad, éste se centrará en profundidad en el proceso de almazara, desde la materia prima hasta el proceso de envasado y etiquetado del producto final. Como el aceite a producir es completamente natural, no se necesitará ningún proceso de refinado. La gestión de terceras actividades como el tratamiento de residuos o su aprovechamiento se contratará a terceras empresas, dado que son actividades que no abarca este proyecto.

El proceso en almazara, a grandes rasgos, consiste en exprimir la aceituna hasta obtener el aceite de oliva. Pero este proceso, que a priori (y comparado con otros procesos industriales) es relativamente sencillo, ha experimentado evoluciones a lo largo de la historia hasta tener en la actualidad los mejores datos de rendimiento y productividad.

Antiguamente se solía situar la aceituna debajo en un molino cónico de piedra que giraba alrededor de un eje vertical, triturando la materia prima a su paso y obteniendo el aceite. Obviamente ni la capacidad de producción (entonces se hacía por lotes y no de forma continua) ni el rendimiento o los criterios de higiene o seguridad serían aceptables en la actualidad. Buscando la optimización de estos parámetros, se ha ido evolucionando hasta los sistemas actuales, que mantienen, sólo en origen, el principio básico de exprimir la aceituna. El Real decreto 3000/1979 define qué modalidades de extracción son válidas para obtener según qué modalidad de aceite, por lo que se van a estudiar solo las incluidas en la normativa y las más comunes.

Hoy en día existen tres modos de obtención del aceite de oliva en almazara. El tradicional, de tres fases y de dos. Aunque se encuentran muy descompensados, pues el método de dos fases es el que produce el 90,1% del total del aceite producido en alrededor del 80% de las almazaras del país. Los dos métodos restantes se encargan de la producción restante, donde el método de 3 fases tiene algo más de peso que el tradicional. El motivo de esta distribución es la eficiencia del proceso gracias al ahorro de agua consumida o la reducción de los residuos generados.

Método	Tradicional	3 fases	2 fases
% sobre total almazaras	14	9	80
% sobre aceite producido	1,16	3,18	90,1

Tabla 5. Distribución de almazaras

Los tres procesos tienen la primera etapa en común, el lavado. En ella se prepara la aceituna, separando piedras, hojas o polvo. A partir de entonces, los métodos tradicionales y de fases difieren en maquinaria y técnicas.

El método tradicional usa molinos de piedra que giran sobre un eje vertical hasta obtener láminas de aceituna, en forma de pasta sólida. Dicha pasta se dispone en capas y se somete a un prensado hidráulico. Al final de este proceso se obtienen dos productos. **El orujo, compuesto por pulpa, piel y huesos y las aguas de vegetación, que son una mezcla del zumo de aceituna con aguas añadidas durante el proceso y de la propia aceituna.** A continuación, mediante la decantación natural se separa el aceite de oliva del **alpechín (aguas de vegetación y del proceso)**, obteniendo el producto deseado. Uno de los problemas de este proceso es la necesidad de limpiar los filtros de la prensa para evitar malos sabores y un aumento de la acidez.

Los métodos de fases, en cambio, usan tecnología más sofisticada. Se usan molinos de martillos para triturar la aceituna y se separa el aceite de oliva de las aguas y el orujo mediante distintos procesos de centrifugación y decantación. La diferencia entre el número de fases reside en cuantas mezclas o productos aparecen durante el proceso. En el de dos fases, como su nombre indica, solo intervienen el **alperujo (aguas de vegetación y los restos sólidos de la aceituna)** y el aceite. Mientras que en el de tres fases, intervienen tres elementos: el orujo, aceite y fase líquida, y alpechín. Es por ello, que para separar el aceite se utiliza un único proceso en el sistema de 2 fases y dos en el de 3.

La diferencia entre el método tradicional y de fases principalmente es el rendimiento y la productividad que se consiguen al usar maquinaria más eficiente y agilizar el proceso mediante la adición de agua. Y el hecho de eliminar una fase (separando directamente el aceite en la primera centrifugación) convierte el sistema de dos fases en el óptimo de los tres.

Acerca del tipo de extracción a practicar, la mejora que ha supuesto la implantación del sistema de dos fases respecto al de tres o el sistema tradicional ha supuesto la imposibilidad de dar marcha atrás. Sería incomprensible en términos de rendimiento y productividad no utilizar el sistema más eficiente en la actualidad, y es por esto que se va a utilizar el sistema de dos fases.

3.4.3. Sistema seleccionado: dos fases

Una vez se ha decidido implementar el sistema de dos fases para la obtención del aceite de oliva virgen extra, se procede a analizar el proceso que describe qué transformación sufre la aceituna desde que se reciben los camiones y se introduce la aceituna en tolvas de recepción hasta que se almacena el producto terminado.

3.1.2.2. Lavado

La primera etapa del proceso es la del **lavado** de la aceituna. Mediante cintas transportadoras, se envía la aceituna de las tolvas de recepción hasta la lavadora. La función de esta fase es separar todos aquellos residuos, como pueden ser ramas, piedras, restos de polvo u hojas de las propias aceitunas. En función del tamaño o densidad de las impurezas, existe la siguiente maquinaria:

- Limpiadora: separa la tierra suelta y las impurezas más pesadas.
- Despalilladora: su función es separar las aceitunas de las pequeñas ramas a que están aún sujetas.
- Lavadora: distingue aquellos objetos más pesados que la aceituna.

Dichos métodos son complementarios y en función de la plantación de origen de la aceituna se puede implantar uno u otro, aunque el más común es la limpiadora. La práctica más común es la de lavado, que se practica sumergiendo la aceituna con los residuos en una balsa de agua potable. El agua que absorbe la aceituna empeora la calidad del fruto, dado que ésta ha sido ensuciada con los residuos (ramas, piedras, polvo) y por tanto se tendrá que evitar dicha hidratación en la medida de lo posible.

Los residuos generados en esta fase no generan ningún tipo de problema medioambiental y se pueden usar como compostaje sin requerir ningún tratamiento previo. El hojal resultante se almacenará en una tolva para su uso secundario posterior y la línea del aceite seguirá su curso.

Una vez la aceituna se encuentra limpia de piedras ramas o polvo se dirige (nuevamente mediante cintas transportadoras) hacia una nueva tolva de almacenamiento, donde se realiza un nuevo pesado para conocer la cantidad de aceituna limpia que pasará a ser procesada.

3.1.2.3. Molturación

La misma cinta donde se realiza el pesaje sigue hasta la siguiente maquinaria, el molino de martillos. Es importante que no transcurran más de 48 horas desde la recepción del fruto hasta el inicio de la **molturación**, dado que la aceituna puede perder parte de sus propiedades.

El funcionamiento del molino de martillos ^{xiv}se basa en la acción generada por el giro de un eje sobre el que se montan un grupo de aspas-martillo, en el interior de una tolva. La aceituna se introduce por la parte superior de la tolva principal y sufre una primera fase de rotura mediante cizalladura. Concéntricamente al eje hay un tamiz que facilita al exterior, gracias a la fuerza centrífuga, la aceituna triturada. Un segundo filtro evacúa la pasta resultante, a través de sus orificios y con las tolerancias deseadas, mediante tuberías, hasta la siguiente fase del proceso. Una vez la aceituna ha perdido su integridad y se encuentra en estado líquido-pastoso, su circulación pasa a producirse mediante bombeo a través de tuberías.

3.1.2.4. Batido

El siguiente paso es el **batido** de la pasta. Este proceso tiene el objetivo de romper la emulsión del aceite con el agua con tal de agrupar las gotas de aceite e ir separándolas del alperujo. Es corriente el uso de talco en esta etapa, ya que es el único ingrediente aceptado para reducir la humedad de la mezcla durante el batido y preparación de la pasta.

El proceso se realiza con termobatidoras, consistentes en cilindros de acero inoxidable que contienen unas palas para remover continuamente y a baja velocidad la pasta. Un sistema de tuberías por el interior del cilindro se encarga de controlar la temperatura para no llegar a superar los 27°C, temperatura a partir de la cual pueden aparecer sabores u olores defectuosos y que pueden poner en juego la categoría del aceite. Este proceso suele durar entre una y dos horas. La temperatura máxima de batido, así como otras limitaciones técnicas vienen descritas en el Real decreto 308/1983, reglamento técnico sanitario que garantiza la calidad de los distintos tipos de AOV's en función de parámetros como el comentado anteriormente.

El incremento de temperatura del fluido se realiza gracias a la circulación de agua a mayor temperatura por el interior de los cilindros de la termobatidora. La temperatura ideal de funcionamiento del agua se obtiene a partir de una caldera, que puede ser alimentada con distintos tipos de combustible. En este proyecto se va a optar por la combustión de el hueso de aceituna obtenido en el mismo proceso como combustible para la caldera.

3.1.2.5. Centrifugado horizontal

Una vez se ha batido la pasta, se procede a realizar el **centrifugado horizontal**, que separa el alperujo del aceite, gracias a la adición de agua potable al proceso. La mezcla del orujo con las aguas de vegetación de la aceituna se utilizará posteriormente para separar el hueso de la solución restante.

También conocido como decanter^{xv}, nuevamente se trata de un cilindro con una hélice en forma de espiral en su interior que empuja la pasta hacia adelante. Gracias a la fuerza centrífuga, se separan los elementos de la mezcla según su peso específico. El residuo sólido y el alpechín (alperujo) salen mediante una válvula al exterior, y el aceite, es evacuado por el extremo opuesto.

3.1.2.6. Centrifugado horizontal

La próxima etapa del proceso consiste en someter el aceite de oliva a un **centrifugado vertical**, con el objetivo de separar el aceite de las impurezas restantes de partículas de piel o hueso. Se realiza añadiendo agua al centrifugado para su mejor eficiencia. Con dicho proceso se reducen las impurezas al 0,05% pero se puede optar por un proceso de **tamizado** para mejorar la filtración.

3.1.2.7. Decantación

A continuación, se transporta el aceite a los tanques de almacenamiento para la **decantación**. En esta etapa, el aceite queda en reposo para recuperar la temperatura ambiente y para depositar las micropartículas restantes que no habían sido separadas durante el centrifugado vertical. Tras unas horas, se separan los sedimentos automáticamente depositándose en el fondo de los tanques para su posterior retirada, finalizando el proceso de obtención del aceite de oliva virgen. El almacenaje del aceite de oliva suele durar 15 días. Principalmente pueden aparecer problemas como la oxidación o las fermentaciones de las impurezas, que se pueden evitar utilizando los tanques de almacenamiento apropiados y manteniendo el aceite de oliva en un ambiente cercano a los 15 grados centígrados, más bien frío. También mejorará la calidad del producto mantenerlo en una zona con poca luminosidad.

Hasta la decantación, el proceso de obtención del aceite de oliva está completamente definido y admite pocas variaciones. Sin embargo, una vez se ha producido la decantación se puede filtrar para obtener unas determinadas características. Este proceso no es estrictamente necesario y la venta del aceite de oliva puede realizarse sin el proceso de **filtración**, aunque este hecho supondrá que éste sea más denso, presente un color

verdoso oscuro característico de esta práctica y vea reducido su tiempo de conservación, lo que implicará tener que ser consumido con anterioridad a un aceite de oliva filtrado.

El proceso consiste en hacer pasar el aceite entre materiales porosos o tejidos que permitan retener las impurezas que no han podido ser separadas durante la decantación. Una vez finalizado el proceso, el aceite tiene una presencia más agradable para el consumidor.

3.1.2.8. Envasado, etiquetado y encajado

La última etapa del proceso productivo antes de que el producto esté listo para ser comercializado es el **envasado, etiquetado y encajetado**. La línea consiste a su vez en distintas etapas, que transforman el aceite de oliva procedente de los tanques de almacenamiento en las botellas o envases preparados para ser distribuidos.

Preparación previa. Consiste en descargar los envases, situarlos en la cinta transportadora y realizar un proceso de limpieza a través de aire a presión.

Llenado y cerrado. Una vez el envase se encuentra listo, la línea del proceso se encarga del llenado de los envases, que termina gracias al dosificador. Éste se encarga de introducir únicamente la cantidad de producto deseada, a través de limitaciones según peso o volumen. Se suele finalizar el llenado antes de que el líquido ocupe el 90% del espacio disponible. Una vez todo el producto ha sido introducido, la cerradora introduce el tapón para finalizar la etapa.

Etiquetado. A través de una etiquetadora se adhiere la etiqueta al envase. El Reglamento CE 1019/2002 especifica las especificaciones que deben ser consideradas para la comercialización del aceite de oliva.

Encajetado. Una vez se ha etiquetado el producto, este se deposita en cajas de distinto tamaño, según el tamaño del lote que se considere oportuno. Una vez se realiza el embalaje, la caja se encuentra disponible para poder ser distribuida.

El proceso de envasado se realizará mediante dos tipos de envases. El primero es mediante botellas de vidrio de capacidad 0,5 litros, mientras que el segundo consiste en envases de polietileno (PET), de un litro de capacidad. La cantidad anual de aceite producida es la siguiente:

$$100.000 \text{ kg AOVE} \cdot \frac{1 \text{ l AOVE}}{0,916 \text{ kg AOVE}} = 109.890 \text{ l}$$

Utilizando las proporciones mostradas a continuación, según las capacidades unitarias de cada tipo de envase, se obtiene el número de envases anuales de cada tipo.

Tipo de envase	Capacidad (l)	Proporción (%)	Cantidad (l)	Nº envases
Vidrio	0,5	20	21978	43956
PET	1	80	87912	87912

Tabla 6. Dimensiones del envasado

El proceso de encajetado, con el que finaliza el proceso, se realiza mediante dos tipos de cajas de cartón, una para cada tipo de envase. Según el número de envases producidos, se puede obtener la necesidad de cajas anual:

Tipo de envase	Nº envases	Unidades por caja	Nº cajas
Vidrio	43956	12	3663
PET	87912	6	14652

Tabla 7. Dimensiones del encajado

3.1.2.9. Distribución

Finalmente, una vez el producto está listo, se debe proceder a su comercialización. La finalidad de esta etapa es vender el producto en los países emergentes donde se puede obtener mayor rendimiento económico del producto (y donde menos se explota el sector en la actualidad). Para ello será necesario trazar un plan de márketing que permita dar a conocer el producto en los países indicados, mediante ferias del sector y distribución del producto en comercios.

Durante las 9 etapas descritas se han generado dos tipos de residuos: el alperujo en el decanter y una serie de aguas residuales, fruto de tres etapas distintas: el proceso de lavado de la aceituna, el centrifugado vertical y la limpieza de las instalaciones. Al tratarse de productos con distintas implicaciones, se aplica un tratamiento distinto a cada tipo de residuo.

El Real decreto 1514/2009 dictamina que no se puede verter las aguas residuales al alcantarillado público debido a que presenta demasiada carga contaminante. Una alternativa al tratamiento del alperujo ha sido su almacenamiento en balsas, pero este hecho solo ha provocado postergar el problema e incluso empeorarlo, provocando desbordamientos, traslados a embalses mayores, contaminación atmosférica o la aparición de plagas de insectos.

Dentro del agua resultante, procedente de los procesos enumerados con anterioridad, hay una gran cantidad de residuos. Desde el polvo, ramas o tierra del proceso de lavado hasta los aceites, grasas, ácidos orgánicos o polifenoles, entre otros, procedentes del propio proceso de obtención del aceite. De todos ellos, los más problemáticos son los polifenoles, ya que inhiben la actividad bacteriana de la superficie sobre la que se vierten y es por este motivo que hay que realizar un proceso de depuración antes de dar un segundo uso a dichas aguas residuales. Es común usarlas como agua de riego del propio olivar o cualquier otro cultivo.

En el caso del alperujo, su vertido puede provocar olores desagradables, deterioro del suelo donde se emplaza o problemas de coloración de aguas, entre otros. Principalmente se destina a la producción de aceite de orujo de oliva, trasladándose a las orujeras, donde se realiza una nueva extracción, esta vez, con productos químicos. Los nuevos residuos generados en esta planta se aprovechan como compostaje o fertilizante, o se dedican a la producción de biomasa.

Respecto a las aguas residuales, éstas tienen que ser tratadas antes de poder ser usadas para terceras actividades. El tratamiento más común es el de depuración, con el que, mediante métodos fisicoquímicos se puede reutilizar el agua que ya ha sido usada. En ambos casos se almacenarán los residuos en balsas o depósitos antes de su transporte para el tratamiento respectivo.

La línea principal del proceso, sin embargo, se encuentra realimentada por alguno de los subproductos generados. Una vez se produce la separación del AOVE y el alperujo en el decanter, mientras el aceite de oliva se dirige hacia la centrifugadora vertical, el conjunto de aguas residuales y el orujo se envía mediante bombeo hasta el separador pulpa hueso, donde se separa el hueso de la aceituna de toda la mezcla restante. Nuevamente aparecen las cintas transportadoras para llevar los huesos de aceituna hacia una tolva. Desde su

almacenamiento se inyectarán en la caldera para su funcionamiento.

El proceso de tratamiento del alperujo no se ve modificado tras la separación del hueso de aceituna y será tratado como se ha explicado anteriormente.

El separador pulpa hueso consiste en un eje rotor que gira dentro de un tamiz mediante accionamiento eléctrico, de manera que, gracias a las paletas del rotor, se desvía la fase líquida de la mezcla y los huesos se arrastran hasta la piqueta por donde sale el residuo a utilizar, el hueso de aceituna.

Mediante el proceso general y el subproceso explicado, se constituye la zona de producción de AOVE, donde se obtienen los productos deseados y necesarios para la realimentación (hueso).

La siguiente fase de diseño, una vez conocido el proceso que va a sufrir la materia prima hasta su transformación en el AOVE, es definir qué equipos van a ser necesarios en cada una de las etapas explicadas anteriormente. Y, a su vez, para poder definir la maquinaria a usar, es necesario conocer qué cantidades van a intervenir durante todo el proceso. Para ello se realiza un balance de materia que permitirá conocer los flujos de las distintas materias, mezclas y productos que intervienen en el proceso, tanto de forma unitaria como de forma ajustada a las cantidades ya definidas (1000 kg diarios de AOVE). El balance de energía se encarga de definir las necesidades de la planta en cuanto a energía, que en el proyecto en cuestión principalmente es térmica y eléctrica.

3.1.3. Balance de materia

Cada aceituna es distinta y las múltiples variedades que existen presentan distintas proporciones de las partes que la componen. La parte de agua de la aceituna es un factor clave para el proceso de obtención del aceite. Cuanto mayor sea el agua que contiene la aceituna, menor será la cantidad necesaria a añadir durante el proceso. Este hecho se determina realizando pruebas en el laboratorio con la variedad ya seleccionada. El escenario más corriente oscila entre un consumo de 10 y 30 litros de agua por cada 100 kg de aceituna.

Fijando en un 40% en peso la proporción de agua que contiene una aceituna y estimando el agua a aportar al proceso en el peor de los escenarios (cuando la aceituna no tenga tanta agua de vegetación en su interior), de 30 litros ^{xvi} por cada 100 kg de aceituna, se contempla un escenario holgado. Dichos 30 litros incluyen 10 destinados al lavado de la aceituna y 2 al de las instalaciones. Por tanto, quedan determinados 18 kg de agua por cada 100 de aceituna limpia de aportación al proceso. Esta cantidad se aporta principalmente en el decanter, aunque también es posible que se requiera de agua (en menor medida) en el molino de martillos o durante el centrifugado vertical.

De este modo se diferenciarán dos bloques de aguas resultantes^{xvii}, que tendrán que ser diferenciadas para su posterior tratamiento. Las aguas de lavado de la aceituna, la resultante del centrifugado vertical y el agua destinada a la limpieza de tanques y tolvas tendrán el mismo destino y serán consideradas aguas residuales. Mientas que el agua añadida durante la molienda y en el decanter (agua de proceso), juntamente con el agua que contiene la materia prima, que dan lugar al denominado alpechín, se almacena en los tanques de alperujo para su posterior separación del hueso de la aceituna (y posterior tratamiento).

El resto de los elementos que componen una aceituna se muestran en el estudio de la materia prima. La materia seca, compuesta por hueso, pulpa y semilla representa el 35% en peso de la aceituna y el peso del hueso puede variar, desde la variedad Picual, donde representa el 33%, hasta apenas el 13%. Se ha estimado un valor promedio del 25%, igual que de aceite.

Con las proporciones especificadas, en la siguiente tabla se muestran los kg de producto entrante y resultante, por cada 100 kg de aceituna limpia. Dándose lugar a 20 kg de AOVE, según el rendimiento del 20%, y a 98 kg de alperujo, procedentes de las aguas de vegetación de la propia aceituna y la aportada al proceso, juntamente con los residuos de la aceituna (orujo).

Aunque estos valores pueden verse alterados por el tipo de aceituna que entre en planta, servirán como estimación para dimensionar los equipos. En caso de llevar el proyecto a una fase más técnica, se tendría en cuenta la variedad a considerar de forma más precisa.

Flujo de entrada	Cantidad (Kg)	Flujo de salida	Cantidad (Kg)
		AOVE	20
- Agua	40		
- Aceite	25	Aguas de vegetación y proceso	58
- Pulpa	7		
- Hueso	25		
- Semilla	3		
Aceituna limpia	100		
		- Hueso	25
Agua proceso	18	- Piel, restos grasos	15
		Orujo	40
Agua de lavado aceituna	10	Alperujo	98
Agua de lavado instalaciones	2		
Total agua lavado	12	Total agua lavado	12
Suma	130	Suma	130

Tabla 8. Flujos de entrada y salida en almazara

Se ha considerado que los subproductos aportados y generados son a partir de 100 Kg de aceituna limpia, dado que existe una pérdida de aproximadamente un 10% de peso, en forma de ramas, piedras u hojas entre el producto traído y almacenado en las tolvas de almacenamiento y el producto limpio. Por tanto, para tratar 100 Kg de aceituna limpia, se ha de partir de 110 Kg de aceituna bruta, asumiendo algo más del 10% de pérdidas.

El balance de entradas y salidas no tiene en cuenta el agua usada durante el batido de la pasta, dado que se usa para elevar la temperatura de la pasta. Se cataloga como agua acumulada durante el proceso en un ciclo cerrado y no tiene mayor influencia en el balance de materia.

Finalmente, se realiza la hipótesis de que el agua de lavado usada para limpiar la aceituna no es absorbida por ésta. Aunque no es del todo cierto, dicha cantidad es distinta en función de la variedad y el modo exacto de limpieza y negligible en comparación con las magnitudes totales.

Finalmente, con la capacidad de producción definida de 10.000 Kg de aceituna limpia diarios, proyectando los resultados del balance para esta cantidad, se va a tratar con las siguientes cantidades, también diarias:

- Aportadas:
 - 11.000 Kg de aceituna bruta.
 - 1.800 Kg de agua para proceso.
 - 1.000 Kg de agua para el lavado de la aceituna.
 - 200 kg de agua para el lavado de las instalaciones.

- Resultantes:
 - 1.000 Kg de hojal.
 - 1.200 Kg de agua de lavado.
 - 2.000 Kg de AOVE (2180 litros).
 - 9.800 Kg de alperujo, desglosados:
 - 5.800 Kg de alpechín.
 - 4.000 Kg de orujo, descompuesto en:
 - 2.500 Kg de hueso.
 - 1.500 Kg de restos grasos y pieles.

Con los kg estimados y haciendo una hipótesis de densidades de elementos, se podrá obtener un pre-dimensionamiento de los equipos.

3.1.4. Balance de energía

En todo el proceso objeto de estudio, el gasto energético se puede distribuir entre energía eléctrica consumida y energía térmica requerida. La demanda eléctrica se requiere principalmente para alimentar las etapas del centrifugado y molienda, mientras que el proceso de batido de la pasta es el principal demandante de energía térmica. En este proceso, tal y como se ha explicado, se requiere de una temperatura ligeramente superior a la atmosférica, alrededor de los 25-28 °C para facilitar la separación del aceite del alperujo. Para mantener un ciclo cerrado de agua a esa temperatura instalar una caldera parece la opción más viable. Esta caldera puede ser alimentada por combustibles, como se ha hecho tradicionalmente o se podría emplear el uso del hueso de la aceituna como combustible de la caldera, convirtiéndola en una caldera de biomasa. Gracias al gran poder calorífico del hueso de la aceituna, se puede usar dicho residuo para alimentar la caldera y así evitar generar más residuos de los necesarios y evitar una innecesaria compra de combustible alternativo. Será necesario comprobar si el poder calorífico del hueso de aceituna es capaz de hacer funcionar la termobatidora el tiempo necesario o se requiere de la compra de hueso de aceituna.

El proceso de intercambio de calor que se produce en la termobatidora consiste en transmitir el calor que se obtiene en calentar un ciclo de agua cerrado a la pasta de aceituna hasta la temperatura deseada.

El proyecto Tesla (Transferring Energy Save Laid on Agroindustry) compara en su estudio, Manual de eficiencia energética en almazaras^{xviii}, dos modelos de almazaras y sus respectivos costes energéticos:

TABLA 6. COMPARACIÓN DE LOS RATIOS DE RENDIMIENTO ENTRE AMBAS ALMAZARAS.		
	Almazara de 1.600 t de aceite de oliva por año	Almazara de 300 t de aceite de oliva por año
Consumo de energía eléctrica para la producción	180 kWh/t de aceite de oliva	104 kWh/t de aceite de oliva
Consumo de energía térmica para la producción	210 kWh/t de aceite de oliva	200 kWh/t de aceite de oliva
Potencia eléctrica instalada	1.600 kW	217 kW
Potencia térmica instalada (caldera, vehículos, etc.)	12.280 kW (caldera) 50 kW (vehículos)	175 kW (caldera)

Figura 15. Rendimientos energéticos en almazara

La producción anual estimada del proyecto es de 100.000 kg de AOVE anuales, inferior al modelo propuesto de 300 toneladas. Aunque se puede apreciar que el consumo de energía térmica apenas sufre diferencias entre el modelo de 300 y el de 1600. Este hecho se produce debido a que el coste energético deriva de tener la termobatidora en funcionamiento y no tanto la cantidad que se trate. Se estima que el proceso de batido supone el gasto del 90% de la demanda de energía térmica de la planta. Modelos con capacidades muy distintas consumen prácticamente la misma energía.

De este modo, se considera un consumo de energía térmica anual de 200 kWh/t de AOVE para los cálculos de dimensionamiento. Esto supone el siguiente consumo total anual:

$$E_t = 200 \frac{kWh}{t \text{ AOVE}} \cdot 100 t \text{ AOVE} = 20.000 \text{ kWh/año}$$

Si la caldera de biomasa asume el 90% del consumo energético descrito, supone 18.000 kWh por temporada.

De la combustión del hueso de aceituna, a partir de su poder calorífico^{xix}, se obtiene la cantidad de hueso de aceituna anual para alimentar la caldera y suministrar la energía necesaria:

$$m = \frac{E_t}{PCI} = \frac{18.000 \text{ kWh/año}}{\frac{4,7 \text{ kWh}}{\text{Kg}}} = 4.000 \text{ Kg hueso/año}$$

Volviendo al balance de materia, se estima producir 2.500 kg diarios de hueso de aceituna. Este hecho demuestra que con la producción de únicamente dos días se podría alimentar la caldera durante los dos meses de campaña, necesitando 80kg diarios para su funcionamiento. Este hecho es un indicador del alto poder calorífico del hueso de aceituna y a su vez permite obtener beneficios de la venta de los huesos de aceituna no usados.

Siguiendo el modelo de aproximación de consumo de energía térmica, la demanda de energía eléctrica de la planta es aproximadamente de 80 kWh por tonelada de aceite de oliva producido. El consumo anual total resultante es el siguiente:

$$E_e = 80 \frac{\text{kWh}}{\text{t AOVE}} \cdot 100 \text{ t AOVE} = \mathbf{8.000 \text{ kWh/año}}$$

Que se divide según las distintas etapas del proceso productivo:

Etapas	Fracción de consumo (%)	Consumo (kWh)
Recepción y limpieza del fruto	11,5	920
Molienda	42	3.360
Batido y centrifugado	40	3.200
Envasado	2,5	200
Iluminación	4	320
Total	100	8.000

Tabla 9. Consumos energéticos parciales

3.1.5. Listado de equipos

Con las cantidades iniciales propuestas en el balance de materia y los requerimientos energéticos solicitados en el balance de energía se puede proceder al dimensionamiento de los equipos de la planta. Para ello habrá que tener en cuenta hipótesis de retrasos o averías con tal de sobredimensionar los equipos para poder hacer frente a situaciones no previstas.

3.1.5.2. Tolvas de recepción

Se usarán tres tolvas, cada una con capacidad de 12 metros cúbicos para cubrir con margen la demanda diaria de 11.000 kg de aceituna. Con una densidad promedio de la aceituna de $0,6\text{kg/m}^3$ se espera un volumen diario de 18 m^3 . Para hacer frente a posibles averías, se añade una de repuesto. Las dimensiones son de 3 metros de alto por dos de largo por dos de ancho.



Figura 16. Tolva de recepción Treico

3.1.5.2. Limpiadora

Se usará una limpiadora de capacidad reducida, dado que en esta etapa del proceso aún no se requiere continuidad de etapas y se puede realizar de forma más lenta, sin requerir mayor capacidad de maquinaria. Usando una capacidad de 5.000 Kg/h, este proceso requerirá de 2 horas y cuarto aproximadamente.



Figura 17. Limpiadora Pieralisi Optima L10

Presenta las siguientes características técnicas:

Potencia instalada per cuerpo [kW]	1.9
Ancho total [mm]	1150
Largo total [mm]	3250
Altura total [mm]	1550
Peso [kg]	430

Tabla 10. Características técnicas lavadora

3.4.6.3. Tolva de almacenamiento

Para poder realizar el pesaje de la aceituna una vez ha sido limpiada es necesario almacenar el producto nuevamente en tolvas. En este caso, únicamente será necesaria una tolva que controle el pesado de la aceituna y sirva de dosificador de la aceituna que se dirija al proceso de molturación. No se requiere tanto volumen y por tanto será suficiente un volumen de 12 metros cúbicos, del mismo formato que las de recepción

3.4.6.4. Molino de martillos

A partir de esta etapa se requerirá capacidad partiendo de los 10.000 kg de aceituna ya limpios que acabarán separándose en alperujo y AOVE al salir del decanter. Las especificaciones técnicas son las siguientes:

Potencia instalada por cuerpo [kW]	13.6
Ancho total [mm]	620
Largo total [mm]	1455
Altura total [mm]	830

Tabla 11. Características técnicas molino de martillos



Figura 18. Molino de martillos Pialisi HP 15

3.6.4.5. Termobatidora

Incluye un depósito de 600 litros y las siguientes características:

Potencia instalada per cuerpo [kW]	0.75
Capacidad [lt]	600
Largo total [mm]	2150
Ancho total [mm]	710
Altura total [mm]	1420

Tabla 12. Características técnicas termobatidora



Figura 19. Termobatidora Pialisi MOD 600

3.6.4.6. Decanter

Necesario para la obtención del AOVE por un lado y el alperujo por el otro, presenta las siguientes características:

Potencia instalada per cuerpo [kW]	7.5
Largo total [mm]	1840
Ancho total [mm]	1050
Altura total [mm]	1090

Tabla 13. Características técnicas decanter



Figura 20. Decanter Peralisi EFFE 2

3.4.6.7. Centrifugadora vertical

Al llegar a este equipo, únicamente llega el AOVE, y con una capacidad de 1.500 Kg/h será suficiente para realizar esta etapa en poco más de una hora.

Potencia instalada per cuerpo [kW]	2.2
Número polos	4
Tensión [Volt]	220/380
Frecuencia de red [Hz]	50
Comienzo	with inverter
Velocidad [giros/min.]	6900

Diámetro tambor [mm]	305
Largo total [mm]	1111
Ancho total [mm]	695
Altura total [mm]	1192
Peso máquina [kg]	330
Peso tambor [kg]	75

Tabla 14. Características técnicas centrifugadora vertical



Figura 21. Centrifugadora vertical Peralisi Cucciolo

3.4.6.8. Tanques de almacenamiento de AOVE

La producción diaria de aceite de oliva ha sido estimada, según la hipótesis de rendimiento del 20% de la aceituna, en 2000 kg diarios. El proceso de almacenamiento para la decantación natural del aceite implica un mínimo de 15 días de reposo antes de poder iniciar el proceso de envasado. Este hecho supone que el almacenamiento de producto antes de empezar el envasado será de 30 toneladas. A partir de este momento, se podrá envasar diariamente la cantidad producida respectiva con 15 días de antelación. A efectos prácticos, la máxima cantidad almacenada en la bodega serán las 30 toneladas. Con la densidad estándar el aceite de oliva de 0,91 kg/l se obtiene un volumen total necesario de 33 metros cúbicos. Para evitar riesgos e imprevistos se usarán 4 depósitos de 12 m³ cada uno, dando lugar a 48 m³ de almacenaje. Presentan una altura de 4 metros y un diámetro de 1 metro.



Figura 22. Tanques de almacenamiento de AOVE Treico

3.4.6.9. Línea de envasado y etiquetado:

Respetando los 15 días de reposo en los tanques de decantación, en el envasado del producto se realiza a partir de la segunda semana desde el inicio de la producción. De este modo, en el primer día de envasado se trata la cantidad diaria producida en el primer día de producción, hasta la finalización del mismo. La cantidad diaria para envasar será de 2.000 litros de AOVE y se puede realizar en paralelo con el proceso productivo. El modelo propuesto tiene unas dimensiones de 4,8x1,4x2,1 metros, de largo por ancho por alto.



Figura 23. Línea de envasado y etiquetado

3.4.6.10. Otros equipos

Además de la maquinaria usada y las distintas tolvas y depósitos, también se necesitan elementos de conexión entre las distintas etapas. Hasta la fase de molturación, la aceituna se encuentra íntegra y se desplaza hasta la limpiadora y posteriormente, hasta el molino de martillos mediante cintas. Añadiendo el transporte de hueso de aceituna hasta la tolva de almacenamiento, en total se requieren 3 cintas transportadoras. A partir de la trituración del fruto, la fase viscosa se impulsa mediante bombas, etapa por etapa, hasta los tanques de decantación. También es necesario un sistema de pesaje para la recepción de la materia prima en las tolvas y para el fruto una vez se ha producido el lavado. De este modo se podrá determinar con exactitud el peso del

fruto antes y después de la etapa de lavado. Este pesado se realiza de forma continua al salir de la tolva de almacenamiento de aceituna limpia. A partir del producto envasado, se podrá verificar si se cumple el ratio previsto de 5 kg de aceituna por cada kg de AOVE.

Para la línea auxiliar del proceso:

3.4.6.11. Separador pulpa-hueso

Con capacidad para tratar casi 10 toneladas de alperujo^{xx} y convertirlas en, previsiblemente, 2500 kg de hueso de aceituna. Con una capacidad de 2000 kg/h, se obtendrá el hueso en menos de dos horas.

Potencia instalada per cuerpo [kW]	11
Producción [Kg/h]	2000
Largo total [mm]	1900
Ancho total [mm]	1500
Altura total [mm]	1800
Peso [kg]	450

Tabla 15. Características técnicas separador pulpa hueso



Figura 24. Separador de huesos con rejilla cilíndrica PIERALISI

3.4.6.12. Tolva de hueso de aceituna

La cantidad de hueso de aceituna producida diariamente es de 80kg de aceituna, a partir de la necesidad anual de 4000 kg por campaña. Para poder alimentar la caldera de forma ininterrumpida durante al menos 15 días, se requerirían 1200 kg. A partir de la densidad del hueso, cercana a los 600 kg/m³, una tolva de 2 metros cúbicos es suficiente para el almacenaje.

3.4.6.13. Caldera

Necesaria para mantener un flujo de 680 litros de agua a 75°C alimentada con hueso de aceituna. El Real Decreto 1042/2017 limita las emisiones contaminantes permitidas a la atmosfera y tendrán que ser tenidas en cuenta. El hecho de optar por el uso de una caldera de biomasa automáticamente implica una reducción importante de las emisiones respecto a los sistemas convencionales. El modelo de 35 kW de potencia tiene un rendimiento del 85% y ocupa una superficie aproximada de 2 metros de largo por uno de ancho.



Figura 25. Caldera de biomasa CMD

La siguiente tabla resume el listado de maquinaria necesaria, con el número de unidades de cada producto solicitado.

Maquinaria	Unidades
Tolvas recepción Treico	3
Limpiadora Optima L10	1
Molino de martillos HP 15	1
Tolva de almacenamiento Treico	1
Decanter EFFE 2	1
Termobatidora MOD 600	1
Centrifugadora Cucciolo	1
Tanques AOVE Treico	4
Separador Perialisi	1
Tolva hueso aceituna	1
Caldera biomasa CMD	1
Línea envasado y etiquetado	1
Báscula recepción	1
Pesadora aceituna continua	1
Sistema de bombeo	1
Cintas transportadoras	2

Tabla 16. Listado de maquinaria

3.5. Localización y emplazamiento

Existe gran variedad de posibles destinos para la ubicación de la planta. Dado que se ha seleccionado la variedad de aceituna Picual, parece una idea óptima seleccionar la ubicación de la planta cerca de las zonas productoras, con el objetivo de minimizar al máximo los costes de transporte y tener todo el conjunto productivo relativamente cerca. La elección idónea del terreno también depende de la cantidad de inversión que suponga.

Existen restricciones para localizar cierto tipo de industria, descritas en la Ley 26/2007, del 23 de octubre donde se restringe la ubicación a lugares protegidos como parques naturales o costas. También se restringe la actividad industrial en localidades cercanas a núcleos urbanos dados los niveles de contaminación acústica o lumínica.

La propuesta de localización del terreno se encuentra en la localidad de Torredonjimeno, Jaén¹. Tiene una población de más de 13.000 habitantes, lo que supone todo tipo de accesos y servicios y se encuentra bien comunicado.

Para seleccionar la localización de la parcela será importante tener en cuenta los siguientes factores:

- Es recomendable que la parcela se encuentre situada en una zona dedicada a la producción industrial y que esté urbanizada.
- La parcela debe tener cerca la red de saneamiento, de aguas y eléctrica para poder satisfacer las necesidades de la planta.
- El área total de la parcela debe ser superior a las necesidades de planta para poder acometer, en escenarios hipotéticos, ampliaciones de la planta.

Para satisfacer las condiciones descritas, El PGOU (plan general de ordenación urbana) de la localidad de Torredonjimeno da información de importancia acerca de las zonas dedicadas a la actividad industrial o el tipo de suelo de cada área de la localidad. Se puede observar la distribución de las distintas áreas de la localidad² en función de su uso, donde destaca la zona industrial. A través de la clasificación de los tipos de suelo³, se puede observar que la zona industrial se encuentra totalmente urbanizada y no será necesario agregar los costes correspondientes al realizar la inversión de la planta. También es un requerimiento conocer las circulaciones de necesidades básicas: la red de aguas⁴, la red eléctrica⁵ y la red de saneamiento⁶ para poder escoger la parcela.

La parcela⁷ en cuestión se muestra remarcada en los planos. La superficie aproximada es de 3000 m², de dimensiones 60 metros de ancho por 50 de alto. Su precio de alquiler es de 900€ al mes.

¹ Anexo 8.1.1. Localización de la ciudad

² Anexo 8.1.2. Distribución de espacios

³ Anexo 8.1.3. Superficie urbanizable

⁴ Anexo 8.1.4. Red de aguas

⁵ Anexo 8.1.5. Red eléctrica

⁶ Anexo 8.1.6. Red de saneamiento

⁷ Anexo 8.1.7. Localización de la parcela

3.6. Distribución en planta

La distribución de espacios en la planta tiene el objetivo de distribuir los espacios necesarios para la realización del proyecto. Entre estos espacios se encuentra el edificio de oficinas donde realice su trabajo el personal de la empresa, el laboratorio donde se realicen los análisis necesarios para determinar propiedades del producto, la nave industrial donde se lleve a cabo el proceso o el almacén de producto terminado. A demás, será necesario tener en cuenta otros espacios auxiliares, como pueden ser zonas de comedor o aparcamientos, tanto para vehículos particulares como vehículos de distribución. Será necesario considerar el espacio suficiente para que los camiones que depositan la aceituna en las tolvas de recepción puedan maniobrar.

La distribución de estos espacios tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- La zona de oficinas tiene que encontrarse separada del proceso productivo, para que el ruido de la maquinaria o los olores que puedan producirse lleguen en menor medida de lo posible a la zona de trabajo.
- El laboratorio de muestras debe tener acceso directo al proceso, aunque no se encuentren ambos espacios en contacto.
- La zona de aparcamiento y el área social, como es la sala de comedor, deben situarse de forma próxima al edificio de oficinas.
- La nave industrial donde se realiza el proceso de producción debe encontrarse en contacto con la zona de almacenamiento de producto terminado para poder transportar las cajas de producto de la forma más eficiente posible.
- La zona de descarga (recepción de aceituna) debe encontrarse próxima a las tolvas de recepción y con suficiente espacio libre para facilitar la maniobrabilidad de los camiones.
- La zona de carga de producto terminado debe encontrarse cerca del almacén y situarse cerca de la zona de descarga.

Conocidas los requerimientos de cada zona, juntamente con la distribución de redes de saneamiento, eléctrica y de agua, la entrada y salida a la planta, se procede a la distribución general en parcela de la planta⁸, que presenta una superficie útil de **1023 m²**, de 46,5 metros de ancho por 22 de alto.

La normativa de edificación específica que es necesario aplicar un retranqueo de 5 metros en cada zona de la parcela que colinde con otras parcelas o con la vía pública. La parcela en cuestión se encuentra limitada por otras parcelas lateralmente y por carretera por la parte inferior, de manera que será necesario aplicar una distancia de 5 metros por los tres lados. Contando dichas restricciones, la superficie total necesaria pasa a ser de **1412,5 m²**.

La superficie total es aproximadamente la mitad del total de la parcela, de modo que resta espacio suficiente para futuras ampliaciones de la planta, en caso de considerarse necesarias.

Características, consideraciones a tener en cuenta y superficie de cada zona:

3.6.1. Zona de oficinas

Para poder garantizar el funcionamiento y mantenimiento de la planta será necesaria contar un gerente, un ingeniero técnico agrícola y un operario, con opción a contratar un operario más a tiempo parcial durante la temporada de recogida y procesado de la aceituna. El gerente es el encargado de la gestión de la compañía, así como el trato con cliente y la gestión comercial. Suele ser un ingeniero industrial, químico o agrónomo. El ingeniero técnico agrícola tiene la función de supervisar el proceso productivo y realizar los controles de calidad en el laboratorio, mientras que los operarios son los encargados de supervisar todo el proceso de fabricación del AOVE y de la limpieza y mantenimiento de las instalaciones.

⁸ Anexo 8.1.8. Distribución general en parcela

El edificio de oficinas⁹ tendrá que incluir despachos para los integrantes, sala de reuniones, aseos y una pequeña recepción. A demás, fuera del edificio se situará una sala de comedor. Los operarios y el ingeniero técnico compartirán despacho y tendrán acceso al laboratorio desde la misma sala de oficinas. La distribución en planta propuesta ocupa una superficie total de **68,25 m²**. La superficie ocupada por el laboratorio es de **7,5 m²**.

3.6.2. Zona de aparcamiento

Para poder acceder a la planta con vehículo privado es necesario contar con aparcamientos. Tanto para el personal de la empresa, que pueden llegar a ser 4 en caso de contratación de un operario en período de campaña, como para visitas de cliente, se instalarán 8 plazas individuales. La distribución de la zona de aparcamiento tiene que ser próxima a la zona de oficinas. Cada plaza es de 2 metros de ancho por 4 de largo y entre los dos bloques existe espacio para maniobrar. La superficie total ocupada por las plazas es de 64 m², el mismo que el de maniobra. El espacio total dedicado al aparcamiento es de **128 m²**.

3.6.3. Zona de almacenamiento¹⁰

El almacén deberá encontrarse en contacto con el proceso productivo, ya que será el lugar donde se depositen los embalajes de producto terminado, una vez finalizadas las etapas de envasado, etiquetado y encajetado. Para poder dimensionarlo es necesario conocer qué volumen ocupan las cajas a partir de sus dimensiones.

	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Volumen (m3)
Caja de 12 (vidrio)	20	30	25	0,015
Caja de 6 (PET)	15	23	30	0,01035

Tabla 17. Volumen de cajas para almacenaje

El proceso de envasado produce las cantidades anuales mostradas a continuación. Utilizando los 50 días considerados de campaña y sabiendo que el envasado se produce de forma paralela al sistema productivo, pero con dos semanas de antelación, se pueden obtener la cantidad de cajas producidas cada día, de cada tipo. Con los volúmenes respectivos de cada caja, se observa que el volumen total anual ocupa un espacio de 200 metros cúbicos, a razón de 4 por día.

Tipo de envase	Cajas anuales	Cajas diarias	Volumen anual (m3)	Volumen diario (m3)
Vidrio	3663	73	54,9	1,1
PET	14652	293	151,6	3,0
			206,6	4,1

Tabla 18. Necesidades de espacio en almacén

⁹ Anexo 8.1.9. Distribución en oficina

¹⁰ Anexo 8.1.10. Distribución en almacén

Considerando palés de 1 metro cúbico, se obtienen estanterías de 6 metros de largo, 4 de alto y uno de ancho. En cada estantería 24 metros cúbicos en formato de cajas. Dado que las expediciones de producto van a ser frecuentes, se reservará un espacio cercano a la mitad de la producción anual para el almacenamiento de producto. 4 estanterías dan lugar a 96 metros cúbicos de producto. Distribuidas de forma eficiente, con pasillos para el transporte de mercancía y con accesos al exterior, conexión con el laboratorio y la nave industrial quedan determinados **60 m²** de superficie.

3.6.4. Zona de proceso productivo¹¹

A partir del dimensionamiento de los equipos y su distribución de forma eficiente, se estima la demanda de espacio que requiere el proceso. Se ha considerado espacio suficiente entre los equipos, bien estén unidos mediante cintas o a través de conexiones. Éste implica una necesidad de **219,5 m²**,

3.6.5. Otras zonas

El resto de superficie de la planta está destinado a la circulación y maniobrabilidad de los vehículos. Se dispone de una superficie de 30,5 por 12,5 metros, rectangular de **381,2m²**, para facilitar la maniobrabilidad de los camiones a la hora de introducir la aceituna en las tolvas de recepción. Dicha zona contiene espacio para el aparcamiento de dichos vehículos, si fuese necesario.

La zona de entrada a la planta, que se sitúa próxima a las tolvas de almacenamiento para simplificar el proceso de vaciado de la aceituna, consiste en dos carriles, uno para cada sentido, de 3 metros de amplitud cada uno. La entrada conecta con la zona de carga y descarga (área de maniobrabilidad). Finalmente, se conecta el parking interior de vehículos privados con la entrada de la planta con otro carril, del mismo formato que la entrada.

¹¹ Anexo 8.1.11. Distribución en nave de proceso

4 VIABILIDAD LEGAL

El proceso industrial que engloba la producción de aceite y así como las actividades auxiliares complementarias genera, a su paso, igual que toda actividad industrial, una serie de residuos o sustancias susceptibles de ser peligrosas o tener implicaciones en el medio ambiente. Por este motivo es importante identificar, dentro del proceso descrito con anterioridad, qué etapas o productos tienen esa capacidad de afectar directa o indirectamente o suponer consecuencias perjudiciales para el exterior. Así como qué terceras personas o actividades pueden verse afectados, teniendo en cuenta el contexto territorial del sector. Por resumirlo de una manera sencilla, el estudio legislativo comprende conocer las acciones y reacciones que genera el proyecto sobre el exterior, que se encuentran reguladas mediante una serie de normas y leyes.

El estudio de viabilidad legal se va a centrar principalmente en las acciones que generan aquellos elementos involucrados en el proceso de fabricación del AOVE, principalmente de los subproductos y residuos generados, así como sus reacciones sobre los consumidores del producto y el entorno natural donde se encuentra ubicada la planta. La normativa principal que afecta al proyecto se puede dividir en sectores distintos. El primero es relativo al producto y la materia prima y sobre todo incluye medidas sanitarias para su elaboración o consumo, mientras que el segundo hace referencia a la normativa ambiental referente principalmente al proceso de elaboración y los residuos que general.

4.1. Relativas al producto

Real decreto 3000/1979, 7 diciembre: regulación de procesos industriales en el sector del aceite de oliva, para garantizar la calidad del proceso de obtención y evitar el fraude en su elaboración.

Real decreto 308/1983, 25 de enero: reglamentación técnico-sanitaria. Define las limitaciones técnicas durante el proceso de elaboración (como por ejemplo la temperatura máxima de batido), las características que definen los distintos tipos de aceites de oliva y la normativa referente al envasado, etiquetado y rotulación.

Reglamento CEE nº 2568/91 comisión 11 de julio del 1991: características generales anteriores autorizadas a nivel europeo.

Normativa europea DOUE-L-2013-82809: clasificación de los distintos tipos de aceites de oliva según sus características.

Reglamento CE 1019/2002: Especifica que la etiqueta de los envases debe incluir el nombre y contenido del producto, información sobre el fabricante y país de origen, entre otros.

4.2. Relativas al sector ambiental:

Ley 26/2007, 23 de octubre: responsabilidad medioambiental sobre elementos de posible afectación sobre el suelo, agua, hábitat o especies. Serán de importancia en la localización del terreno para ubicar la planta.

Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. Además de reconocer la mayoría de la normativa recogida con anterioridad, incluye algunos aspectos a tener en cuenta a la hora de ubicar la instalación, como son las secciones referidas a la contaminación lumínica o acústica que va a producir la planta y que requerirán ser estudiadas y evaluar su impacto.

Norma UNE-EN ISO 14001.96. Sistemas de gestión medioambiental, especificaciones y directrices.

Norma UNE 150008:2008. Análisis y evaluación del riesgo ambiental.

4.2.1. Aguas

Orden de 23 de diciembre de 1986: autorizaciones de vertidos de aguas residuales.

Real decreto 1514/2009, 2 de octubre: protección de aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. El proceso de obtención de AOVE genera una serie de residuos que tienen que ser tratados de forma previa antes de poder tener una segunda función.

COI, T.33/Doc. Nº2-4: El Consejo Oleícola Internacional y la legislación europea solo permiten el uso de determinados coadyuvantes y la adición de agua durante el proceso. Esta agua deberá tener unas determinadas características de potabilidad, especificada por la OMS.

4.2.2. Residuos

Real decreto 833/1988, 20 de julio, ejecución de la ley 20/1986, de residuos tóxicos y peligrosos.

Ley 22/2011, 28 de julio, residuos y suelos contaminantes.

Real decreto 9/2005, 14 de enero, actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios para declarar suelos contaminados.

4.2.3. Emisiones

Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, relativo a la limitación de emisiones a la atmósfera procedentes de actividades en instalaciones de combustión. Para la elección de la caldera de biomasa.

Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

La normativa más influyente se ha mencionado en la explicación de cada proceso en el que fuese necesario ser tenida en cuenta. A continuación, se evaluará la viabilidad económica del proyecto.

5 VIABILIDAD ECONÓMICA

El estudio de la viabilidad económica del proyecto tiene el objetivo de determinar si dicho proyecto es rentable a lo largo del horizonte de vida de éste. Para poder asegurarlo o hacer una interpretación de los resultados, será necesario calcular los indicadores de rentabilidad, conocidos como VAN, TIR o PR, que darán magnitudes económicas al proyecto estudiado. Y para obtener dichos indicadores es necesario realizar el ejercicio de pérdidas y ganancias, juntamente con el cálculo de los flujos de caja.

Las primeras características económicas que hay que considerar en el proyecto son los años de explotación, su vida útil. Se consideran 10 años como horizonte temporal, situando el año 0 en 2021, finalizando éste en 2031. También hay que considerar que la inflación anual afectará al valor de los ingresos y gastos de explotación, por lo que será importante tener en cuenta el valor acumulado en cada año, para poder considerar el valor actual de los bienes o servicios en cada uno de los períodos. Se estima un incremento anual del 3%. Todos los resultados se presentan en euros (€).

5.1. Inversión y financiación

Para poder afrontar las necesidades que requiere la planta para producir AOVE, es necesario obtener la maquinaria utilizada durante el proceso, contabilizar su coste, tener en cuenta la construcción de las estructuras necesarias (almacén de producto terminado, nave industrial, edificio de oficinas, entre otros conceptos) y considerar el mobiliario necesario en cada zona. Una vez conocida la suma total, será necesario buscar fuentes de financiación del proyecto.

La lista presupuestaria de maquinaria requerida, acorde al dimensionamiento de los equipos, es la que se muestra a continuación. A través del portal Interempresas y la empresa Pieralisi se ha obtenido el precio aproximado de la maquinaria necesaria para la producción. La inversión total requerida en maquinaria es de 134.550 €.

Maquinaria	Coste unitario (€/ud)	Unidades (ud)	Coste total (€)
Tolvas recepción Treico	1200,0	3	3600,0
Limpiadora Optima L10	15000,0	1	15000,0
Molino de martillos HP 15	14200,0	1	14200,0
Tolva de almacenamiento Treico	1200,0	1	1200,0
Decanter EFFE 2	19500,0	1	19500,0
Termobatidora MOD 600	14800,0	1	14800,0
Centrifugadora Cucciolo	20600,0	1	20600,0
Tanques AOVE Treico	1100,0	4	4400,0
Separador Pieralisi	6450,0	1	6450,0
Tolva hueso aceituna	400,0	1	400,0

Caldera biomasa CMD	4900,0	1	4900,0
Linea envasado y etiquetado	19400,0	1	19400,0
Báscula recepción	4000,0	1	4000,0
Pesadora aceituna continua	2500,0	1	2500,0
Sistema de bombeo	800,0	1	800,0
Cintas transportadoras	1400,0	2	2800,0
Total maquinaria			134.550,0

Tabla 19. Coste de maquinaria

La obra civil consta de las distintas zonas definidas en la distribución en planta del proyecto. A través del colegio oficial de arquitectos de Sevilla (COAS) ^{xxi}se obtienen ratios de construcción (en € por cada metro cuadrado) de cada uno de los elementos de la obra civil solicitados. El edificio que alberga el proceso y la zona de almacenamiento consiste en una nave industrial metálica prefabricada. La zona de aparcamiento, al aire libre y sin viseras tiene un coste unitario inferior al resto de elementos. Los costes totales de la obra civil ascienden a **127.112,7€**.

Obra civil	Coste unitario (€/m2)	Superficie (m2)	Coste total (€)
Oficina	909,0	68,3	62039,3
Laboratorio	1066,0	7,5	7995,0
Nave industrial	188,0	219,5	41266,0
Almacén	188,0	60,0	11280,0
Adecuación aparcamiento	35,4	128	4.532,4
Total obra civil			127.112,7

Tabla 20. Coste de obra civil

Los precios ofrecidos incluyen la instalación de electricidad, saneamiento y red de aguas de los recintos, pero no comprenden el mobiliario necesario para su puesta en marcha. La lista de equipamientos de cada zona, obtenida a partir de precios de catálogo son los siguientes:

Mobiliario	Unidades	Coste unitario (€/ud)	Coste total (€)
Ordenador	4,0	250,0	1000,0
Escritorio	4,0	150,0	600,0
Sofá recepción	1,0	200,0	200,0
Silla de comedor y sala de reuniones	12,0	25,0	300,0
Silla de escritorio	4,0	45,0	180,0
Carretilla almacén	1,0	2800,0	2800,0
Estantería almacén	4,0	500,0	2000,0
Mesa de reuniones y comedor	2,0	100,0	200,0
Mueble comedor	1,0	200,0	200,0
			7.480,0

Tabla 21. Coste de mobiliario

La compra de mobiliario da lugar a un total de **7.480€**, y la cantidad total necesaria para la inversión, por tanto, asciende a **246.610,3€**

Necesidad	Coste total (€)
Maquinaria	134.550,0
Obra civil	127.112,7
Mobiliario	7.480,0
Total inversión	269142,7

Tabla 22. Inversión total

Para afrontar la cantidad total de inversión, será necesario acudir a un préstamo bancario. Destacan dos modalidades. El préstamo con amortización final, más conocido como “americano” que consiste en pagar anualmente los intereses y la devolución del principal al finalizar el horizonte del préstamo. Por otro lado, el préstamo “francés” se realiza con pagos idénticos en cada periodo, que incluyen los gastos financieros y la devolución del principal. La cuota anual se conoce como PMT (periodic payment for an annuity). Este último es la modalidad más usada y la que se va a considerar. Características habituales de estos préstamos son un interés fijo cercano al **6%**, sin comisión de apertura y financiación del 100% del proyecto. En el proyecto estudiado, se considera que el capital social disponible en la empresa es nulo y por tanto se solicitará un préstamo con la cuantía total de la inversión necesaria a **10 años**.

Con el formato de préstamo francés, el horizonte temporal del préstamo y el tipo de interés se puede calcular la cuota anual de cada período. Los intereses de cada período se calculan sobre el saldo inicial, también de cada período. Y éste va disminuyendo a medida que va aumentando la devolución del principal. El resultado del ejercicio arroja los gastos financieros de cada período que será necesario abonar¹².

Una vez definida la inversión y cuantificados los intereses correspondientes, se realiza el balance de pérdidas y ganancias. En esta sección se computarán los beneficios obtenidos principalmente de la venta del producto, así como los gastos ocasionados (compra de materia prima, gastos en personal...) actualizados a la inflación del período correspondiente. El balance entre las pérdidas y las ganancias¹³ dará lugar al EBITDA anual (Earnings Before Interest Taxes Depreciation and Amortization).

¹² Anexo 8.2.1. Gasto financiero

¹³ Anexo 8.2.1. Balance de pérdidas y ganancias ejercicio 1

5.2. Balance de pérdidas y ganancias

Los elementos que integran el balance son los siguientes:

5.2.1. Ingresos de explotación

Tal y como se ha indicado en el estudio de mercado, el principal problema del mercado del aceite de oliva español es su comercialización. Apostando por los países emergentes y optimizando los canales de comercialización, el precio medio de venta podría verse aumentado significativamente y acercarse al precio ofrecido por el país italiano, líder del sector. El precio medio de venta en el país vecino ronda los 6€/kg. La estrategia española de comercialización en sectores estratégicos muestra que el valor máximo de venta obtenido es de 5€/kg, mientras que el menor se encuentra en Italia, por valor ligeramente superior a 3€/kg. Se aproximará, en valor promedio, un valor de **4€/kg**. Aunque una buena labor de comercialización podría elevar el precio de venta de una forma significativa, se estimará este valor para poder hacer frente a casos menos optimistas. En el análisis de sensibilidad se estudiará como afecta un cambio en la evolución del precio de venta en los indicadores de rentabilidad.

También es necesario considerar, tal y como se especificará más adelante en la sección de envasado, los distintos envases de producto, que se venderían a precios por kilogramo diferentes (saliendo más rentable los pequeños envases), permitiendo obtener un margen mayor al indicado.

La producción diaria se estima en 2 toneladas y suponiendo los 50 días de campaña anuales, se sitúa la producción anual en 100 toneladas de AOVE. Suponiendo vender la producción al precio indicado, se obtendrían **400.000€ anuales** de la venta del producto:

Producción anual AOVE (kg)	PVP (€/kg)	Beneficio anual (€)
100.000	4	400.000

Tabla 23. Ingresos de explotación

5.2.2. Venta de hueso de aceituna

A demás de la venta de AOVE, la producción de hueso de aceituna que no se destina a alimentar la caldera también puede suponer una fuente de ingresos.

La producción anual de hueso de aceituna anual se estima en 125 toneladas, de las cuales únicamente 5 son necesarias para alimentar el proceso productivo. La diferencia resultante puede ser vendida en el mercado por un precio de 165€/t, dando lugar a ingresos por una cuantía de **19.800€ anuales**.

Producción anual hueso (t)	PVP (€/t)	Beneficio anual (€)
120	165	19.800

Tabla 24. Ingresos de la venta de hueso de aceituna

5.2.3. Coste materia prima

El principal gasto anual del proyecto va a estar destinado a la compra de la materia prima. El estudio estima un volumen de 550.000 kg de aceituna por temporada, de la variedad picual. El precio de mercado de ésta se estima por debajo de otras variedades, tal y como se puede comprobar en el estudio de mercado, de 0,317€/kg. El precio unitario oscila en las últimas campañas alrededor de los 30 céntimos el kilo, precio relativamente bajo. Para tener en cuenta este factor, se calcula el gasto anual en compra de materia prima suponiendo un incremento del 5% del valor estimado. El precio de compra de 0,3328 €/kg implica un gasto de cada período de **183.067,5€**.

Igual que sucede con el precio de venta del producto final, la compra de materia prima también será analizada en el análisis de sensibilidad para comprobar cómo afecta su variación.

Precio de compra aceituna (€/kg)	Necesidad de aceituna (kg)	Coste anual (€)
0,3328	550.000	183.067,5

Tabla 25. Coste de materia prima

5.2.4. Envasado

Una vez conocidos el número de envases de cada tipo de recipiente, a través de catálogos de precios de almacén, se obtiene el precio unitario del proceso de envasado y etiquetado para cada una de las capacidades:

Tipo de envase	Nº envases	Precio unitario (€/ud)	Precio envasado (€)
Vidrio	43956	0,4	17582,4
PET	87912	0,12	10549,44
			28.131,84

Tabla 26. Coste de envasado

Tipo de envase	Nº envases	Precio unitario (€/ud)	Precio etiquetado (€)
Vidrio	43956	0,02	879,12
PET	87912	0,04	3516,48
			4.395,6

Tabla 27. Coste de etiquetado

Finalmente, una vez el producto se encuentra envasado y etiquetado se procede al embalaje en cajas, según el tamaño óptimo de lote. Se consideran lotes de 12 botellas de vidrio y 6 de PET, según los formatos estándares de entrega de este tipo de envases.

Tipo de envase	Unidades por caja	Nº cajas	Precio unitario cajas (€/ud)	Precio encajado
Vidrio	12	3663	0,35	1282,05
PET	6	14652	0,3	4395,6
				5.677,65

Tabla 28. Coste de encajetado

La línea de envasado, realizada en las etapas de envasado, etiquetado y encajetado supone un coste anual total de **38.205,09€**.

5.2.5. Coste distribución

El estudio de la cadena de valor y formación de precios del aceite de oliva^{xxii} realizó una estimación de los precios de cada etapa del proceso productivo en el año 2010, haciendo referencia a campaña de los años 2007/08. En dicho estudio se estima el coste de distribución del producto se encuentra en 0,12€/kg. Estos valores pueden aproximarse a la realidad, aunque para ser más precisos sería necesario realizar un plan de marketing que permitiese centrar esfuerzos en la distribución de forma eficiente en los países emergentes y así obtener un presupuesto más cercano a la realidad. En el escenario indicado, con las estimaciones consideradas, los costes anuales supondrían **12.000€**.

Precio unitario distribución (€/kg AOVE)	Producción AOVE (kg)	Coste anual (€)
0,12	100.000	12.000

Tabla 29. Coste de distribución

5.2.6. Gasto en personal

El salario neto anual de cada trabajador se obtiene a partir de la diferencia entre el salario bruto anual y las retenciones de la seguridad social (del trabajador), estimadas alrededor del 7%, y del I.R.P.F., cercano al 20%.

El coste anual de cada trabajador para la empresa consiste en el salario bruto de éste y las cotizaciones a la seguridad social, esta vez por parte de la empresa, que son del 33%.

	Salario bruto anual	SS empresa	Gasto empresa
Gerente	38.500,00	12.705,00	51.205,00
Ingeniero	32.000,00	10.560,00	42.560,00
Operario	23.000,00	7.590,00	30.590,00
			124.355,00

Tabla 30. Gasto en personal

De este modo, para conseguir que cada escalón salarial obtenga el salario neto anual previsto, la compañía tiene que desempeñar un gasto anual de **124.355€**. Por parte del trabajador, los balances son los siguientes:

	SS trabajador	IRPF	Sueldo neto anual
Gerente	2.695,00	7.700,00	28.105,00
Ingeniero	2.240,00	6.400,00	23.360,00
Operario	1.610,00	4.600,00	16.790,00

Tabla 31. Salarios empleados

5.2.7. Coste de arrendamiento

En la sección de localización del terreno se ha especificado el precio del alquiler de la parcela donde realizar la actividad por un valor de 900€ mensuales, dando lugar en 12 mensualidades a una cantidad de **10.800€ anuales**, que se incorporan como un gasto en balance de pérdidas y ganancias. En caso de optar por comprar el terreno, éste computaría como una inversión, aunque no se podría amortizar, dado que se entiende que no se desprecian con el paso del tiempo.

Precio mensual de arrendamiento (€/mes)	Meses por año	Coste anual (€)
900	12	10.800

Tabla 32. Coste de arrendamiento

5.2.8. Coste del agua

Asumiendo el escenario de más consumo dentro de los posibles, que supone un consumo de 30 litros de agua por cada 100 kg de aceituna, se estima consumir 165 toneladas de agua anuales. Las tarifas para consumo ^{xxiii} industrial de la región de Jaén reflejan una cuota fija, que se va a aplicar únicamente durante los dos meses de producción (un único trimestre) y una variable, que depende de la cantidad de agua consumida.

Cuota	Tarifa	Coste anual
Variable	1,29€/m ³	212,85 €
Fija	10,65€/trim	10,65 €
		223,5 €

Tabla 33. Coste de agua

El resultado total es de **223,5€ anuales** en concepto de agua necesaria para la producción de aceite de oliva.

5.2.9. Coste de la energía

El balance de energía del proceso refleja que los principales usos de energía de una almazara son térmica y eléctrica.

Con los precios promedios del coste de la energía, donde se observa que existe bastante diferencia entre ambas, se obtiene el coste anual que supondría alimentar la planta eléctricamente y utilizando combustible para alimentar la caldera. Al haber usado un sistema de combustión mediante hueso de aceituna, el único coste presente es el de la energía eléctrica, de **800€ anuales**.

Categoría	Consumo anual (kWh)	Tarifa (€/kWh)	Coste anual
Energía térmica	20.000	0,017	340
Energía eléctrica	8.000	0,1	800
			1.140 €

Tabla 34. Coste energético

5.2.10. Gastos de mantenimiento

Asociados principalmente al edificio de oficinas, los principales gastos consisten en el mantenimiento de la oficina con tarifas de agua, luz, internet, limpieza y seguros. La cantidad acumulada anual supone **3.960€**.

Gastos generales	Coste mensual (€/mes)	Coste total (€)
Agua	30	360
Luz	50	600
Internet	50	600
Limpieza	100	1200
Seguro	100	1200
		3.960

Tabla 35. Gastos de mantenimiento

Una vez se obtiene el EBITDA, se realiza el cálculo de las amortizaciones. De los elementos incluidos en la inversión, la maquinaria, la obra civil y el mobiliario, todos ellos pueden considerarse amortizables, dado que sufren una depreciación con el tiempo (el terreno en caso de haber sido una inversión no se hubiese considerado amortizable, dado que no pierde valor con el paso del tiempo). La depreciación depende de la vida útil de cada bien. La vida útil de la maquinaria y el mobiliario se estima en 10 años, mientras que la obra civil, que requiere menos mantenimiento se puede considerar amortizada en 20 años. Considerando una amortización lineal se obtienen los siguientes gastos de amortización:

Bien contable	Valor de adquisición	Vida útil	Amortización anual
Maquinaria	134.550	10	13.455
Obra civil	127.112,7	20	6.355,6
Mobiliario	7.480	10	748
			20.558,6€

Tabla 36. Amortizaciones para la inversión

Durante los primeros 10 años, la cuota anual de amortizaciones será de **20.558,6€**, mientras que, durante los siguientes diez, en caso de no acometer nuevas inversiones solo restaría por amortizar la cantidad anual correspondiente a la obra civil, de **6.355,6€** anuales.

Una vez calculadas las amortizaciones, se procede a calcular el EBIT, a partir de la diferencia entre el EBITDA y las amortizaciones de cada uno de los periodos. A continuación, se recuperan los intereses del préstamo calculados anteriormente para restarlos al EBIT. De esta manera se obtiene el BAI (Beneficio antes

de impuestos). Finalmente, el balance de pérdidas y ganancias termina restando del beneficio obtenido la cuota de impuesto de sociedades correspondiente, dando lugar al resultado neto del ejercicio. El tipo impositivo actual del impuesto de sociedades se encuentra en el 25% y es necesario aplicarlo sobre el beneficio antes de impuestos únicamente en caso de que éste sea positivo, en cada período. En caso de no serlo sería necesario recurrir a un crédito fiscal pero el ejercicio refleja resultados positivos en cada uno de los 10 años del horizonte temporal del proyecto.

5.3. Indicadores de rentabilidad

Una vez concluido el ejercicio de pérdidas y ganancias, se realiza el cálculo de los flujos de caja ¹⁴ para dar respuesta a si es una buena decisión invertir en el proyecto. La decisión de financiación se ha estudiado en la explicación del tipo de préstamo escogido y las cuotas o intereses correspondientes, mientras que la decisión de inversión recae sobre el cálculo de los indicadores de rentabilidad, (VAN, TIR y PB) que permitirán definir si el proyecto es viable económicamente.

5.3.1. VAN (Valor Actual Neto)

Dado que el objeto de la decisión de inversión es encontrar activos cuyo valor supere su coste de adquisición, el cálculo de este indicador consiste en determinar el valor actual que tendrá el proyecto al alcanzar su vida útil. Para determinar el VAN será necesario sumar la actualización de los flujos de tesorería de cada período a la tasa de descuento indicada y restar la inversión.

A partir del ejercicio resuelto anteriormente, se puede calcular el Cash Flow Operativo (página 3 del anexo) de cada período como la inversión en el “año” 0 y el EBITDA en los siguientes. Para el cálculo de los indicadores de rentabilidad no se tiene en cuenta el valor de las amortizaciones o el gasto financiero. Sin embargo, los flujos de tesorería (C_i) sí que tienen en cuenta el impuesto de sociedades. Una vez se realiza la diferencia, se obtiene el Cash Flow Operativo Después de Impuestos. Se considera una tasa de descuento del 6%:

$$VAN(r) = -C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i} = 95.045,4\text{€}$$

El resultado obtenido es satisfactorio, ya que se considera que si el VAN de un proyecto es positivo significa que será rentable. La suma de todos los flujos de caja actualizados al inicio de la inversión es superior a la cantidad invertida.

5.3.2. TIR (Tasa Interna de Rentabilidad)

Representa el tipo de interés percibido durante la vida de la inversión. Se calcula como el tipo de descuento que hace que el VAN del proyecto sea nulo. Ello implica que si la TIR obtenida refleja menor rentabilidad que un proyecto seguro (como puede ser la compra de letras del tesoro, por ejemplo), el inversor siempre va a optar por la rentabilidad que suponga menos riesgo.

$$VAN = -C_0 + \frac{C_1}{1 + TIR} + \frac{C_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

La **TIR** obtenida con los mismos flujos de caja que se han usado para el cálculo del VAN, es del **12,7%**. El resultado vuelve a ser positivo, dado que ninguna inversión segura garantiza una rentabilidad tan elevada sin

¹⁴ Anexo 8.2.3. Flujos de caja ejercicio 1

riesgo. La situación de crisis económica mundial debida a la pandemia del SARS-CoV-2 ha provocado, entre otros muchos efectos, en el sector económico, que el interés que se ofrezca por la compra de letras del tesoro (compra de deuda española) alcance valores negativos. Este hecho histórico se debe a la compra ilimitada de deuda por parte del BCE, bajando los tipos (que ya de por sí eran próximos al 0,5%) hasta el 0%. En la actualidad, con estos tipos de interés en el mercado, cualquier inversión con una TIR positiva sería motivo suficiente para llevar a cabo la inversión. Sin embargo, suponiendo que una inversión segura en un contexto no extraordinario tiene un interés del 5%, el valor obtenido para este proyecto es interesante. Juntamente con el VAN, ambos indicadores sugieren que el proyecto será rentable.

5.3.3. PB (Pay Back)

Para estimar que la recuperación del desembolso se produzca en un cierto intervalo de tiempo se calcula el período de retorno. El **PB** se calcula acumulando los flujos de caja hasta que la suma iguale la inversión inicial. El valor obtenido para el proyecto es de **5 años y cinco meses**, que se encuentra dentro de los valores esperados. Un valor demasiado bajo está asociado a una alta liquidez del proyecto, mientras que, si el PB del proyecto es alto en comparación con la vida del proyecto, se puede interpretar como una medida de riesgo que éste conlleva.

Dado que los tres principales indicadores económicos muestran resultados positivos y con la opción de financiación escogida, la decisión más lógica sería seguir adelante con las siguientes fases del proyecto, dado que se ha estimado que se va a obtener una rentabilidad atractiva con la inversión propuesta.

5.4. Análisis de sensibilidad

Aunque los valores obtenidos en el análisis de rentabilidad son positivos, es necesario tener presente que se han obtenido realizando estimaciones de ingresos, gastos e inversiones que podrían verse afectadas y presentar variaciones respecto al valor estimado. Aunque hay situaciones que no pueden preverse y van a suponer un riesgo siempre, hay algunas partidas en el análisis económico que son más susceptibles de ser variadas que otras. En el caso de la inversión, la maquinaria, el arrendamiento de la parcela o los consumos de energía y agua son valores que presentan poca incertidumbre, dado que van a mantener-se estables en el tiempo. Otros como el gasto en personal, por ejemplo, son susceptibles de ser alterados debido a la necesidad de contratación de más personal durante la campaña de la aceituna. Y finalmente, los dos elementos del balance de pérdidas y ganancias que son más imprevisibles son los precios de venta del AOVE y de compra de la aceituna. Es por ello que se realizarán sendos análisis de sensibilidad para poder estudiar cómo se modifican los principales indicadores de rentabilidad (VAN y TIR) ante variaciones porcentuales, tanto positivas como negativas, de las dos variables mencionadas.

5.4.1. Variación en el precio de venta del aceite

El precio de venta estimado, aunque es un valor prudente y podría ser superior en caso de realizar una buena labor comercial del producto, puede sufrir alteraciones. Se supone que el rango de variaciones se encuentra en valores cercanos al 10%, dada la estabilidad de la demanda del producto. Los escenarios son los siguientes:

Variación precio de venta	VAN	TIR
-10%	-169.717,1 €	-11,2%
-5%	-37.335,8 €	3,0%
0%	95.045,4 €	12,7%
5%	227.426,7 €	20,9%
10%	359.808,0 €	28,2%

Tabla 37. Indicadores de rentabilidad según el precio de venta

El pequeño margen que hay en el EBITDA da lugar a que pequeñas variaciones de los parámetros considerados supongan grandes repercusiones. Se observa que una disminución ya pequeña, del 5% de las ventas, supondría un VAN negativo y una tasa de rentabilidad interna cercana a la que se podría encontrar en el mercado y que podría hacer plantear la situación al inversor. En casos menos optimistas, los valores empeoran haciendo el proyecto inviable. En cambio, un pequeño aumento del precio de venta proporcionaría rentabilidades muy superiores, cercanas al 20%. Escenarios como el actual, del estilo “todo o nada” y mucha variabilidad suponen bastante riesgo para la inversión.

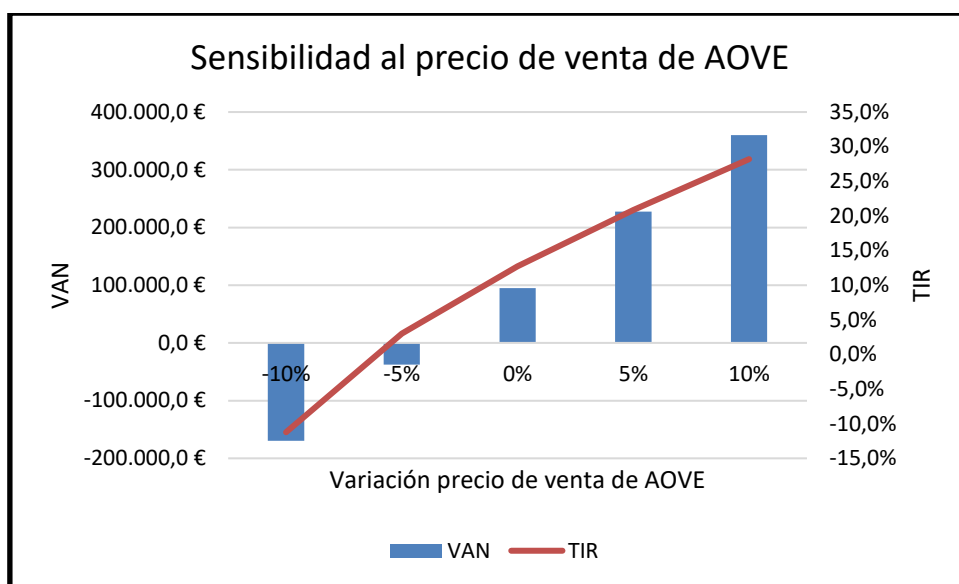


Figura 26. Evolución de los indicadores de rentabilidad según el precio de venta

5.4.2. Variación en el precio de compra de la aceituna

Al contrario que el precio de venta del producto, que se encuentra en un escenario estable y las variaciones de la demanda no son tan significativas, (porcentualmente, aunque sí lo son en volumen total de ventas) el precio de la aceituna suele sufrir más contratiempos debido al parámetro estacional de la sequía, que puede modificar significativamente la variación del precio de compra. Es por este motivo que se considera una horquilla del 25% respecto al valor estimado. Las afectaciones son las siguientes:

Variación precio de compra aceituna	VAN	TIR
-25%	397.933,8 €	30,2%
-20%	337.356,2 €	27,0%
-10%	216.200,8 €	20,2%
0%	95.045,4 €	12,7%
10%	-26.109,9 €	3,9%
20%	-147.265,3 €	-8,1%
25%	-207.842,9 €	-18,2%

Tabla 38. Indicadores de rentabilidad según el precio de compra

El escenario es similar al obtenido con la variación del precio de venta. Una variación del 10% del precio de compra supondría una rentabilidad no suficiente para realizar el proyecto, que ya contaría con un VAN negativo. Por el otro lado, en caso de disminuir el precio de compra (temporada de mucha aceituna) se obtendrían rentabilidades muy superiores a las esperadas.

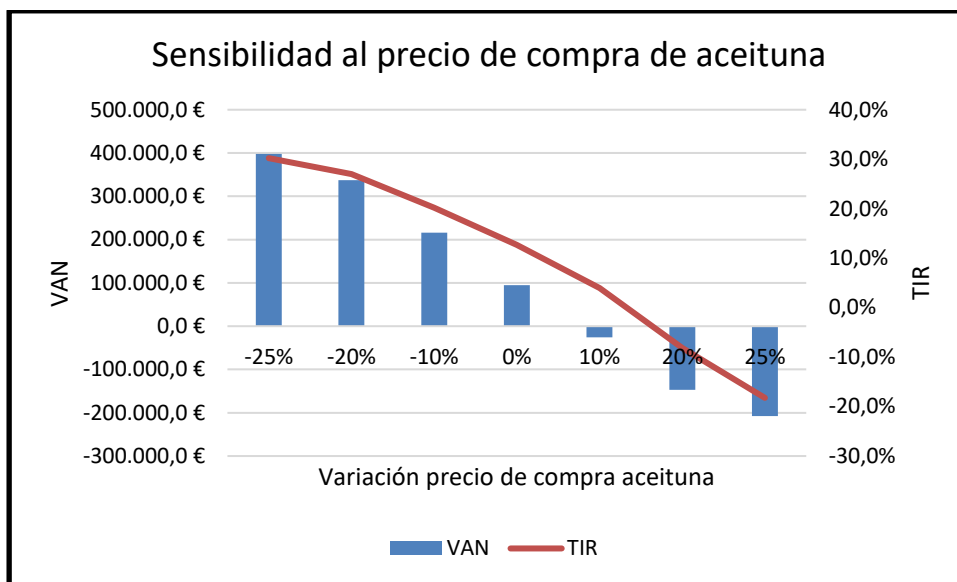


Figura 27. Evolución de los indicadores de rentabilidad según el precio de compra

También se pueden dar lugar escenarios en los que las dos variables sufran alteraciones a la vez, dado que puede haber temporada de sequía y encarecer el precio de la materia prima y a su vez obtener mejores precios de venta del producto, o viceversa.

La conclusión del análisis de sensibilidad es que ambas variables con mayor oscilación en el precio pueden alterar de forma significativa los parámetros de rentabilidad y dar lugar a situaciones muy favorables o totalmente desafortunadas. Es decir, la inversión en el proyecto tiene un factor de riesgo a tener en cuenta. Y para reducir el riesgo existen dos alternativas, una para cada variable de riesgo:

Precio de venta de AOVE: Especificar la campaña de márketing. Encargando la realización de un estudio específico de comercialización que pueda garantizar de forma más precisa el precio de venta del producto se puede acotar la horquilla de precios y que la variabilidad del mercado no influya tanto en la tasa de rentabilidad interna y el VAN.

Precio de compra de la aceituna: Se puede considerar invertir en terrenos de olivar que permitan controlar la aceituna que se va a usar durante el proceso. Instalando un sistema de riego controlado, parámetros como la sequía no tendrán tanta influencia.

5.5. Hipótesis alternativa

El escenario económico principal que se ha planteado parte de la hipótesis de la compra de la materia prima a un proveedor externo. Pero tal y como se especifica en el estudio de mercado, el tamaño y la producción de la planta pueden dar lugar a escenarios donde quienes lleven a cabo el proyecto sean propietarios de terreno de olivar que quieran realizar su propia producción de aceite de oliva. Dado que la inversión en maquinaria y mantenimiento exige de una mínima cantidad de aceituna anual, un escenario a contemplar sería juntar diversos propietarios y no solicitar la compra de materia prima. Esta hipótesis, aplicada de forma tangible al proyecto en cuestión, se basa en la compra de los terrenos para reducir la variabilidad en el precio de compra de la aceituna.

En este segundo escenario hipotético, todos los elementos del balance económico se mantendrían a excepción del precio de compra de la materia prima, que tendría que ser sustituido por el coste de colecta y el proceso de mantenimiento del olivar. La inversión también sufriría modificaciones, dado que se tendría que incluir el precio del olivar.

Durante la temporada de la aceituna, se conocen dos maneras distintas de recoger el fruto, por “jornal” o “a destajo”. El primer método consiste en cobrar por kg de aceituna recogida, mientras que el segundo sugiere un precio fijo por día, independientemente de la cantidad de fruto recogida. Cuando los incentivos son menores, la cantidad recogida también lo es. La cantidad recogida por una persona a destajo oscila alrededor de los 700kg diarios, mientras que por jornal se recogen aproximadamente 400. De esta manera, el método más eficiente es a destajo, donde se reducen los días de recogida hasta la mitad de una temporada ordinaria, en 25 días aproximadamente. Recogiendo a jornal, la campaña es la prevista, de 50 días. Económicamente, desde el punto de vista de la empresa no es necesario acelerar la colecta de la aceituna y parece adecuado optar por recoger la aceituna a jornal, suponiendo éste un ahorro económico.

Recoger la aceituna a jornal supone un precio constante por temporada, que oscila alrededor de los 1000€ netos mensuales, durante los 50 días de campaña. La aceituna anual necesaria, suponiendo que se satisface con los terrenos de los copropietarios, de 550.000 kg, sería recogida entre 28 personas siguiendo el promedio de 400kg diarios durante los casi dos meses de temporada. Para el salario neto mensual indicado, las cotizaciones del temporero son las siguientes:

	Salario bruto anual	SS trabajador	IRPF	Sueldo neto anual
Jornalero	2.800,00	196,00	560,00	2.044,00

Tabla 39. Salario y cotizaciones jornalero

Desde el punto de vista de la empresa, es necesario considerar las cotizaciones a la seguridad y la integridad del salario bruto:

	Salario bruto anual	SS empresa	Gasto empresa
Jornalero	2.800,00	924,00	3.724,00
			104.272,00

Tabla 40. Gasto en personal para la recogida de aceituna

Esto supone un coste de **104.272€ anuales** por la recogida de la aceituna.

El resto de los precios que habría que incorporar al análisis económico serían los derivados del mantenimiento del olivar. Esto incluye el uso de productos agroquímicos, el riego o la maquinaria. Los costes unitarios, según el observatorio de precios de los alimentos, en función de los kg de aceite de oliva producidos son:

	Coste unitario (€/kg)	Coste total (€)
Agroquímicos	0,3395	33950
Riego	0,08	8000
Maquinaria	0,2515	25150
Gastos generales	0,394	39400
		106.500

Tabla 41. Costes de cultivo de la aceituna

Usando el valor medio entre los dos valores de horquilla proporcionados y sumando todas las actividades se obtiene un gasto anual de **106.500€**. La maquinaria específica se considerará alquilada y no como inversión

Las variaciones de la inversión suponen la compra de los terrenos de olivar. Como no son únicamente el terreno, sino que tienen una finalidad de explotación específica se pueden amortizar. Se considerará una explotación de 20 años.

Para conocer cuántas hectáreas de olivar son necesarias para obtener una producción de 550.000 kg de aceituna por temporada es necesario conocer el rendimiento del olivo y cuantos olivos comprenden una hectárea. La variabilidad de la producción de aceituna, descrita en el estudio de mercado, refleja que este valor es sensible a distintos parámetros, como pueden ser el riego, el tipo de plantación o la variedad, entre otros. Suponiendo el valor promedio de 50 kg por olivo, a través del promedio entre distintas fuentes consultadas y un cultivo intensivo de 600 olivos por hectárea, se obtiene la siguiente estimación:

$$550.000 \frac{\text{Kg aceituna}}{\text{Campaña}} \cdot \frac{1 \text{ olivo}}{50 \text{ kg aceituna}} \cdot \frac{1 \text{ ha}}{600 \text{ olivos}} \approx \mathbf{20 \text{ ha de olivar}}$$

Existen distintos precios por hectárea ^{xxiv} en función de si son de secano o regadío. Con el objetivo de no ver la cosecha afectada por problemas como la sequía, se selecciona el método de regadío, con el correspondiente coste:

$$20 \text{ ha de olivar} \cdot \frac{25.449\text{€}}{1 \text{ ha regadío en Jaén}} = \mathbf{508.980\text{€}}$$

Realizando de nuevo el análisis económico¹⁵ con las variaciones especificadas y el mismo procedimiento, se obtienen de nuevo los indicadores de rentabilidad. En esta situación, los indicadores muestran un resultado desfavorable, ya que el **VAN obtenido es negativo, de -560.596€ y la TIR del -15,1%**. Ambos indicadores sugieren que no es para nada aconsejable una inversión de este calibre. Aunque el EBITDA obtenido es favorable (inferior al obtenido en el primer escenario), el peso de la inversión y el gasto financiero que conlleva hace imposible equilibrar los flujos de caja, incluso optando por un proyecto con un horizonte de 15 años. Este hecho supone que, asumiendo los precios del mercado actual, la compra de terreno puede ser que sea rentable para mayores cantidades de producción, pero no para el escenario contemplado.

Finalmente, se contempla el último escenario¹⁶, que considera la situación ideal en la que quienes deciden poner en marcha el proyecto disponen de las hectáreas de olivar necesarias para la producción anual y no es necesario acometer la inversión. En este caso, la cuenta de pérdidas y ganancias incluiría los mismos elementos que el escenario 2 (E2). La única diferencia sería la eliminación de la compra del olivar y su correspondiente amortización.

El último escenario obtiene los siguientes resultados:

Tasa de descuento	6,00%
VAN	-127.460€
TIR	-3,85%

Tabla 42. Indicadores de rentabilidad del escenario E2

Aunque el hecho de no acometer la inversión implica una automática mejora de los resultados, estos siguen sin ofrecer la rentabilidad deseada para acometer la inversión. Los gastos de mano de obra para recoger el fruto, el uso de pesticidas, agua y maquinaria, entre otros supone un coste superior al de la compra del fruto. Aproximadamente se obtiene el mismo valor que en el peor escenario de compra.

Se llega a la misma conclusión que al finalizar el ejercicio 2. La compra de aceituna es rentable para este tamaño de producción y no conviene invertir en producir la materia prima.

¹⁵ Anexo 8.2.4. Balance de pérdidas y ganancias ejercicio 2, Anexo 8.2.5. Flujos de caja ejercicio 2

¹⁶ Anexo 8.2.6. Balance de pérdidas y ganancias ejercicio 3, Anexo 8.2.7. Flujos de caja ejercicio 3

6 CONCLUSIONES

El estudio de mercado del sector del aceite de oliva ha sido de utilidad para poder decir que la mejor opción consiste en la fabricación de aceite de oliva virgen extra. También, que debido a las flaquezas comerciales del sector español en comparación con la competencia italiana incitan a realizar esfuerzos en la línea del país vecino y conseguir acercarse a sus precios competitivos. Con este producto y su correspondiente estrategia comercial, se ha decidido una capacidad productiva correspondiente a una cantidad intermedia de materia prima entre un particular y una gran compañía, que pudiese producir beneficios y que el coste de la inversión en maquinaria no supusiese un peso excesivo.

La viabilidad técnica, legal y económica han permitido comprobar si un proyecto como el descrito puede ser viable en estos tres aspectos y, por tanto, puede seguir adelante en la siguiente fase.

La producción de aceite de oliva ha sido una práctica mejorada en los últimos años de forma satisfactoria, obteniendo el producto deseado a partir del zumo de aceituna y con unos niveles de eficiencia cada vez mejores. Se puede decir que, técnicamente, el proceso es viable y se puede llegar al objetivo deseado a partir de la maquinaria e instalaciones descritas, acorde a las cantidades tratadas. Con el balance de materia y energía se ha podido decidir qué maquinaria satisface de forma más eficiente la producción diaria.

Legalmente, los requisitos sanitarios no han supuesto un problema que necesitare replantear los objetivos del proyecto. Desde un primer momento, la decisión de fabricar el aceite de oliva virgen extra ha implicado tratar un proceso de extracción totalmente natural, que tiene menos limitaciones sanitarias. Respecto al sector ambiental, aunque hace años producir aceite de oliva hubiese implicado una mala gestión de los residuos (por falta de legislación respectiva), en forma de emisiones contaminantes con una caldera ordinaria, o almacenamiento de residuos como el alperujo en balsas sin ningún tratamiento hoy en día la situación es muy distinta y también lo es el tratamiento que se hace de los productos. No únicamente por el cumplimiento de la normativa, sino también por la mayor conciencia social que hay en la actualidad. Esta situación lleva a optimizar los recursos lo máximo posible y reutilizar aquellos residuos generados, como se puede ver en el uso del hueso de aceituna para alimentar la caldera o el tratamiento del alperujo para después ser utilizado como compostaje. Aunque la legislación del sector se haya visto endurecida, sigue siendo legalmente viable llevar a cabo un proyecto de estas características.

Aunque se haya visto hasta el momento la línea positiva del proyecto en cuanto a viabilidad, la más importante de todas resulta ser la económica, dado que no habrá posibilidad alguna de llevar el proyecto a cabo si no se encuentran formas de financiación para el proyecto. Y esas formas de financiación solo pueden existir en caso de que el proyecto presente indicadores de rentabilidad que sugieran que la inversión en el proyecto puede aportar mayores beneficios al inversor que una inversión segura. También esta viabilidad ha resultado ser satisfactoria, obteniéndose valores positivos en los tres principales indicadores de rentabilidad. Aunque hay que tener en cuenta que el presupuesto real del proyecto, una vez sean tenidas en cuenta todos los servicios e instalaciones puede sufrir alteraciones. A su vez, el mercado de la aceituna y el aceite de oliva se ha podido comprobar que no es estable y presenta mucha desviación respecto al valor promedio. Cada temporada de la aceituna es distinta y ello también repercute en el análisis económico, dado que los valores estimados promedio pueden verse modificados con facilidad, como se ha demostrado en el análisis de sensibilidad. También se han podido extraer conclusiones respecto al tamaño de fabricación. Para pequeñas producciones no se considera aconsejable la inversión en producción de materia prima, ya que este hecho solo arrojará buenos resultados en escenarios donde una mayor cantidad de AOVE producida aumente el margen de beneficio y permita recuperar la inversión realizada. Es por lo que se considera probado que la mejor opción en el escenario ideado es la compra de la materia prima y no su propia producción.

Una vez verificada la viabilidad del proyecto, el siguiente paso en caso de seguir adelante con éste consistirá en realizar la ingeniería básica del proyecto, su definición y la programación y presupuesto.

7 BIBLIOGRAFÍA

- ⁱ Matilde Peña. (2018). La importancia del patrocinador de un proyecto. 2020, de HENKA Sitio web: <https://henkaconsulting.com/la-importancia-del-patrocinador-de-un-proyecto/>
- ⁱⁱ -. (-). La acidez del aceite de oliva y su sabor. Mayo 2020, de Directo del olivar Sitio web: <https://www.directodelolivar.com/acidez-del-aceite-de-oliva/>
- ⁱⁱⁱ Clemente, A. y Paredes, F.. (Setiembre 2005). Polifenoles de aplicación en farmacia. Elsevier, 24, 85.
- ^{iv} -. (-). Proceso de elaboración del aceite de orujo de oliva. Agosto 2020, de Infoagro Sitio web: https://www.infoagro.com/documentos/proceso_elaboracion_del_aceite_orujo_oliva.asp
- ^v -. (2005). RECOLECCIÓN DE ACEITUNAS EN LA PROVINCIA DE JAÉN: PROGRAMAS DE APOYO PARA TRABAJADORES TEMPOREROS . Mayo 2020, de Defensor del pueblo andaluz Sitio web: <https://www.defensordelpuebloandaluz.es/sites/default/files/TEMP-ACE.pdf>
- ^{vi} Ruiz, S.. (Abril 2018). Olivo intensivo y superintensivo. Mayo 2020, de Plantae Sitio web: <https://plantae.garden/olivo-intensivo-y-superintensivo/>
- ^{vii} -. (Mayo 2018). ¿CÓMO SE REALIZA LA RECOGIDA DE LA ACEITUNA? PROS Y CONTRAS DE LAS DISTINTAS TÉCNICAS. Abril 2020, de Hacienda Guzmán Sitio web: <https://haciendaguzman.com/como-se-realiza-la-recogida-de-la-aceituna/>
- ^{viii} Consejería de ganadería, agricultura, pesca y desarrollo sostenible. (28 Octubre 2019). AFORO DE PRODUCCIÓN DEL OLIVAR DE ALMAZARA EN ANDALUCÍA. Abril 2020, de Junta de Andalucía Sitio web: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/Presentaci%C3%B3n_ ACEITUNA%20ACEITE_2019-2020_comentarios_%20v4.pdf
- ^{ix} -. (Junio 2019). AGRICULTURA DE SECANO Y DE REGADÍO. Junio 2020, de Gestiriego Sitio web: <https://www.gestiriego.com/agricultura-secano-regadio/>
- ^x Etxarri, I. (2019). ECONOMÍA EMPRESAS MERCATIA ESPAÑA ESPECIALES EL 'annus horribilis' del aceite: "Es más rentable dejar la aceituna en el olivo". La información, -.
- ^{xi} -. (2019). Aceitunas en venta de Campaña 2019-2020. Setiembre 2020, de

Agrocomprador Sitio web: <https://www.agrocomprador.com/comprar-aceitunas?tipo=&variedad=13&cantidad=>

xii -. (Mayo 2018). Qué es una Almazara. Abril 2020, de Cinco Olivas Blog Sitio web: <https://www.cincolivas.com/blog/que-es-una-almazara/>

xiii -. (2019). El aceite de oliva refinado, ¿qué es y cómo se hace?. Marzo 2020, de Directo del olivar Sitio web: <https://www.directodelolivar.com/aceite-de-oliva-refinado/>

xiv -. (-). Principio de funcionamiento. Molino de martillos. Julio 2020, de Gémina Sitio web: https://www.gemina.es/files/catalogue/pdf/21_Molino_Martillo.pdf

xv M. Hermoso, J.González. (1998). Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Abril 2020, de Consejería de agricultura y pesca, Junta de Andalucía Sitio web: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337166142Elaboracixn_de_aceite.pdf

xvi -. (Setiembre 2017). Racionalización en el uso y adición de agua durante el proceso de elaboración de aceite de oliva. Mayo 2020, de Mercacei Sitio web: <https://www.mercacei.com/noticia/47755/actualidad/racionalizacion-en-el-uso-y-adicion-de-agua-durante-el-proceso-de-elaboracion-de-aceite-de-oliva.html>

xvii -. (Agosto 2013). Residuos y subproductos en la producción de aceite de oliva. Agosto 2020, de Iagua Sitio web: <https://www.iagua.es/blogs/tecdepur/residuos-y-subproductos-en-la-produccion-de-aceite-de-oliva>

xviii Baptista,F. Murcho, D. y Silva,L. (Mayo 2014). Manual de eficiencia energética en almazaras. Junio 2020, de Tesla Sitio web: <http://teslaproject.chil.me/download-doc/63909>

xix -. (Mayo 2016). PODER CALORÍFICO BIOMASA, COMPARATIVA.. Julio 2020, de Economiza con renovables Sitio web: <https://www.economizaconrenovables.com/biomasa/poder-calorifico-biomasa-comparativa/>

xx Ortega, M.. (Mayo 2018). El alpechín, el orujo y el alperujo. Abril 2020, de Cinco Olivas Blog Sitio web: <https://www.cincolivas.com/blog/el-alpechin-el-orujo-y-el-alperujo/#:~:text=con%20un%2091%25.-,Densidad,es%20de%20680%20kg%2Fm3>.

xxi COAS. (2019). Costes de Referencia para Obras de Construcción. Setiembre 2020, de COAS (Colegio Oficial de Arquitectos de Sevilla) Sitio web: <https://ingemecanica.com/tutoriales/costes.html>

xxii -. (Enero 2010). ESTUDIO DE LA CADENA DE VALOR Y FORMACIÓN DE PRECIOS DEL ACEITE DE OLIVA. Junio 2020, de Observatorio de precios de los alimentos Sitio web: <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/servicios/observatorio->

[de-precios-de-los-alimentos/Estudio_Aceite_tcm30-128596.pdf](#)

^{xxiii} -. (Agosto 2014). AYUNTAMIENTO DE JAÉN ÁREA DE HACIENDA. Setiembre 2020, de BOE Sitio web: <https://www.aqualia.com/documents/373313/375475/Jaen+TARIFAS+ABASTECIMIENTO%2C+SANEAMIENTO+Y+DEPURACION..pdf/035f5add-f20f-4a11-9d7e-e0213b922673>

^{xxiv} -. (Agosto 2016). Precio de las tierras de olivar en España. Setiembre 2020, de Ingenieros y peritos agrónomos Sitio web: <https://tasagronomos.com/precio-hectarea-olivar/>

8. ANEXOS

8.1 Planos



14 de setiembre
De 2020

Albert Muñoz Morales

Universidad de Sevilla

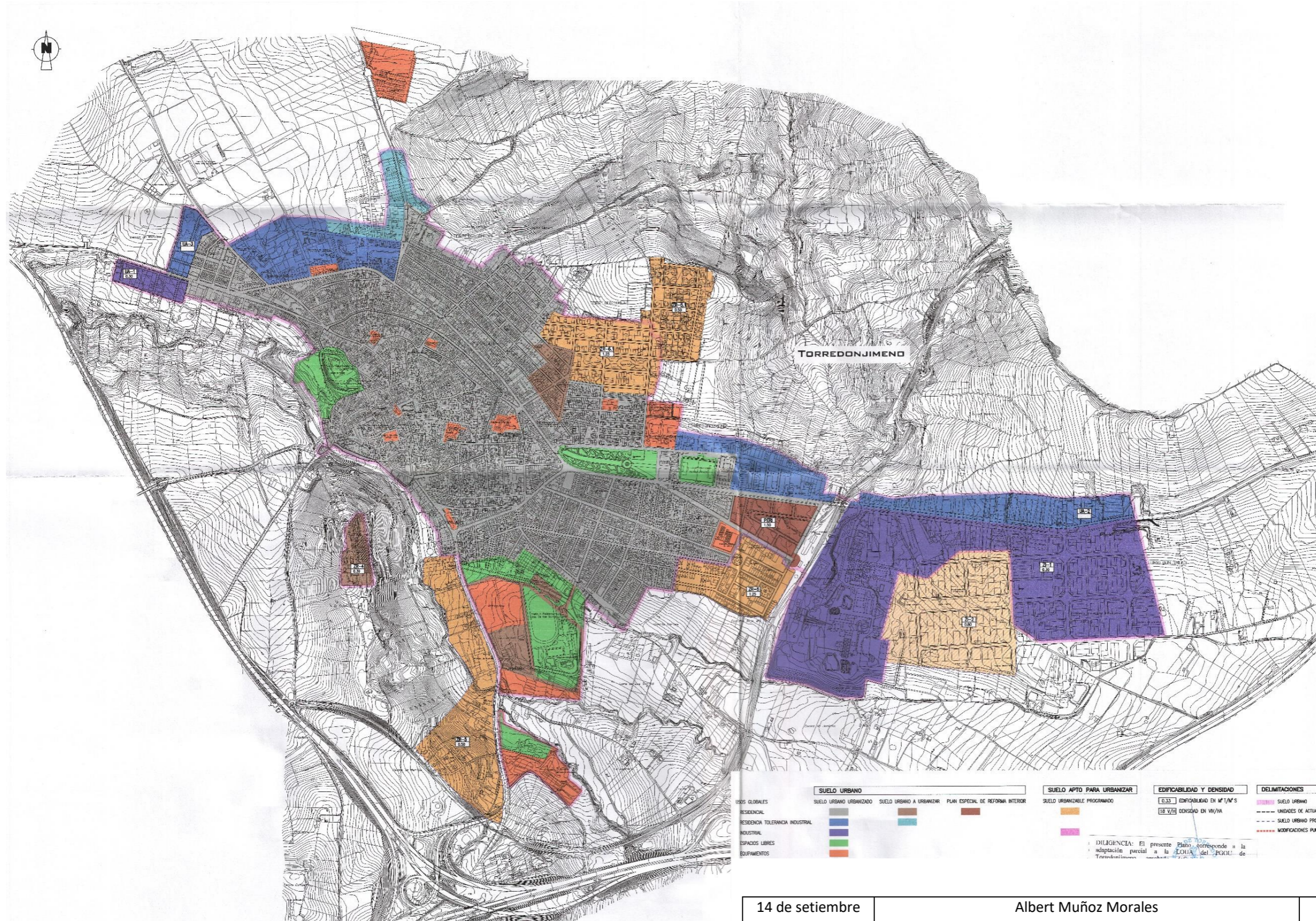
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite

Departamento de Ingeniería
de la Construcción y
Proyectos de Ingeniería

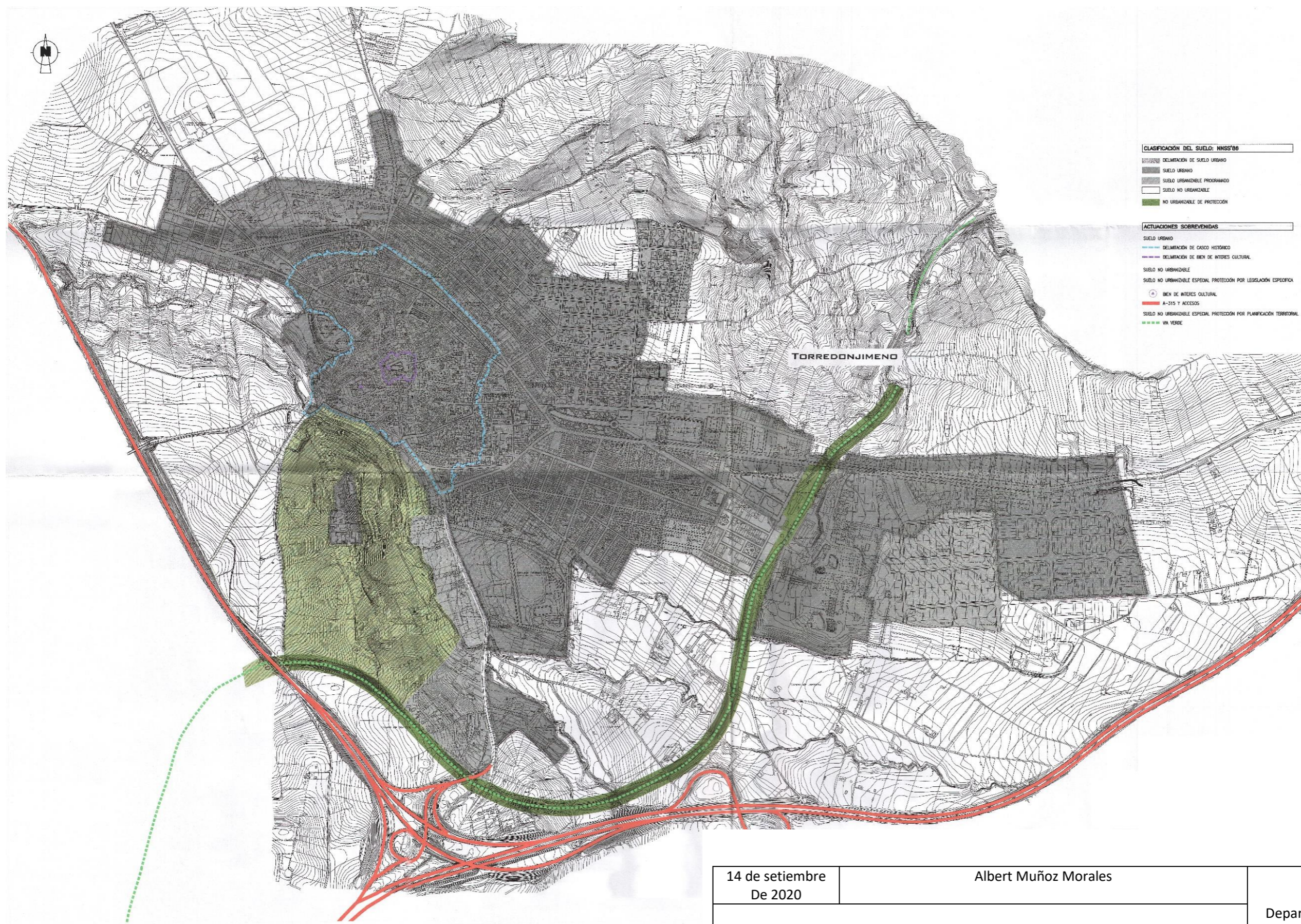
Escala 1/5000

LOCALIZACIÓN DE LA CIUDAD

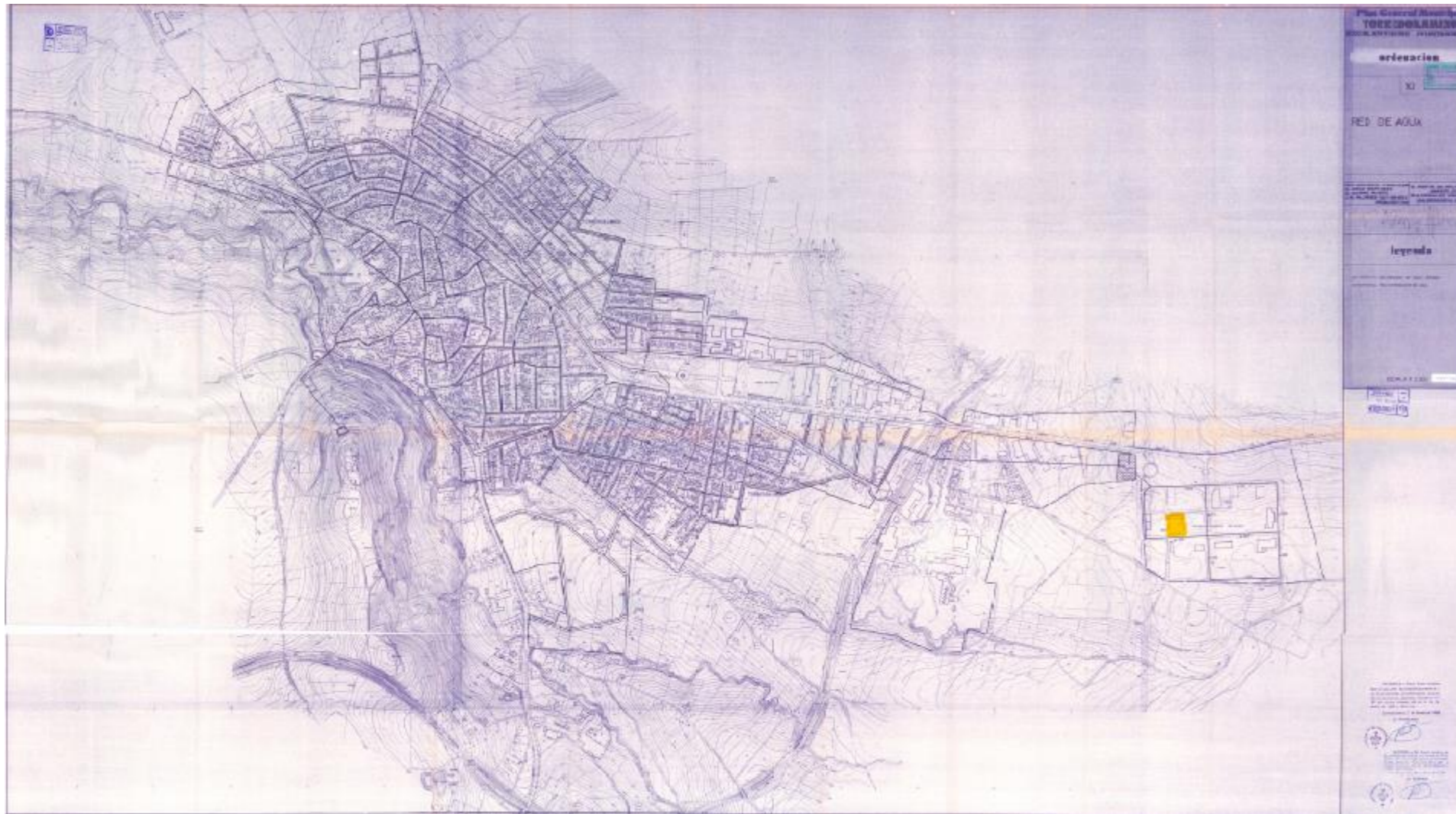
Plano 1



14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escala 1/5000	DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS	Plano 2



14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escala 1/5000	SUPERFICIE URBANIZABLE	Plano 3



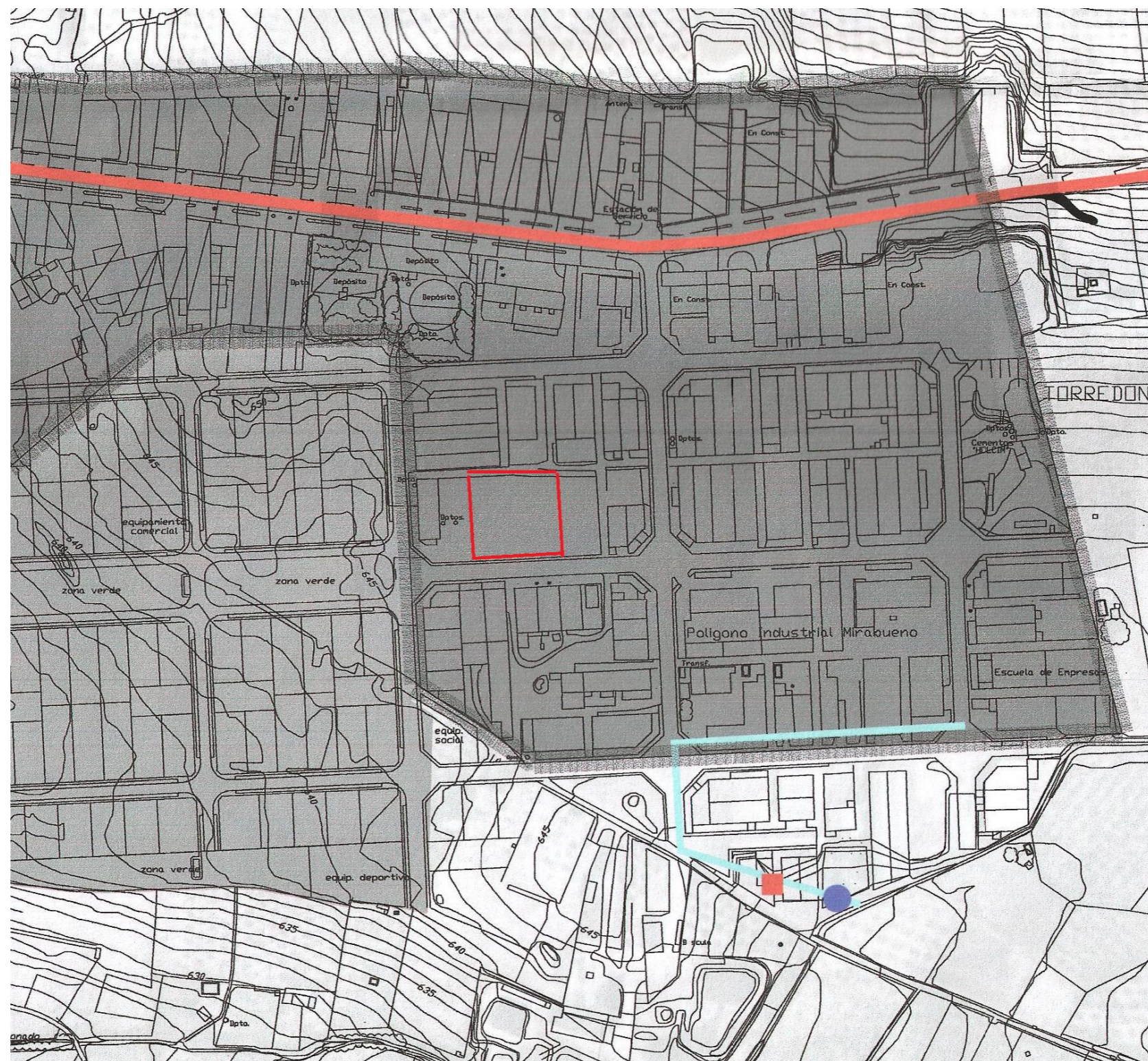
14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escala 1/2000	RED DE AGUAS	Plano 4



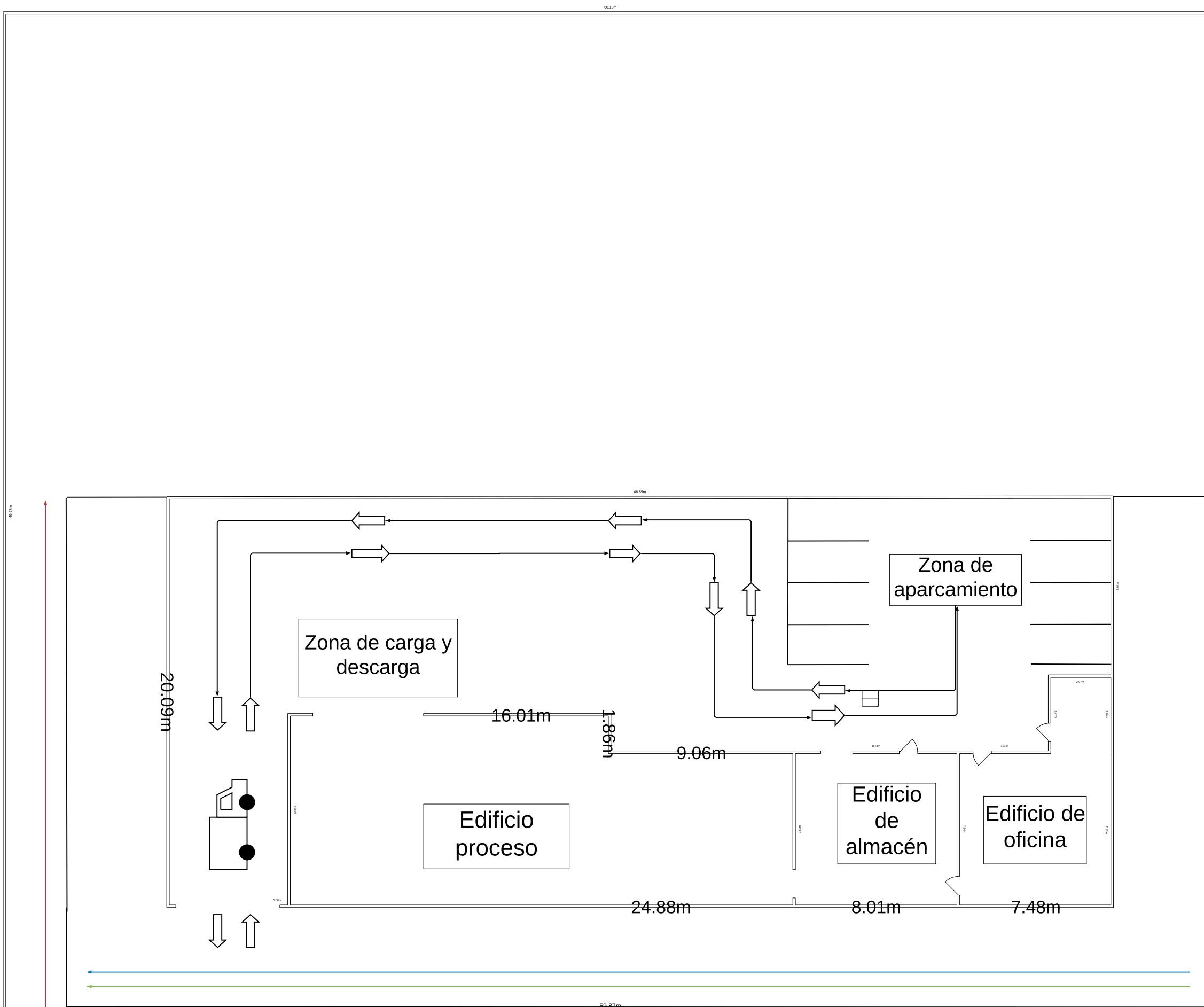
14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escala 1/2000	RED ELÉCTRICA	Plano 5



14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escala 1/5000	RED DE SANEAMIENTO	Plano 6



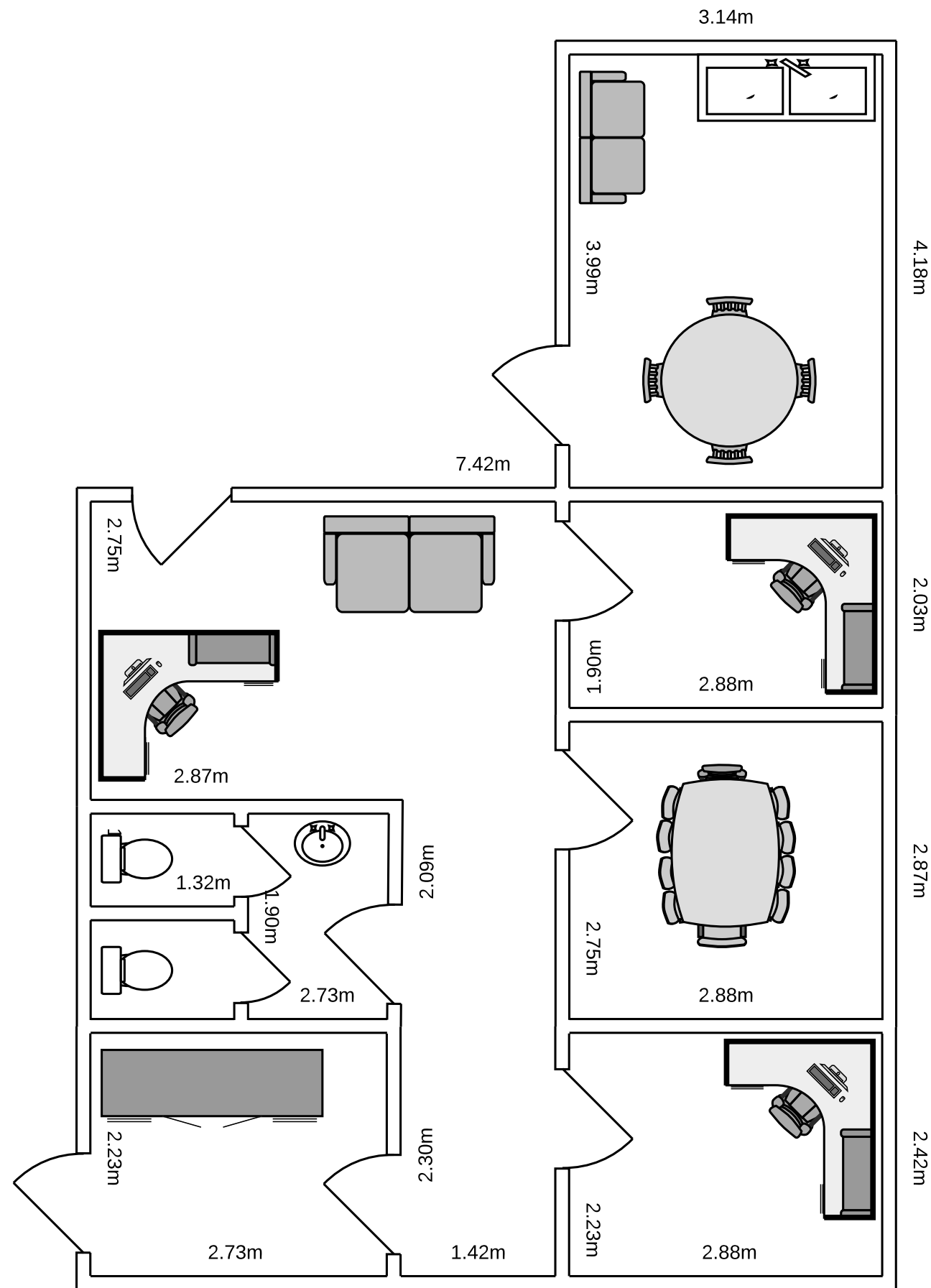
14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Escala 1/2500	LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA	Plano 7



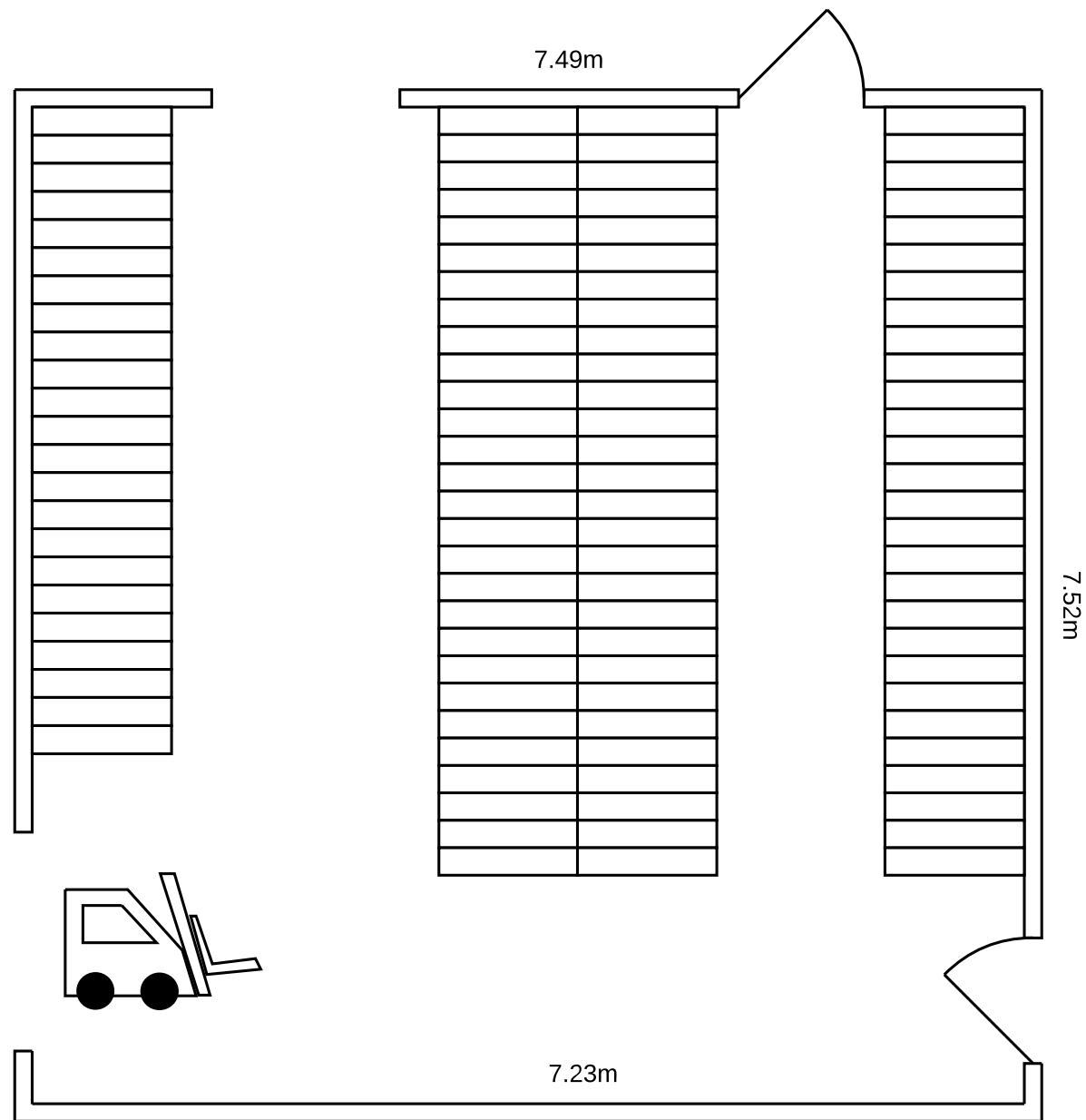
Red de agua —
 Red eléctrica —
 Red de saneamiento —
 Límites de la planta —

Salida a
vía pública

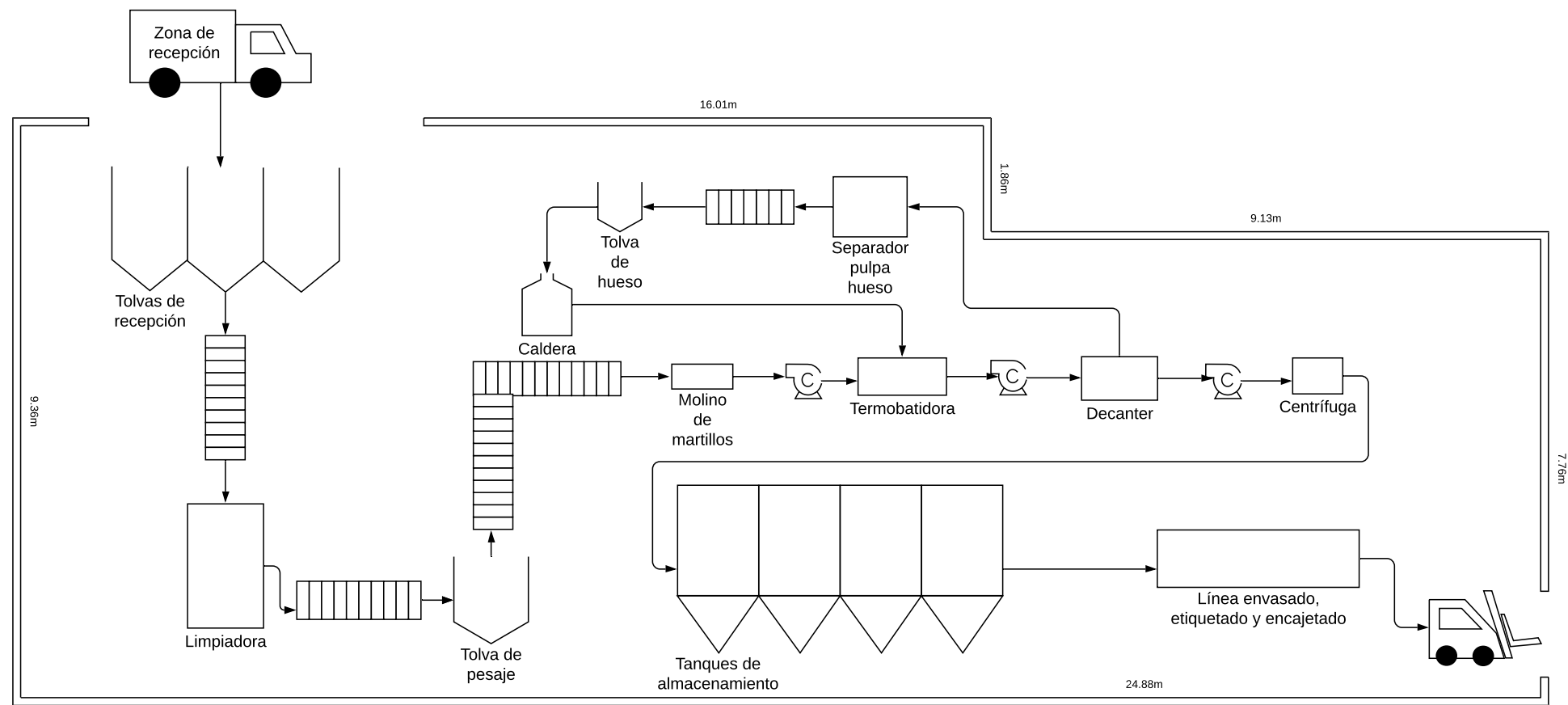
14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		
Escala 1/200	DISTRIBUCIÓN GENERAL EN PARCELA	Plano 8



14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		
Escala 1/50	DISTRIBUCIÓN EN OFICINA	Plano 9



14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		
Escala 1/50	DISTRIBUCIÓN EN ALMACÉN	Plano 10



14 de setiembre De 2020	Albert Muñoz Morales	Universidad de Sevilla Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería
Estudios previos y anteproyecto de una fábrica de aceite		
Escala 1/100	DISTRIBUCIÓN EN NAVE DE PROCESO	Plano 11

8.2 Análisis económico

Total inversión	269142,7
Horizonte	10,0
Interés	0,1
Sumatorio	7,4
Cuota anual	36568,3

Año	2021,0	2022,0	2023,0	2024,0	2025,0	2026,0	2027,0	2028,0	2029,0	2030,0	2031,0
i	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Saldo inicial	269142,7	269142,7	248723,0	227078,1	204134,4	179814,2	154034,7	126708,5	97742,7	67039,0	34493,0
Intereses	0,0	-16148,6	-14923,4	-13624,7	-12248,1	-10788,9	-9242,1	-7602,5	-5864,6	-4022,3	-2069,6
Devolución principal	0,0	-20419,7	-21644,9	-22943,6	-24320,2	-25779,5	-27326,2	-28965,8	-30703,7	-32546,0	-34498,7
Cuota anual	269142,7	-36568,3	-36568,3	-36568,3	-36568,3	-36568,3	-36568,3	-36568,3	-36568,3	-36568,3	-36568,3
Gasto financiero	0,0	-16148,6	-14923,4	-13624,7	-12248,1	-10788,9	-9242,1	-7602,5	-5864,6	-4022,3	-2069,6

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inflación	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Inflación acumulada	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38

PyG E1

Kg Aceituna anuales	550000,0										
Kg AOVE anuales	100000,0										
Kg Hueso anuales	120000,0										
Explotación (PVP)	0,0	424360,0	437090,8	450203,5	463709,6	477620,9	491949,5	506708,0	521909,3	537566,6	553693,5
Venta hueso aceituna	0,0	21005,8	21636,0	22285,1	22953,6	23642,2	24351,5	25082,0	25834,5	26609,5	27407,8
Materia prima	0,0	-194187,1	-200012,8	-206013,1	-212193,5	-218559,3	-225116,1	-231869,6	-238825,7	-245990,5	-253370,2
Envasado-etiquetado	0,0	-40531,8	-41747,7	-43000,2	-44290,2	-45618,9	-46987,4	-48397,1	-49849,0	-51344,4	-52884,8
Comercialización	0,0	-12730,8	-13112,7	-13506,1	-13911,3	-14328,6	-14758,5	-15201,2	-15657,3	-16127,0	-16610,8
Personal	0,0	-131928,2	-135886,1	-139962,6	-144161,5	-148486,4	-152941,0	-157529,2	-162255,1	-167122,7	-172136,4
Arrendamiento	0,0	-11457,7	-11801,5	-12155,5	-12520,2	-12895,8	-13282,6	-13681,1	-14091,6	-14514,3	-14949,7
Agua	0,0	-237,1	-244,2	-251,6	-259,1	-266,9	-274,9	-283,1	-291,6	-300,4	-309,4
Energía	0,0	-848,7	-874,2	-900,4	-927,4	-955,2	-983,9	-1013,4	-1043,8	-1075,1	-1107,4
Mantenimiento	0,0	-4201,2	-4327,2	-4457,0	-4590,7	-4728,4	-4870,3	-5016,4	-5166,9	-5321,9	-5481,6
EBITDA	0,0	49243,2	50720,5	52242,1	53809,3	55423,6	57086,3	58798,9	60562,9	62379,8	64251,2
Amortizaciones	0,0	-20558,6	-20558,6	-20558,6	-20558,6	-20558,6	-20558,6	-20558,6	-20558,6	-20558,6	-20558,6
EBIT	0,0	28684,6	30161,9	31683,5	33250,7	34865,0	36527,7	38240,3	40004,3	41821,2	43692,6
Gasto financiero	0,0	-16148,6	-14923,4	-13624,7	-12248,1	-10788,9	-9242,1	-7602,5	-5864,6	-4022,3	-2069,6
BAI	0,0	12536,0	15238,5	18058,8	21002,7	24076,2	27285,6	30637,8	34139,7	37798,8	41623,0

EBIT	0,00	-619,7	-21,6	594,6	1229,1	1882,8	2556,0	3249,5	3963,7	4699,4	5457,1
Gasto financiero	0,0	-46687,4	-43145,2	-39390,5	-35410,6	-31191,8	-26719,9	-21979,7	-16955,1	-11629,0	-5983,4
BAI	0,0	-47307,1	-43166,8	-38796,0	-34181,4	-29309,0	-24163,9	-18730,3	-12991,4	-6929,7	-526,3
Cuota sociedades	0,25										
Imp sociedades	0,00	11826,8	10791,7	9699,0	8545,4	7327,3	6041,0	4682,6	3247,9	1732,4	131,6
Rneto	0,00	-35480,3	-32375,1	-29097,0	-25636,1	-21981,8	-18122,9	-14047,7	-9743,6	-5197,3	-394,7

CASH FLOW E2

EBITDA	0,0	19938,9	20537,0	21153,2	21787,7	22441,4	23114,6	23808,1	24522,3	25258,0	26015,7
Inversión	-778122,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cash Flow operativo (AI)	-778122,7	19938,9	20537,0	21153,2	21787,7	22441,4	23114,6	23808,1	24522,3	25258,0	26015,7
Impuesto de sociedades	0,0	11826,8	10791,7	9699,0	8545,4	7327,3	6041,0	4682,6	3247,9	1732,4	131,6
Cash Flow operativo (DI)	-778122,7	31765,6	31328,7	30852,1	30333,1	29768,6	29155,6	28490,6	27770,2	26990,4	26147,3
CFO Acumulado	-778122,7	-746357,1	-715028,3	-684176,2	-653843,1	-624074,4	-594918,8	-566428,2	-538658,1	-511667,7	-485520,4

Tasa de descuento 6,00%

VAN **-560.596 €**

TIR **-15,07%**

EBIT	0,00	-619,7	-21,6	594,6	1229,1	1882,8	2556,0	3249,5	3963,7	4699,4	5457,1
Gasto financiero	0,0	-16148,6	-14923,4	-13624,7	-12248,1	-10788,9	-9242,1	-7602,5	-5864,6	-4022,3	-2069,6
BAI	0,0	-16768,3	-14944,9	-13030,1	-11018,9	-8906,1	-6686,1	-4353,1	-1900,9	677,0	3387,5
Cuota sociedades	0,25										
Imp sociedades	0,00	4192,1	3736,2	3257,5	2754,7	2226,5	1671,5	1088,3	475,2	-169,3	-846,9
Rneto	0,00	-12576,2	-11208,7	-9772,6	-8264,2	-6679,6	-5014,5	-3264,8	-1425,6	507,8	2540,6

CASH FLOW E3

EBITDA	0,0	19938,9	20537,0	21153,2	21787,7	22441,4	23114,6	23808,1	24522,3	25258,0	26015,7
Inversión	-308816,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cash Flow operativo (AI)	-308816,0	19938,9	20537,0	21153,2	21787,7	22441,4	23114,6	23808,1	24522,3	25258,0	26015,7
Impuesto de sociedades	0,0	4192,1	3736,2	3257,5	2754,7	2226,5	1671,5	1088,3	475,2	-169,3	-846,9
Cash Flow operativo (DI)	-308816,0	24130,9	24273,3	24410,7	24542,5	24667,9	24786,1	24896,3	24997,5	25088,7	25168,8
CFO Acumulado	-308816,0	-284685,1	-260411,8	-236001,1	-211458,6	-186790,7	-162004,6	-137108,3	-112110,8	-87022,0	-61853,2

Tasa de descuento 6,00%
VAN **-127.460 €**
TIR **-3,85%**