

## 1. OBJETO DEL PROYECTO Y JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como objeto el diseño de una nueva almazara para la producción de aceite de oliva de alta calidad. Se trata de una instalación de carácter privado en la localidad de Castro del Río (Córdoba) y a petición de un promotor particular.

El estancamiento que se ha producido en los últimos años en los precios de los aceites de oliva lleva a muchas empresas agrarias a querer dar un salto más en la línea productiva y comercializadora con el objetivo de dar una diferenciación a sus productos y obtener una mejor defensa de los precios en el mercado.

Por este motivo empresas como la de este promotor se lanzan a la construcción de sus propias plantas de procesado y envasado con el fin de poder defender mejores precios en sus productos, sobre todo cuando el objetivo de la producción son productos de calidad.

## 2. ALCANCE

Se va a realizar el proyecto de ingeniería básica de implantación de una nueva almazara producción de aceite de oliva, buscando la máxima calidad y cumpliendo todos los requisitos marcados por la Denominación de Origen Protegida de Baena, así como, el sistema de Producción Integrada de aceite de oliva, ambos regulados por sus correspondientes normativas. La cantidad de aceituna a procesar será de 7.000 toneladas de aceituna neta, produciéndose una cantidad aproximada de 1.500 toneladas de aceite, en su mayor parte aceite de oliva virgen extra.

Partiendo del solar propiedad del promotor y tomando como partida los requisitos del propio promotor y los reglamentos, de la Denominación de Origen Baena y de Producción Integrada de aceite de oliva, se desarrollan en el proyecto las siguientes partes:

- Diseño de la planta de la almazara: se incluye distribución de usos y superficies en la almazara. El solar hace esquina con un cruce de dos carreteras comarcales, lo que hace que tenga una superficie de fachada considerable. El diseño deberá seguir criterios estéticos ya que no hay que olvidar que se trata de vender un producto de calidad.
- Estudio de alternativas: una vez elegida la distribución de espacios se trata de buscar dentro de los diferentes sistemas de extracción de aceite cual se adapta mejor a las diferentes normativas de aplicación, requisitos del promotor y, criterios económicos y ambientales. Se realiza una comparativa de los diferentes sistemas de extracción donde se analizan las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.
- Elección y descripción del proceso: en base a los datos obtenidos del estudio de alternativas se elige el sistema más adecuado para el procesado de la aceituna. Se van a realizar dos diagramas del proceso; uno de bloques que se incluirá en el documento de memoria y un diagrama de flujo de proceso en plano al que irá asociado un documento donde se detalla el balance de materia del proceso y se dimensionan las capacidades de los equipos implicados en el proceso.

- Dimensionamiento de la maquinaria: se van a dimensionar las capacidades necesarias para los diferentes equipos del proceso. Una vez conocidas las capacidades se calcularán en anexos diferentes las instalaciones de trasiego de pasta de aceituna, alpeorujo y aceite. Para las necesidades de calefacción se incluye un anexo de cálculo de necesidades caloríficas y la caldera a instalar. Se dimensionaran cintas transportadoras y transportadores sinfín.
- Gestión de aguas sucias: se indicará el modo de proceder con los efluentes líquidos producidos en el proceso, dimensionando un desarenador y un desengrasador para eliminar la mayor parte de sólidos. Se dispondrá un depósito de mayor tamaño de aguas sucias capaz de almacenar los efluentes producidos en varios días para posteriormente ser enviados a un gestor de residuos autorizado.
- Control del proceso: en paralelo al diagrama de flujo de proceso se indicarán los lazos de control más representativos, describiendo en detalle cómo se controla todo el proceso y quien es el encargado en todo momento de llevar a cabo dicho control.

## **3. ANTECEDENTES**

### **3.1. EL ACEITE DE OLIVA**

#### **3.1.1. DEFINICIÓN**

El aceite de oliva es un producto natural obtenido de la aceituna producida en el árbol del olivo.

Su extracción se realiza en las almazaras, utilizando exclusivamente medios físicos, no teniendo lugar ninguna transformación química en todo el proceso. El resultado de la extracción es un líquido amarillo verdoso, aromático y con un sabor agradable. Es insoluble en el agua y cuando se encuentra en contacto con el aire sufre enranciamiento. Por eso hay que preservarlo en un lugar cerrado, fresco y protegido de la luz.

#### **3.1.2. USOS**

Principalmente es un alimento muy recomendable para una dieta sana y se emplea en todo tipo de usos culinarios (asar, cocer, freír o como aderezo). Además se emplea en campos tan diversos como la medicina, elaboración de jabones, industria textil e incluso como lubricante.

Durante miles de años, el aceite de oliva se utilizó como combustible para la producción de luz.

#### **3.1.3. CRITERIOS DE CALIDAD**

##### **3.1.3.1. GRADO DE ACIDEZ**

La acidez es el criterio más básico existente para la clasificación de los aceites de oliva. Determina la cantidad ácidos grasos libres presentes en el aceite, expresados en ácido oleico. La acidez es un atributo natural que en exceso es una anomalía resultante del mal estado de los frutos, mal tratamiento o mala conservación.

Se clasifican en comestibles si tienen una acidez menor o igual al 3,3% e industriales si superan esta acidez.

##### **3.1.3.2. ÍNDICE DE PERÓXIDOS**

Determina el estado de oxidación inicial de un aceite y también indica el deterioro que pueden haber sufrido los antioxidantes naturales. Se mide en m.q.e. de oxígeno activo por kg. Para aceites de oliva vírgenes este valor debe ser inferior a 20.

### 3.1.3.3. ABSORBANCIA EN EL ULTRAVIOLETA

La medida de absorción ultravioleta es también un índice del grado de oxidación y de adulteración del aceite de oliva. Es el parámetro K270 y mide la absorbancia del aceite a la longitud de onda de 270nm.

### 3.1.3.4. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Se denominan así, al conjunto de sensaciones detectables por los sentidos: olor, sabor y color.

La valoración organoléptica de un aceite la realizará un grupo de catadores entrenados según la normativa del COI. Los atributos que valorarán son los siguientes:

#### Atributos positivos:

- Frutado: conjunto de sensaciones olfativas características del aceite, dependientes de la variedad de las aceitunas, procedentes de frutos sanos y frescos, verdes o maduros y percibidos por vía directa o retronasal.
- Amargo: sabor característico del aceite obtenido de aceitunas verdes o en enero.
- Picante: sensación de picor, característica de los aceites obtenidos al comienzo de la campaña, principalmente de aceitunas todavía verdes.

#### Atributos negativos:

- Atrojado: flavor característico del aceite obtenido de aceitunas amontonadas que han sufrido un avanzado grado de fermentación anaerobia.
- Moho-humedad: flavor característico del aceite obtenido de aceitunas en las que se han desarrollado abundantes hongos y levaduras a causa de haber permanecido amontonadas con humedad varios días.
- Borrás: flavor característico del aceite que ha permanecido en contacto con los lodos de decantación en trujales y depósitos.
- Avinado o avinagrado: flavor característico de algunos aceites que recuerda al vino o vinagre. Es debido fundamentalmente a un proceso fermentativo de aceitunas que da lugar a la formación de ácido acético, acetato de etilo y etanol.
- Metálico: flavor que recuerda a los metales. Es característico del aceite que ha permanecido en contacto durante un tiempo prolongado con superficies metálicas, durante los procesos de molienda, batido, prensado o almacenamiento.
- Rancio: flavor de aceites que han sufrido un proceso oxidativo.

### **3.1.4. FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD**

#### **3.1.4.1. PREVIOS A LA ALMAZARA**

Son diversos los factores que podemos encontrar durante la formación del aceite en el fruto y durante su recolección y transporte hasta la almazara. Entre los más importantes se encuentran:

- La variedad de aceituna: no influye en la calidad pero si en las características sensoriales.
- El tipo de suelo: los suelos drenados y calcíferos dan aceites de mejores características sensoriales que suelos húmedos y arcillosos.
- El clima: los climas secos y soleados producen aceites de sabores más intensos.
- Prácticas de cultivo: Afectan la poda, la fertilización, el riego y los sistemas de manejo de suelo.
- Los insectos, microorganismos y otros agentes ambientales, pueden deteriorar la aceituna y afectar a la calidad del aceite.
- El sistema de recolección y transporte: apilar las aceitunas produce un aumento de temperatura y humedad, con roturas de la piel, que ayuda al crecimiento de microorganismos.

#### **3.1.4.2. EN LA ALMAZARA**

Una vez en la almazara existen diversos factores que afectan a la calidad del aceite obtenido, los cuales hay que controlar para conseguir los objetivos o estándares de calidad deseados.

Entre los factores que afectan a la calidad:

- El tiempo de almacenamiento en las tolvas de espera: puede provocar fermentaciones por el aumento de temperatura y humedad, y las roturas de la piel.
- El sistema de extracción elegido: influye directamente en la calidad del aceite según la alternativa elegida en la almazara.
- Las condiciones de almacenamiento del aceite: afectará el oxígeno, las condiciones de temperatura, luz y otros factores del almacenamiento.

### **3.1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE OLIVA**

El Consejo Oleícola Internacional, COI, creado por diversos países, incluido España, para regular el comercio internacional del aceite de oliva, ha adoptado las denominaciones de los diferentes tipos de aceites, y que fueron implantadas en España por el Real Decreto

308/1983 del 25 de Enero, en el que se aprobaba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles. Estas denominaciones son:

#### 3.1.5.1. ACEITES DE OLIVA VÍRGENES

Aceite obtenido del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos u otros procedimientos físicos en condiciones, sobre todo térmicas, que no implique la alteración del aceite y no hayan sufrido tratamiento alguno distinto del lavado, decantación, el centrifugado y la filtración, con exclusión de los aceites obtenidos mediante disolventes o por procedimientos de reesterificación, y toda mezcla con aceites de otra naturaleza.

Estos aceites son objeto a su vez de una clasificación y da lugar a las siguientes denominaciones:

- Aceite de Oliva Virgen Extra: aceite de oliva virgen con una acidez libre, expresada en cantidad de ácido oleico, como máximo de 0,8 g por 100 g, siendo la mediana de sus defectos 0, y la del atributo frutado superior a 0.
- Aceite de Oliva Virgen: aceite de oliva virgen con una acidez libre máxima de 2 g por 100 g, siendo la mediana de sus defectos superior a 0 e inferior o igual a 2', y la del atributo frutado superior a 0.
- Aceite de oliva Lampante: aceite de oliva virgen con una acidez libre, superior a 2 g por 100 g siendo la mediana de sus defectos superior a 6, y la del atributo frutado superior a 0.

#### 3.1.5.2. ACEITE DE OLIVA REFINADO

Aceite de oliva obtenido mediante el refinado de aceites de oliva vírgenes, cuya acidez no podrá ser superior a 0,3 g por 100 g, y cuyas otras características son conformes a las establecidas por esta categoría.

#### 3.1.5.3. ACEITE DE OLIVA

Aceite de oliva constituido por una mezcla de aceite de oliva refinado y de aceites de oliva vírgenes distintos del aceite lampante, cuya acidez libre no podrá ser superior a 1 g por 100 g, y cuyas otras características son conformes a las establecidas por esta categoría.

#### 3.1.5.4. ACEITE DE ORUJO DE OLIVA CRUDO

Aceite obtenido a partir del orujo de oliva mediante tratamiento con disolvente o por medios físicos, o que corresponda, con excepción de algunas características determinadas, a un aceite de oliva lampante.

#### 3.1.5.5. ACEITE DE ORUJO DE OLIVA REFINADO

Aceite obtenido mediante refino de aceite de oliva de orujo crudo, cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no podrá ser superior a 0,3 g por 100 g y cuyas otras características son conformes a esta categoría.

#### 3.1.5.6. ACEITE DE ORUJO DE OLIVA

Aceite constituido por una mezcla de aceite de orujo de oliva refinado y de aceites de oliva vírgenes distintos del lampante, cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no podrá ser superior a 1 g por 100 g y cuyas otras características son conformes a las establecidas para esta categoría.

### 3.2. SITUACIÓN DEL MERCADO DEL ACEITE Y ALMAZARAS

#### 3.2.1. SITUACIÓN A NIVEL MUNDIAL

El mercado del aceite al igual que otros mercados se encuentra globalizado a nivel mundial y cada día se conocen noticias de nuevos mercados emergentes donde poder realizar exportaciones. A su vez las investigaciones realizadas en los últimos años proporcionan más datos acerca de lo saludable que es el consumo de esta grasa vegetal lo que está provocando que países donde no estaba instaurada la cultura de consumir aceite de oliva comiencen a valorar sus propiedades saludables aumentando su demanda de consumo.

En los últimos diez años el consumo de aceite de oliva a nivel mundial se ha incrementado en un 20% pasando de 2.677,5 (miles de t) en el año 2003 a 3.210 (miles de t) en 2012, con una previsión para el año 2014 algo inferior. Además este incremento de consumo se ha producido en países de fuera de la Unión Europea donde el consumo se ha mantenido prácticamente constante (*Tabla 3.1*).

Este incremento de consumo a nivel mundial ha llevado aparejado un incremento de producción de aceite. Este aumento de producción se ha producido tanto en países de la UE, destacando España (principal productor) y Portugal, como en otros países del resto del mundo, principalmente países del entorno mediterráneo (Marruecos, Túnez, Siria y Turquía) y en menor medida Chile, Argentina, Palestina y Australia como se puede ver en la *tabla 3.2*.

Paradójicamente España pese a ser el principal productor no es el principal consumidor a nivel mundial, siendo Italia el mayor consumidor. Dentro de los países donde se ha observado en los últimos años un incremento notable de consumo se encuentran EEUU, Brasil, Japón y China, siendo estos últimos países del continente asiático los grandes retos de expansión de mercados en el futuro por ser economías emergentes con una gran población.

En las siguientes tablas se muestran los datos más representativos comentados anteriormente:

<b>CONSUMOS DE ACEITE (1.000 t)</b>				
	<b>2002/3</b>	<b>2006/7</b>	<b>2011/12</b>	<b>2013/14 (Prev.)</b>
<b>MUNDIAL</b>	<b>2.677,5</b>	<b>2.798,5</b>	<b>3.210,0</b>	<b>3056,5</b>
EEUU	184,0	248,0	300,0	294,5
Siria	128,5	110,0	135,5	95,0
Marruecos	60,0	65,0	100,0	132,0
Brasil	21,0	34,5	68,0	73,0
China			40,0	40,0
Japón	30,5	30,5	42,0	51,0
<b>UE</b>	<b>1.918,6</b>	<b>1.904,6</b>	<b>1.916,9</b>	<b>1.758,0</b>
España	591,3	536,7	574,0	580,0
Italia	770,0	730,0	724,5	600,0
Grecia	270,0	269,6	212,5	185,0
Portugal	64,9	76,8	73,8	74,0
Francia	97,0	101,8	111,2	99,6
Alemania	40,0	48,3	65,9	59,0
Reino Unido	47,0	47,6	67,7	59,0

*Tabla 3.1. Evolución de los consumos de aceite a nivel mundial.*

<b>PRODUCCIONES DE ACEITE (1.000 t)</b>				
	<b>2002/3</b>	<b>2006/7</b>	<b>2011/12</b>	<b>2013/14 (Prev.)</b>
<b>MUNDIAL</b>	<b>2.495,5</b>	<b>2.767,0</b>	<b>3.408,5</b>	<b>3.098,0</b>
Túnez	72,0	160,0	180,0	80,0
Siria	165,0	154,0	198,0	135,0
Marruecos	45,0	75,0	120,0	120,0
Turquía	140,0	165,0	191,0	180,0
Chile		5,0	21,5	32,0
Australia	2,0	9,0	19,0	18,0
<b>UE</b>	<b>1.942,5</b>	<b>2.031,0</b>	<b>2.444,0</b>	<b>2.308,0</b>
España	861,1	1.111,4	1.613,4	1.775,8
Italia	634,0	490,0	450,0	450,0
Grecia	414,0	370,0	295,0	230,0
Portugal	28,9	47,6	76,2	76,6

*Tabla 3.2. Evolución de las producciones de aceite oliva a nivel mundial.*



En cuanto a la evolución de los precios de venta a granel que se tienen de referencia en los últimos tres años encontramos diferencias en función de la lonja donde se haya producido la venta.

<b>EVOLUCIÓN PRECIOS DE ACEITE OLIVA VIRGEN EXTRA (Euros/100 kg)</b>					
	<b>2008/09</b>	<b>2009/10</b>	<b>2010/11</b>	<b>2011/2012</b>	<b>2012/2013</b>
<b>Bari (Italia)</b>	227,7	263,9	331,0	239,8	302,3
<b>Iraklion (Grecia)</b>	204,3	211,7	203,0	181,5	242,5
<b>Jaén (España)</b>	203,7	208,1	196,0	179,8	295,8

*Tabla 3.3. Precios aceite oliva en mercados más representativos*

Se observan diferencias considerables de los precios de venta en Italia respecto a los de Grecia y España. Lo que viene a indicar que la parte comercial en la venta de aceites es muy relevante en el precio de venta final. Todos estos datos de precios de venta son de aceites a granel.

### **3.2.2. PERSPECTIVAS PARA LA CAMPAÑA 2013/2014**

Este año se verá reflejada la influencia de España como productor de aceite en el mercado internacional. Tras un año climatológicamente nefasto en España donde hubo una caída de la producción de aceite de un 50% aproximadamente, quedando la producción española en 820 (miles de t) respecto a las 1.613,4 de la campaña anterior, los datos para 2014 vuelven a situar la producción española en record absoluto con una producción estimada de 1.775,8 toneladas.

### **3.2.3. SITUACIÓN DEL MERCADO ESPAÑOL**

En la *tabla 3.4* se muestran los datos macro del mercado español del aceite en las últimas seis campañas.

<b>MERCADO DEL ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA</b>						
(miles de t)	<b>2007/08</b>	<b>2008/09</b>	<b>2009/10</b>	<b>2010/11</b>	<b>2011/12</b>	<b>2012/2013</b>
<b>PRODUCCION</b>	1.236,1	1.030,0	1.401,5	1.391,9	1.611,3	618,2
<b>IMPORTACIONES</b>	61,4	38,9	47,0	43,5	55,5	119,2
<b>EXPORTACIONES</b>	666,1	675,3	780,1	827,9	794,6	630,0
<b>MERCADO INTERIOR</b>	537,5	533,6	533,4	554,1	526,8	499,2

*Tabla 3.4. Situación del mercado español en los últimos años.*

Se han producido importantes incrementos de la producción y de las exportaciones. La campaña 2012/13 fue muy negativa debido a las malas condiciones climatológicas y la producción a nivel nacional se redujo en un 50%. En cambio, las perspectivas para la 2013/2014 han dado la vuelta a la situación y se vuelven a producciones record para España.

A continuación analizamos con más detalle este mercado desde el olivar hasta las fábricas de aceite.

En España en el año 2012 había un total de 2.439.660 has de olivar de aceitunas para almazara. Dicha superficie se ha mantenido constante en los últimos años tras un inicio de siglo XXI donde aumentó el número de plantaciones nuevas de olivar.

Las regiones que cuentan con mayor superficie son Andalucía, Castilla la Mancha, Extremadura y Cataluña. Cada una con sus peculiaridades de climatología, variedades de olivo y, por tanto, rendimientos productivos diferentes.

En la *tabla 3.5* se muestran las superficies en las principales comunidades y dentro de ellas, las provincias que representan mayor parte de este cultivo. A su vez se muestran las cosechas medias de cada territorio. Estos datos se han obtenido del informe publicado por la Agencia para el Aceite de Oliva (A.A.O.) sobre el mercado del aceite de oliva en la campaña 2011/2012.

<b>PRODUCCIÓN DE ACEITUNA PARA ALMAZARA: SUPERFICIES Y RENDIMIENTOS</b>					
	<b>Nº HAS</b>	<b>%</b>	<b>t Aceituna</b>	<b>%</b>	<b>kg aceituna/ha</b>
<b>ANDALUCÍA</b>	<b>1.439.090</b>	<b>58,90%</b>	<b>6.350.857</b>	<b>83,15%</b>	<b>4.413</b>
Jaén	584.829	23,94%	3.047.822	39,90%	5.211
Córdoba	317.017	12,97%	1.569.103	20,54%	4.950
Granada	195.593	8,01%	673.373	8,82%	3.443
Málaga	133.768	5,47%	457.019	5,98%	3.417
Sevilla	129.017	5,28%	481.557	6,30%	3.733
<b>CASTILLA LA MANCHA</b>	<b>406.211</b>	<b>16,63%</b>	<b>578.506</b>	<b>7,57%</b>	<b>1.424</b>
Ciudad Real	179.245	7,34%	260.779	3,41%	1.455
Toledo	132.607	5,43%	216.209	2,83%	1.630
<b>EXTREMADURA</b>	<b>246.674</b>	<b>10,10%</b>	<b>315.315</b>	<b>4,13%</b>	<b>1.278</b>
Badajoz	209.724	8,58%	244.609	3,20%	1.166
<b>CATALUÑA</b>	<b>114.876</b>	<b>4,70%</b>	<b>131.504</b>	<b>1,72%</b>	<b>1.145</b>
Lérida	35.853	1,47%	30.003	0,39%	837
Tarragona	71.387	2,92%	91.745	1,20%	1.285
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>2.443.308</b>	<b>100%</b>	<b>7.637.813</b>	<b>100%</b>	<b>3.126</b>

*Tabla 3.5. Estructura productiva de aceituna para almazara en España.*

Andalucía no solo concentra la mayor parte de la superficie (58,9%), sino que es la región con mayores rendimientos por hectárea y por tanto tiene la mayor producción de aceituna (83,15%).

El proceso de extracción de aceite se realiza en almazaras, que pueden ser cooperativas de agricultores o almazaras industriales de carácter privado. La estructura productiva de la campaña 11/12 se desglosa en la siguiente tabla indicando el número de almazaras y su producción de aceite total.

	ALMAZARAS N°			PRODUCCIÓN (miles de t)			
	TO-TAL	COOPERATIVAS	INDUSTRIALES	TOTAL		COOPERATIVAS	INDUSTRIALES
<b>ANDALUCÍA</b>	<b>817</b>	<b>429</b>	<b>388</b>	<b>1.360,68</b>	<b>84,45%</b>	<b>978,00</b>	<b>382,67</b>
Jaén	327	194	133	681,04	42,27%	523,06	157,98
Córdoba	184	74	110	322,91	20,04%	194,61	128,31
Granada	108	45	63	150,64	9,35%	98,25	52,40
Málaga	65	42	23	94,53	5,87%	83,81	10,73
Sevilla	78	49	29	88,79	5,51%	64,43	24,37
<b>CASTILLA LA MANCHA</b>	<b>243</b>	<b>125</b>	<b>118</b>	<b>123,61</b>	<b>7,67%</b>	<b>75,02</b>	<b>48,59</b>
Ciudad Real	75	43	32	55,42	3,44%	38,19	17,24
Toledo	104	56	48	47,56	2,95%	29,29	18,28
<b>EXTREMADURA</b>	<b>116</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>54,70</b>	<b>3,40%</b>	<b>31,27</b>	<b>23,43</b>
Badajoz	76	37	39	45,61	2,83%	26,46	19,15
<b>CATALUÑA</b>	<b>199</b>	<b>114</b>	<b>85</b>	<b>22,06</b>	<b>1,37%</b>	<b>14,91</b>	<b>7,15</b>
Lérida	56	30	26	5,44	0,34%	3,71	1,73
Tarragona	117	77	40	15,26	0,95%	10,81	4,45
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>1.741</b>	<b>948</b>	<b>793</b>	<b>1.611,29</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.129,09</b>	<b>482,20</b>

Tabla 3.6. Distribución de almazaras a nivel nacional y producción por provincias.

La producción de aceite en Andalucía en 2012 fue el 84,45% del total nacional y dentro de esta la provincia de Córdoba tuvo una participación muy relevante con un 20% del total del país. La estructura productiva cordobesa consta de 184 almazaras de las cuales 74 están en régimen cooperativo y 110 son almazaras industriales de carácter privado como la que es objeto de este proyecto.

En cuanto a la aceituna molturada por cada sector, las almazaras industriales de la provincia de Córdoba procesaron 5.711,5 t de aceituna de media y las cooperativas, de mayor tamaño, tuvieron una media de 12.714 t de aceituna procesada.

Esta molturación de aceituna se traduce en una producción media de las almazaras industriales fue de 1.166,45 t de aceite (20,42% de rendimiento) por almazara mientras que las almazaras cooperativas tuvieron una media de 2.630 t de aceite (20,68% de rendimiento).

Según los datos ofrecidos por la A.A.O. el rendimiento medio en España fue de 21,07%, variando según las regiones. El rendimiento medio en Andalucía fue de 21,4% siendo las provincias de Granada y Jaén las de mayor rendimiento.

### **3.2.4. RECONOCIMIENTO Y PROTECCIÓN DE LA CALIDAD**

Los consumidores dan cada vez más importancia a la calidad de los alimentos, encuentran una gran variedad de productos comercializados y demandan una información veraz y clara sobre los mismos para hacer una elección adecuada de acuerdo con sus gustos y sus necesidades. Dicha búsqueda de productos de calidad se traduce en una creciente demanda de productos con determinado origen geográfico, determinada elaboración y variedades concretas de materia prima .

Existen factores que inciden de forma directa en la calidad por sus características orgánicas y en el tipo de producto, tales como la naturaleza del terreno de una región, las variedades predominantes y la forma de realizar el cultivo, porque les imprimen unas características propias que los distinguen de los de otras áreas geográficas. La Denominación de Origen (DO) y la Indicación Geográfica Protegida (IGP) protegen a determinados tipos de productos agrarios que alcanzan amplia difusión en el mercado por su calidad y características diferenciales.

En el caso del aceite de oliva se reconoció por primera vez el régimen de Denominación de Origen al aceite de oliva mediante el Decreto 3711/1974, aplicable exclusivamente al aceite de oliva virgen, que es el que puede presentar cualidades y características diferenciales ligadas a su origen geográfico.

Actualmente, el Reglamento (CE) 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de noviembre de 2012, sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios, establece las definiciones de Denominación de Origen Protegida (DOP) y de Indicación Geográfica Protegida (IGP). Estas son las dos figuras de protección que se aplican a los productos agrícolas y alimenticios diferentes del vino y de las bebidas espirituosas.

Así, en dicho Reglamento se define una DOP como el nombre de una región, de un lugar determinado o, en casos excepcionales, de un país, que sirve para designar un producto agrícola o alimenticio:

1. Originario de dicha región, lugar o país.
2. Cuya calidad o características se deben fundamental o exclusivamente a un medio geográfico particular, con los factores naturales y humanos inherentes a él.
3. Las fases de producción, transformación y elaboración tengan lugar en su totalidad en la zona geográfica definida.

Una IGP es el nombre de una región, de un lugar determinado o, en casos excepcionales, de un país, que sirve para designar un producto agrícola o alimenticio:

1. Originario de un lugar determinado, una región o un país,

2. Que posea una cualidad determinada, una reputación u otra característica que pueda esencialmente atribuirse a su origen geográfico.
3. De las fases de producción, al menos una tenga lugar en la zona geográfica definida.

Cuando se considera que el producto cumple los requisitos exigidos, los productores y elaboradores de la zona pueden solicitar el reconocimiento de grado de protección deseado al organismo que corresponda, Administración Autonómica o Administración del Estado según cada caso.

Las DO están reguladas por el Consejo Regulador, elegido tras un proceso electoral, encargado de elaborar el reglamento, de la aplicación del mismo y de la vigilancia y control.

Actualmente existen en España 28 Denominaciones de Origen Protegidas de aceite de oliva virgen extra, siendo algunas de las más antiguas también para aceite de oliva virgen.

En Andalucía encontramos doce de ellas y en la provincia de Córdoba están las de Aceite de Lucena, Baena, Montoro-Adamúz y Priego de Córdoba.

La almazara sobre la que trata este proyecto se encontraría dentro de la DO Baena. Esto implicará que tanto los productores de aceituna como las instalaciones de la almazara deberán estar dentro del territorio incluido en la DO. A su vez deberán cumplirse las condiciones de procesado indicadas por el reglamento marcado por el Consejo Regulador.

### **3.2.5. OTROS RECONOCIMIENTOS DE CALIDAD Y RESPETO AL MEDIO AMBIENTE**

Frente a los sistemas tradicionales de cultivo y extracción del aceite, donde los controles sobre vertidos, sistemas de producción y conservación eran más livianos, han surgido en las últimas décadas alternativas que buscan la producción de aceite de máxima calidad y en condiciones más respetuosas con el medio ambiente.

Se trata de los sistemas ecológico y producción integrada, diferenciados en las exigencias que debe cumplir el productor, pero con el denominador común de llevar al mercado aceites de máxima calidad con un sello identificativo que permite al consumidor final saber exactamente lo que está comprando.

#### **3.2.5.1. ACEITE ECOLÓGICO**

En el año 1980 se reconoció en España la Denominación Genérica de Agricultura Ecológica, siendo aprobado su Reglamento en 1989. Tiene como objetivo la obtención de alimentos de máxima calidad, con técnicas de producción respetuosas con el medio ambiente, conservando la fertilidad de la tierra mediante la utilización óptima de los recursos y sin el empleo de productos químicos de síntesis. Existe un logotipo publicado por la Comisión Europea para ser utilizado en el etiquetado de los productos.

Las almazaras destinadas a la producción de aceite ecológico deberán también cumplir una serie de requisitos en sus instalaciones, para que se les permita etiquetar con el sello europeo.

### 3.2.5.2. PRODUCCIÓN INTEGRADA

El Ministerio de Agricultura mediante las Órdenes de 26 de julio de 1983 y 17 de noviembre de 1989, y las diferentes Comunidades Autónomas han promocionado la aplicación de técnicas de cultivo que se aproximan a la lucha integrada mediante la creación de agrupaciones para tratamientos integrados en agricultura.

La obtención por los agricultores e industrias de transformación de productos agrícolas de calidad y saludables para el consumidor, mediante el empleo de prácticas que respeten el medio ambiente, es la base del sistema de producción integrada.

Consiste en la utilización de métodos que, teniendo en cuenta las exigencias de la sociedad, la rentabilidad del cultivo y la protección del medio ambiente, disminuyan el uso de productos químicos y permitan obtener producciones agrícolas de alta calidad.

En el caso del aceite, tanto agricultores como productores se han ido asociando en API's (Asociaciones de Producción Integrada), con el fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos necesarios para poder tener un producto bajo el sello de producción integrada.

A diferencia del sistema ecológico, en el sistema de producción integrada aún queda camino por recorrer para conseguir una unificación de marca, ya que existe un sello a nivel nacional y otros diferentes en las CCAA.

A nivel de la Comunidad Autónoma Andaluza, la producción integrada se encuentra regulada por el Decreto 7/2008, de 15 de enero, y para el sector de productores de aceite existe la Orden de 24 de octubre de 2003, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada en Andalucía para industrias de obtención de aceite de oliva.

## 4. NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA

### 4.1. NORMATIVA

- Norma española. UNE 157001 - febrero 2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Real decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas. (BOE nº287, de 30 de noviembre)
- Decreto 245/2003, de 2 de septiembre, por el que se regula la producción integrada y su indicación en productos agrarios y sus transformados. (BOJA nº174, de 10 de septiembre)
- Orden de 24 de octubre de 2003, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de Andalucía para industrias de obtención de aceite de oliva. (BOJA nº213 de 5 de noviembre)
- Orden de 28 de diciembre de 1995, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Baena y de su Consejo Regulador. (BOJA nº568, de 18 de enero)
- Orden de 24 de octubre de 2003, por la que se modifica la de 28 de diciembre de 1995, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Baena y de su Consejo Regulador. (BOJA nº211, de 3 de noviembre)
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE nº74, de 28 de marzo)
- Ley 7/2007, de 9 julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. (BOJA nº143, de 20 de julio)
- Decreto 281/2002, de 12 de noviembre, por el que se regula el régimen de autorización y control de los depósitos de efluentes líquidos o de lodos procedentes de actividades industriales, mineras y agrarias. (BOJA nº152, de 26 de diciembre)
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. (BOE nº275, de 16 de noviembre)
- Real Decreto 308/1983, de 25 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles. (BOE nº44, de 21 de febrero)
- Norma española. UNE 58-204-92 “Cintas transportadoras provistas de rodillos portantes”
- Norma española. UNE 58-244-88 - “Aparatos de manutención continua para graneles. Transportadores de tornillo sinfín. Reglas para el diseño de los accionamientos”
- Norma española. UNE 58-207-89 - “Aparatos de manutención continua para productos a granel. Transportadores de tornillo sinfín”.

- Norma española. UNE-EN 14015 - “Especificación para el diseño y fabricación de tanques de acero contruidos en el lugar de emplazamiento, verticales, cilíndricos, de fondo plano, no enterrados, soldados, para el almacenamiento de líquidos a temperatura ambiente y superior”.
- Norma española. UNE-EN ISO 10628 - septiembre 2001. Diagrama de flujo de plantas de proceso, reglas generales.
- Norma ISA-S5.1-84. Instrumentación y control.
- Real decreto 1627/1997, de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (BOE nº256, de 25 de octubre)
- Real decreto 486/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. (BOE nº97, de 23 de abril)
- Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. (BOE nº188, de 7 de agosto)

## **4.2. BIBLIOGRAFÍA Y CONSULTAS EN INTERNET**

### **4.2.1. BIBLIOGRAFÍA**

- Elaboración de aceites de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Hermoso, M; González, J; Uceda, M; García-Ortiz, A; Morales, J; Frías, L; Fernández, A. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca.
- Obtención del aceite de oliva virgen. Civantos López-Villalta, Luis. Ed. Agrícola Española.
- Elaboración del aceite de oliva de calidad. Hermoso, M; Uceda, M; García-Ortiz, A; Morales, J; Frías, L; Fernández, A. Junta de Andalucía - Consejería de Agricultura y Pesca.

### **4.2.2. CATÁLOGOS Y PRONTUARIOS**

- ASIGRAN S.L. - Tolvas, equipos compactos de limpieza y lavado, pesadoras, deshuesadoras, cintas transportadoras y transportadores sinfín.
- AGROISA S.L. - Tolvas, equipos compactos de limpieza y lavado, pesadoras, deshuesadoras, cintas transportadoras y transportadores sinfín.
- TREICO S.A. - Tolvas, equipos compactos de limpieza y lavado, pesadoras, deshuesadoras, cintas transportadoras y transportadores sinfín.



- WESTFALIA SEPARATOR IBERICA S.A. - Fabricantes de líneas de extracción de aceite.
- CALDERERÍA MANZANO S.A. - Depósitos, aclaradores, tuberías y bombas.
- TRIEF S.L. - Fabricante de bombas.
- BOMBAS IDEAL S.A. - Fabricante de bombas.
- ILURCO S.A. - Fabricante de depósitos de agua.
- INSTALACIONES MORAL Y LÓPEZ S.A. - Fabricantes de calderas de biomasa.
- IFAMENSA S.L. - Maquinaria de envasado.
- ZENITRAM - Equipos de filtración.
- LAMIPE S.L.U. - Fabricante de básculas de gran tonelaje.

#### **4.2.3. CONSULTAS EN INTERNET**

- Consejo Oleícola Internacional. [www.internationaloliveoil.org/?lang=es\\_ES](http://www.internationaloliveoil.org/?lang=es_ES)
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [www.magrama.gob.es](http://www.magrama.gob.es)
- Sistema de Información de Precios en Origen del Aceite de Oliva. [www.poolred.com](http://www.poolred.com)
- Instituto de Comercio Exterior. [www.icex.es](http://www.icex.es)
- Museo del olivar y el aceite Baena. [www.museoaceite.com](http://www.museoaceite.com)
- Asociación Española de Municipios del Olivo. [www.aemo.es](http://www.aemo.es)
- Asociación Nacional de Empresas de Aceite de Orujo. [www.aneorujo.es](http://www.aneorujo.es)

#### **4.3. PROGRAMAS INFORMÁTICOS**

- Autocad 2008 - Realización de planos
- Microsoft Excel - Hojas de cálculo
- Microsoft Word - Procesador de textos
- Presto - Elaboración de mediciones y presupuestos
- Dinakalc - Cálculo de chimeneas para calderas

## **5. REQUISITOS DE LA PLANTA**

### **5.1. DESCRIPCIÓN DEL SOLAR**

La almazara se va a situar en un solar propiedad de la empresa que solicita el proyecto de instalación de la almazara.

Se trata de un solar situado en la localidad de Castro del Río (Córdoba), con una superficie total de 6595.1 m<sup>2</sup>, de los que se ceden 606.5 m<sup>2</sup> al ayuntamiento para zonas verdes. La superficie de cesión al ayuntamiento para servicios públicos la ha adquirido la empresa previo acuerdo con el ayuntamiento de la localidad.

El solar linda por dos de sus lados con fincas privadas y por los otros dos con las carreteras CO-4202 y CO-5203, lo que le permite tener dos accesos que darán mayor flexibilidad a los vehículos que deban de entrar en la almazara facilitando sus maniobras.

En la actualidad el solar se encuentra sin ningún tipo de edificación y con un perfil casi llano, lo cual da libertad a la hora de distribuir los espacios según se requiera.

Cuenta con todos los servicios urbanísticos.

### **5.2. CLASIFICACIÓN DE LA INDUSTRIA**

Dentro de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), la almazara sobre la que trata este proyecto tiene el código 1043, "*Fabricación de aceite de oliva*".

Según la Ley 7/2007, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, en el Anexo I se clasifica este tipo de industrias dentro del punto "*10. Industrias agroalimentarias y ganaderas*", en el epígrafe "*10.12. Instalaciones para la fabricación y elaboración de aceite y otros productos derivados de la aceituna no incluidas en la categoría 10.3.*".

Al estar incluida en este epígrafe estará sometida a Autorización Ambiental Unificada, en procedimiento abreviado, regulado por el Decreto 356/2010 de 3 de agosto, en el ámbito de la Comunidad Autónoma Andaluza.

### **5.3. REQUISITOS DE LA PLANTA**

Se incluyen en este apartado los objetivos y restricciones principales, requeridas por el cliente, o con el fin de obtener una mayor rentabilidad y cumplir con la normativa vigente para este tipo de industrias. Estos objetivos o restricciones son los siguientes:

La previsión de molturación máxima en los próximos años se establece en 7.000 t de aceituna limpia de residuos del campo. Esto ocurrirá en un futuro próximo cuando las explotaciones de los socios o clientes lleguen a plena producción. Se estima un periodo de campaña de 60 días, más corto que lo que se ha llevado a cabo habitualmente con el fin de obtener aceites de máxima calidad. Dentro de este periodo y sabiendo que no todos los recolectores ni comienzan, ni termi-

nan su campaña simultáneamente, se considerarán 30 días intermedios con una recepción de un 60% por encima de la media.

- Suponiendo un rendimiento del 20%, de estas aceitunas se extraerán aproximadamente 1.400 Tm de aceite de oliva virgen.
- Se requiere por parte del promotor que la instalación cumpla con el Reglamento Específico de Producción Integrada de Andalucía para industrias de obtención de aceite de oliva, descrito en la Orden de 24 de octubre de 2003.
- Debido a las características del mercado del aceite hoy en día, se requerirá una selección de aceites, lo que influirá en todo el proceso y se necesitarán líneas de procesado con gran flexibilidad tanto en limpieza como en molturación y almacenaje, diferenciando aceitunas de suelo y vuelo, así como diferentes variedades de aceituna. Se prevé recibir aceitunas de las variedades picual, arbequina y picuda principalmente, así como otras menos importantes como manzanilla u hojiblanca. Se necesitará capacidad suficiente de almacenamiento de aceituna para evitar el atroamiento de la misma. Pudiendo clasificar sin acumular grandes cantidades en una misma tolva.
- La zona de recepción y limpieza ira cubierta para evitar que las inclemencias meteorológicas deterioren la aceituna y la maquinaria, y permitan una mayor limpieza en esa zona.
- La almazara realizará todo el proceso de extracción de aceite desde su recepción y limpieza en el patio, extracción del aceite, almacenado y venta de producto envasado, con flexibilidad en el tipo de envase, o a granel.
- Instalación de una báscula para el pesaje de camiones.
- Nave de oficinas donde atender tanto a proveedores como a clientes. Se requiere una sala donde poder impartir charlas, jornadas, cursos y otras actividades de interés para la comunidad agraria de la zona.
- En cuanto a la gestión de los residuos producidos en la almazara, cada uno se tratará de diferente manera:
- Residuos de limpieza y lavado: Tanto las ramas y hojas, como las piedras y tierra que vienen en los remolques desde el campo se irán retirando del patio de la almazara y se volverán a llevar al campo.
- Orujo: Se tratará en una deshuesadora separando orujo y hueso (orujillo). El orujo será trasladado a las plantas orujeras que se encargarán de su refinado y el hueso se venderá como biomasa. Parte de este orujillo se utilizará en la caldera de agua de la almazara como combustible.
- Aguas de lavado: Disponer de un depósito intermedio para posteriormente depurarlas mediante un proceso físico-químico, de donde se obtendrá un agua que podrá ser vertida al alcantarillado.

- Fangos: Los fangos producidos en la depuración se depositarán en un depósito de hormigón donde se secarán y los sólidos resultantes se repartirán en el terreno agrícola.

#### 5.4. NIVEL DE EMPLEO DE LA PLANTA

Durante la época de campaña de recolección de aceituna el nivel de empleo será mayor tanto en número de empleados, como en número de horas de funcionamiento de la planta. El resto del año la plantilla se reduce y las actividades principales que quedan a realizar son las de limpieza y mantenimiento, tanto de maquinaria como del recinto, y a la carga de cisternas y preparación de pedidos en caso de ser envasados.

El nivel máximo de empleabilidad de la almazara en plena campaña será la que se indica en la siguiente tabla.

PUESTO	ATRIBUCIONES	CUALIFICACIÓN	Nº TRABAJADORES
Gerente	Máximo responsable de la empresa Encargado de las ventas Supervisión financiera	Formación en administración de empresas (recomendable formación de postgrado)	1
Administrativo	Recepción y expedición de los diferentes productos Control de las finanzas	Formación en administración de empresas (nivel FP) o superior	1
Maestro almazara	Encargado de controlar todo el proceso de extracción de aceite, siendo el máximo responsable del control de la calidad	Conocimientos de los procesos de extracción de aceite y el funcionamiento de la maquinaria Haber realizado cursos de formación de maestros de almazara	1
Auxiliar de maestro	Llevará a cabo las tareas en patio, molino y bodega que sean requeridas por el maestro. Principalmente control del funcionamiento de la maquinaria y limpieza del recinto	Conocimiento del funcionamiento de una almazara Manejo de maquinaria	3

#### 5.5. REQUISITOS D.O. BAENA

Puesto que la almazara se encuentra en la localidad de Castro del Río (Córdoba), para poder vender aceites que sean reconocidos por el certificado de calidad de la D.O. Baena a la que corresponde, se deberán cumplir los requisitos indicados en la Orden de 28 de diciembre de 1995, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Baena y de su Consejo Regulador.

Dicho reglamento establece una serie de requisitos para la elaboración de aceites. Los principales se resumen a continuación:

- La zona de producción engloba a los términos municipales de Baena, Castro del Río, Doña Mencía, Luque, Nueva Carteya, Zuheros y Cabra.
- El aceite virgen extra será obtenido de las variedades Picudo, Chorrúo, Pajarero, Hojiblanco, Lechín y Picual. Acidez de 0,4° a 1°. Índice de peróxidos máximo 15. Humedad 0,1%. Impurezas máximas 0,1%.
- Se obtendrá el aceite de aceitunas sanas y limpias.
- Se dispondrán instalaciones para la limpieza y lavado del fruto.
- Las almazaras cumplirán con la Reglamentación Técnico-sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles. Real Decreto 308/1983, de 25 de enero.
- El plazo máximo para la molturación de la aceituna será de 48 horas a partir de la recolección.
- Se emplearán técnicas correctas de extracción que no alteren el producto.
- En el proceso de extracción las masas no superarán la temperatura de 30°.
- El aceite se almacenara en condiciones que garanticen su mejor conservación, en depósitos herméticamente cerrados, nunca a la intemperie y en acero inoxidable u otros materiales inertes de calidad alimentaria.

## 5.6. REQUISITOS DE PRODUCCIÓN INTEGRADA

Al igual que ocurre en la DO Baena, el sistema de Producción Integrada aplicado en una almazara implica el cumplimiento de una serie de requisitos en la instalación, quedando prohibidas ciertas prácticas hasta ahora habituales.

Estos requisitos vienen marcados por la Orden de 24 de Octubre de 2003 de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada para industrias de obtención de aceite de oliva.

A continuación se describen las principales obligaciones y recomendaciones indicadas en dicha Orden:

- Las aceitunas a la entrada deben estar perfectamente diferenciadas las procedentes de “suelos” de las de “vuelo”.
- Las tolvas de recepción tendrán una capacidad máxima de 20 toneladas, estando prohibidas las abiertas al tránsito de vehículos.
- Separación real de líneas de recepción de limpieza y almacenamiento para aceitunas procedentes de producción integrada.

- Cintas transportadoras con banda de calidad alimentaria.
- Zonas de maniobra de vehículos con evacuación de aguas pluviales.
- Las instalaciones de recepción tendrán en cuenta posibles adversidades climatológicas disponiendo de las oportunas protecciones y cubiertas para evitar el deterioro de la aceituna.
- Limpieza del fruto con equipos que preserven la integridad de la aceituna. Recomendable maquinaria en acero inoxidable.
- Molturación del fruto antes de 24 h.
- Almacenamiento en tolvas cuya capacidad no exceda el 50% de la capacidad nominal de las líneas, con un límite de 50 t de capacidad por tolva. Se recomiendan tolvas y sin-fines en acero inoxidable.
- En el sistema de presión realizar limpieza diaria de capachos y de los materiales en contacto con el aceite. La presión máxima admitida es de 60 kg/cm<sup>2</sup>.
- Renovación total de los capachos anualmente, quedando prohibido el uso de productos químicos no autorizados para calidad alimentaria en su limpieza.
- Control de temperatura y tiempo de batido. Con una temperatura recomendada igual o inferior 30° y un tiempo de batido entre 60 y 90 minutos.
- Se recomienda la adición de talco con cantidades no superiores a 2%.
- La extracción de aceite debe de hacerse por un procedimiento continuo, con la maquinaria en acero inoxidable.
- Utilización de agua potable.
- Es obligatorio el uso de material alimentario en las partes que están en contacto con las masas y el aceite.
- Temperatura del agua de adición a centrifugas verticales inferior a 35°.
- En la adición del agua en la CV no sobrepasar la relación agua/aceite 1:1.
- Separación de la sala de decantación o utilización de decantadores cerrados.
- Los aceites se almacenaran en depósitos separados según calidades.
- Se recomienda mantener la temperatura de la bodega de 18°C a 20°C.
- Depósitos en material inerte, recomendándose el acero inoxidable.
- Los depósitos tendrán un tamaño adecuado nunca de tamaño superior al 10% de la producción total.
- Bodega en edificio independiente, aislado térmicamente y alejada de fuentes de olores no deseables.

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

### 6.1. PROCESOS DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE

El aceite de oliva se extrae de la aceituna, fruto del olivo (*Olea europea*). En el momento de la recolección la composición del fruto es muy variable, en función de la variedad de la aceituna, del suelo, del clima y del cultivo.

Por término medio, las aceitunas llevan en su composición:

- Aceite: 18-32%
- Agua de vegetación: 40-55%
- Hueso: 8-20 %
- Tejidos vegetales y pulpa: 10-25%

A partir del tratamiento de las aceitunas en las almazaras, se obtiene el aceite de oliva virgen, sólo a través de procedimientos mecánicos o medios físicos en diferentes condiciones térmicas, que no producen alteración del aceite; este aceite de oliva virgen es apto para el consumo, pero también se generan aceites no aptos para dicho consumo, a los que se denomina aceites de oliva vírgenes lampantes y aceites de calidad inferior. Estos aceites lampantes y de calidad inferior serán sometidos a un proceso de refinado y una posterior mezcla con aceite de oliva virgen, obteniéndose el aceite de oliva, que es el más consumido.

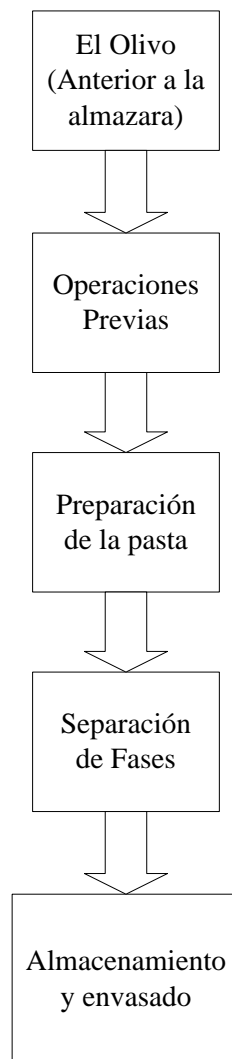
Existen tres métodos de extracción del aceite de oliva, aunque no en todos los países con producción oleícola se desarrollan los tres. Estos métodos son:

- Tradicional o por presión (sistema discontinuo).
- Método continuo de extracción en tres fases.
- Método continuo de extracción en dos fases.

Las diferencias principales entre ellas radican en las etapas de preparación de la pasta y separación de fases del proceso productivo.

Un esquema general del proceso productivo del aceite incluiría una etapa anterior a la almazara pero de gran influencia en el resultado final que se obtiene en la misma, lo que implica un compromiso entre agricultor y almazara.

El esquema general de un proceso completo de elaboración de aceite desde el olivo hasta el almacenamiento y envasado es el siguiente:



*Esquema del proceso en una almazara.*

### **6.1.1. EL OLIVO**

Dentro de los factores que inciden en el proceso de elaboración se encuentran los agronómicos ya que afectan directamente a la aceituna, que es la primera fábrica de aceite. Evidentemente esta etapa es común a todos los métodos de extracción porque realmente lo que aquí se está controlando es la fabricación de aceite en el interior de las aceitunas, proceso previo a la extracción.

#### **6.1.1.1. VARIEDAD Y MEDIO**

De cualquier variedad y medio, pueden obtenerse aceites de calidad extra, siempre que procedan de aceitunas sanas, recogidas en el momento oportuno y tratadas correctamente. Sin embargo, las características de los aceites pueden variar sustancialmente debido a estos factores:



por ejemplo los aceites de aceituna variedad Arbequina son diferentes a los de aceituna variedad Picual. Los de sierra diferentes a los de campiña.

Asimismo, la variedad y el medio condicionan el contenido graso de la aceituna, lo que influye directamente en el rendimiento obtenido en la planta. En mayor o menor medida estos factores afectan a la dificultad de elaboración.

También, la variedad y el medio influyen en la humedad de la aceituna, que tiene importancia a la hora de obtener buenos agotamientos en el orujo del sistema de dos fases.

#### 6.1.1.2. INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CULTIVO

- Poda: con ella se controla la respuesta vegetativa del árbol y la producción. Permite actuar sobre el tamaño de los frutos y sobre la relación pulpa/hueso. La iluminación y aireación ejerce una importante influencia sobre el tamaño de los frutos y su rendimiento en aceite.
- Fertilización: favorece el desarrollo armónico del fruto y por tanto la calidad de la fruta. También afecta al cuajado del fruto.
- Riego: influye en todo el ciclo productivo del olivo. Es un garante de estabilización de cosecha y homogeneización de los frutos.
- Sistemas de mantenimiento de suelo: mejoran considerablemente el estado hídrico de las plantaciones.

#### 6.1.1.3. CONTROL FITOSANITARIO

Para conseguir aceites de calidad es necesario el control de determinadas plagas y enfermedades que, directa o indirectamente, influyen en la calidad. Si bien es muy importante un control en los productos fitosanitarios que se utilizan y las cantidades de los mismos ya que podrían dejar residuos en la aceituna provocando la elaboración de aceites contaminados.

#### 6.1.1.4. RECOLECCIÓN

La recolección de la aceituna es la operación de cultivo que más condiciona la economía de la explotación olivarera, siendo determinante tanto el rendimiento en aceite como la calidad del mismo. Los factores más importantes a tener en cuenta en estos trabajos son:

Comenzar la recolección en el momento en que este formado todo el aceite, evitando así la pérdida de calidad y la caída de aceituna al suelo.

Separar los frutos recolectados del árbol de los procedentes del suelo que proporcionan aceites de una calidad netamente inferior, con mayor acidez y sobre todo con defectos en los caracteres sensoriales (provocados por tierra, moho, humedad, atrojado...).

Desde el punto de vista de la extractabilidad en el sistema de dos fases, habrá que tener presente que la humedad de las aceitunas del suelo suele ser notablemente inferior a las del árbol, debiéndose adoptar las correspondientes medidas correctoras.

Separar los aceites según épocas de recolección, no sólo porque sus características varían a lo largo del tiempo, sino también porque se incrementa la facilidad de fermentación de la aceituna.

Elegir el método de recolección que ocasione menor daño a la piel del fruto para evitar pérdidas de aceite y alteraciones en el mismo. Por ello, hoy en día se usan más métodos mecanizados de vibración frente a los tradicionales métodos de vareo.

#### 6.1.1.5. TRANSPORTE

La aceituna, en el proceso de transporte, no debe sufrir daños en la piel, por las razones antes dichas. Por tanto, los sistemas más adecuados para el transporte son el de cajas o a granel, teniendo precaución de no pisar la aceituna. Este será un factor determinante a la hora de elegir el diseño de nuestra fábrica. No será lo mismo el diseño para pocos clientes diarios con mucha cantidad de aceituna por cliente que cuando son pequeños productores que traen poca cantidad de aceituna y son muchos, provocando que los tiempos de parada y espera aumenten considerablemente. Cuando se da este caso se diseñará una planta con muchas líneas de recepción de aceituna (lo cual encarecerá el coste de inversión).

### 6.1.2. OPERACIONES PREVIAS

Aquí comienzan realmente las operaciones a realizar en la instalación de la almazara. Se trata de la primera etapa dentro de la instalación. Está compuesta a su vez por diferentes operaciones básicas.

#### 6.1.2.1. RECEPCIÓN

En esta primera operación de entrada de aceituna a la almazara cobra gran importancia la tarea de separación del fruto. Será importante tener la instalación preparada para poder acoger aceituna de distintas calidades y poder clasificarla. Es recomendable la instalación de al menos dos puntos de descarga que diferencien aceitunas sucias de suelo, es decir, las que llegan embarradas, con tierra o piedras, y aceitunas poco sucias y sin defectos que han sido recogidas del árbol sin tener contacto con el suelo.

El pesaje de vehículos puede realizarse en básculas puente, y esto requiere una cierta superficie para la espera. Otra alternativa es el uso de básculas plataforma para frutos, o de pesada continua, que no necesitan que se pesen los vehículos y suponen una simplificación en la recepción de aceitunas.



*Descarga de aceituna en bruto en tolvas de recepción*

#### 6.1.2.2. LIMPIEZA Y LAVADO DEL FRUTO

Realizada la primera clasificación (sucias/limpias), la aceituna va al punto de descarga correspondiente para su acceso a la línea de limpieza.

Una línea de limpieza generalmente consta de:

- **Tolva de entrada:** empotrada bajo rasante sobre la que se basculan las aceitunas. Se recomienda la instalación de al menos dos tolvas que facilitan la descarga y facilitan el buen funcionamiento en las horas punta. El diseño de la tolva debe facilitar un tránsito del fruto poco traumático para su integridad (pendientes, tamaño de la boca de descarga y vibrador lateral).
- **Cintas transportadoras:** entre tolvas y máquinas.
- **Máquina limpiadora:** separa impurezas menos pesadas que la aceituna como hojas, ramas finas y tierra suelta, que pueden suponer entre el 5% y 10% del peso del fruto en el momento de entrar en la almazara. La aceituna, elevada desde la tolva de entrada por una cinta transportadora, cae en cascada sobre una tolva o placa oscilante que facilita la exposición de aceitunas, hojas y ramas a una fuerte contracorriente de aire provocada por un ventilador con varias salidas que arrastra las partes más livianas. Las materias más pesadas, principalmente aceitunas con tierra y piedras, son repartidas por un distribuidor que alimenta uniformemente una criba o sistema de rodillos helicoidales que facilite la separación. Las ramas y piedras más grandes salen por la parte superior y la aceituna limpia por la parte inferior. Existen limpiadoras con diferentes capacidades de trabajo midiéndose dichas capacidades como cantidades de aceituna sucia a la entrada en t/h.
- **Máquina despalladora:** separa impurezas de mayor tamaño que la aceituna y de análoga densidad como son ramas y palos. Suele instalarse entre la limpiadora y la lavadora.
- **Máquina lavadora:** separa impurezas más pesadas que la aceituna como son piedras y tierra. Las aceitunas se ponen en contacto con un caudal de agua que las arrastra y en el que flotan. Los elementos más pesados se van al fondo del líquido desde donde son extraídos por tornillos helicoidales. Las aceitunas son arrastradas mediante cribas que faci-

litan el escurrido del fruto. En el depósito de agua se prevé una zona de acumulación de lodos con desagüe de gran capacidad. El agua de lavado al funcionar en circuito cerrado se va cargando de tierra por lo que se debe sustituir periódicamente. En ocasiones se pasa por pozuelos decantadores para dejar los elementos más pesados y retirarlos con la maquinaria correspondiente. Los fabricantes recomiendan el cambio entre 150 toneladas y 300 toneladas de aceituna lavada, aunque estará en función de la suciedad que acompañe al fruto. Las aguas de vertido procedentes de lavadoras tienen una mínima cantidad de grasa lo que conlleva cierta capacidad contaminante (DBO entre 1.000 y 10.000 mg/l).

Al lavar la aceituna se produce una disminución de extractabilidad de la aceituna, es decir, disminuye la cantidad de aceite extraído (aproximadamente 0,3 puntos) confirmado por el mayor contenido graso de los orujos de las aceitunas lavadas. Cuando se lava la aceituna, el aceite tiene un menor contenido en polifenoles, menor índice de amargor, menor estabilidad y una menor intensidad en los atributos organolépticos, concretamente menor flavor frutado. Por tanto, los frutos que potencialmente pueden producir aceites de calidad, sólo se pasan por la limpiadora y despalladora, haciendo un “bypass” en la lavadora. En caso de tener que efectuar un ligero lavado, es muy importante cuidar la limpieza del agua.

Los consumos de agua se pueden cifrar entre el 2% para aceitunas poco sucias y el 6% para las más sucias, referidos a peso de fruto.

La capacidad de trabajo de las lavadoras es muy variable en el mercado. Al igual que ocurre con las limpiadoras esta capacidad de trabajo se mide en la cantidad de aceituna a la entrada de la línea (aceituna sucia). Esto implica que los diferentes sistemas de recolección afectan considerablemente a los rendimientos netos de aceituna limpia que sale de estas máquinas.

En los últimos años se han desarrollado sistemas compactos de limpiadora, despalladora y lavadora. Estos nuevos sistemas compactos ahorran espacio y reducen el número de cintas transportadoras. Por el contrario, la eficacia en el lavado de la aceituna es algo inferior a las lavadoras de tipo trómel.



*Equipo de limpieza*



*Equipo de lavado*



*Equipo compacto de limpieza-lavado*

### 6.1.2.3. PESADA. TOMA DE MUESTRAS

Una vez limpia y/o lavada la aceituna se procede a la toma de muestras sobre la cinta transportadora que conduce a las tolvas automáticas de pesada. Las muestras determinan la cantidad de contenido graso de las aceitunas que servirán de punto de partida para las liquidaciones a los productores.

La instalación de tolvas de pesada reduce la superficie necesaria en la zona de recepción y simplifica el movimiento de vehículos, con el consiguiente ahorro de tiempo.

Se ha generalizado el uso de básculas electrónicas de pesada continua. El fruto va entrando y cuando alcanza un determinado peso descarga automáticamente y sigue recibiendo sin interrupción mediante un sistema de doble tolva incorporada. La apertura y cierre de compuertas esta accionada por sistemas neumáticos aunque suelen incorporarse maniobras manuales de emergencia. Las pesadoras cuentan con sistemas informáticos que facilitan la identificación de las partidas no sólo en cuanto a agricultor sino a variedades, términos municipales, etc., transmiten los datos a contabilidad y la impresora emite los albaranes de entrega.



*Pesadora*

#### 6.1.2.4. ALMACENAMIENTO DEL FRUTO (INTERMEDIO)

Una vez limpio y pesado el fruto, es necesario almacenarlo en las tolvas pulmón, antes de proceder a su molturación. Lo ideal sería que la extracción del aceite se hiciera inmediatamente después de la recolección, sin demoras. De esta forma se conseguiría el máximo rendimiento y la mejor calidad del aceite. Pero esto en la práctica no puede realizarse, debido a que la recolección y entrega de aceitunas se realiza en un periodo de tiempo de pocas horas al día mientras que las líneas de extracción de aceite pueden funcionar durante 24 horas. Es por ello que se instala cierta capacidad de almacenamiento en tolvas.

El problema es que durante el almacenamiento pueden tener lugar diversos cambios químicos y bioquímicos que provocan el deterioro del aceite. El daño más serio se produce por la fermentación de las aceitunas, esto es, las reacciones causadas por los enzimas propios del tejido de la aceituna, y las producidas por bacterias, levaduras, y mohos que crecen en él. Al respirar el tejido de las aceitunas, se produce calor que no puede ser disipado de forma efectiva, lo cual acelera las acciones enzimáticas. Por ello tienen lugar una serie de reacciones indeseables tales como la oxidación de lípidos y otras (favorecidas además por la humedad y las roturas en la epidermis de la aceituna). Estos fenómenos de deterioro de la aceituna se manifiestan en:

- Degradación de las características organolépticas.
- Elevación de la acidez por la acción de microorganismos.
- Disminución de la estabilidad al bajar el contenido en polifenoles.
- Aumento en el contenido de alcoholes grasos superiores.

Para frenar el deterioro de las aceitunas, se recomienda el almacenamiento en edificios refrigerados, con las aceitunas apiladas en capas que no superen los 25 cm. En capas entre 30 cm a 80 cm se produce una elevación de temperatura mayor.

Se utiliza mucho mejor el espacio si las aceitunas se disponen en bandejas, perforadas, que se puedan apilar unas sobre otras.

También se ha sugerido llevar a cabo el almacenamiento de las aceitunas en depósitos de agua a la que se añaden conservantes suaves, como el ácido cítrico y la sal. Por su elevado coste y los efectos que produce es más común su uso en caso de aceitunas de mesa.

Se ha ensayado la deshidratación parcial en las aceitunas por rayos infrarrojos, antes del almacenamiento, pero este tratamiento es demasiado costoso.

Se han conseguido buenos resultados mediante la conservación de aceitunas en depósitos con gases inertes o antisépticos, tales como el nitrógeno o el amoníaco. Sobre este tema se han obtenido resultados en los que la aceituna puede permanecer almacenada durante varios meses sin que se produzca deterioro en sus propiedades.

Todos estos sistemas de conservación son caros en general. Una forma efectiva y realmente barata de conservar las aceitunas para la extracción de aceite, es su mantenimiento en habitaciones o cámaras refrigeradas cercanas a la planta de extracción. Con una temperatura entre 7 y 15°C, una humedad relativa en la atmósfera baja que impida el desarrollo de agentes patógenos, pero no tanto como para provocar la desecación de las aceitunas, lo que llevaría a una extracción dificultosa del aceite.

Podemos concluir diciendo que el único sistema válido y más económico para que no disminuya la calidad del aceite a obtener es la molturación de las aceitunas conforme entran a fábrica, instalando la capacidad de elaboración suficiente para ello. En el caso de que las entradas sobrepasen la capacidad de molturación y haya que atrojar, es preferible que se almacenen las aceitunas que lleven el aceite de calidad potencialmente inferior (atacadas por plagas y enfermedades, las muy sucias con tierra y las procedentes del suelo).

Se recomienda la instalación de tolvas pulmón para clasificar y regular la entrada de aceituna a los molinos evitando que el tiempo de espera supere las 48 horas en dichas tolvas. En el caso de ciertas Denominaciones de Origen la limitación de tiempo viene marcada por la normativa interna impuesta por el Consejo Regulador.

A la salida de estas tolvas se sitúa un conjunto de transportadores sinfín que trasladan la aceituna hacia los molinos donde comienza la siguiente etapa del proceso.



*Tolvas de almacenamiento previo*

### 6.1.3. PREPARACIÓN DE LA PASTA Y SEPARACIÓN DE FASES (EXTRACCIÓN DEL ACEITE)

Esta etapa junto con la de separación de fases son las que propiamente diferencian a unas almazaras de otras en base a los sistemas utilizados. Se realiza en lo que comúnmente se conoce como “zona de molino”. Se trata de una etapa donde se debe tener un control más exhaustivo, pues de ello dependen el rendimiento y calidad finales.

Los rendimientos industriales, varían dependiendo de multitud de factores, que van desde el proceso seguido para la elaboración del aceite, pasando por la naturaleza de la maquinaria utilizada, y llegando a influir la profesionalidad y experiencia del personal.

#### 6.1.3.1. MOLIENDA

Es la primera operación en la etapa de extracción del aceite. El objeto es la rotura de los tejidos vegetales y liberar las gotas de aceite. Del grado de molienda dependen las características de las fases de la pasta e influye en las transferencias de elementos entre las mismas. Una molienda adecuada es el punto de partida para obtener un aceite de calidad.

Los aspectos fundamentales a considerar en la molienda son:

- Uniformidad: de esta forma se consigue una máxima eficacia en el batido, un buen reparto de masa en los capachos al distribuirse la presión de forma homogénea, o su distribución en el decánter. Son factores que favorecen el agotamiento de la pasta.
- Grado de molienda: indica el tamaño medio en el que quedan las partes más duras de la pasta. Es regulable en los molinos de martillos en función del diámetro de los orificios de las cribas. En los empiedros se gradúa según el tiempo de permanencia de los frutos en el moledero. Debe de ser más fino para aceitunas de principio de campaña y mayor conforme avanza esta o en casos en frutos helados. Si el grado de molienda es excesivamente “grueso”, para el tipo de aceituna de que se trata, no se romperán todas las cellillas y los orujos tendrán un alto contenido graso. Si el grado de molienda es excesivamente “fino” se pueden formar sistemas coloidales y emulsiones, cuya consecuencia en el sistema de dos fases será un orujo con alto contenido en grasa. Se produce una pasta poco filtrante.
- Aireación: deberá limitarse en lo posible mediante la reducción de la superficie y del tiempo de contacto de la pasta con el aire, para evitar la oxidación que enrancia el aceite y la pérdida de aromas.
- Impurezas: hay que evitar la incorporación de cualquier tipo de materias extrañas, incluyendo trazas metálicas, que afectan a los caracteres organolépticos (color, sabor) y actúan como catalizadores de la oxidación del aceite.
- Velocidad: debe estar bajo control. Velocidades altas producen calentamiento de la masa, facilitando reacciones bioquímicas en la pasta en detrimento de la calidad del aceite.



### Molino de piedra

Es el sistema de molino más antiguo que todavía hoy en día se utiliza.

Se usa un molino de rulo o piedras, que consta de una solera (zona circular de piedra (granito), donde ruedan unas muelas (tres o cuatro) de forma troncocónica del mismo material y que giran mediante un eje central unido al centro de la solera, la alimentación del molino se hace por la zona central, y la pasta que se produce va saliendo hacia un canal exterior denominado alfarje, en el que se acumula la pasta y una rastra o paleta, barre el alfarje llevando la pasta a un depósito o sistema de transporte. Esta etapa tiene una duración de entre 15 y 30 minutos. El movimiento de los molinos tiene una componente de traslación y otra de resbalamiento, produciendo el dilacerado de los frutos. La velocidad de los rulos es del orden de 10-14 rpm. La capacidad de molienda por rulo oscila entre 200-350 kg/h.

Existe un tipo de molinos de piedra llamado de “tipo italiano”, donde los empiedros son rulos cilíndricos. El rendimiento de este tipo de empiedro puede llegar a 650-750 kg/h en función del tamaño de los rulos.



*Molino de piedra*

### Molino metálico

Realizan la molienda por impacto, cizallamiento o rozamiento. Pueden ser de martillos, dentados, de discos, cilíndricos o de rodillos, siendo los más comunes los molinos de martillos. Se empezaron a utilizar a partir de los años 60 pero fue con la aparición de los sistemas continuos de extracción en dos y tres fases cuando su uso se extendió.

- Molino de martillos: la rotura se realiza por impacto de un rotor sobre las aceitunas. Su interior está construido de acero inoxidable para evitar la presencia de trazas metálicas en la pasta.

Consta fundamentalmente de una carcasa que es una criba perforada con un eje en su interior que arrastra en su giro unas crucetas, en cuyos extremos van unidos los martillos. El tamaño de las perforaciones de la criba se puede regular en función del grado de

molienda que necesitemos en cada momento. Como la velocidad de giro de los martillos es mayor que la caída de las aceitunas, se consigue que las fracturas en las aceitunas sean sucesivas hasta conseguir la granulometría deseada. El molino está provisto de un alimentador con motovariador de velocidad para graduar el caudal de entrada de fruto. Las aceitunas deben llegar limpias, sin cuerpos extraños, para evitar posibles roturas. Las capacidades de trabajo según modelos comerciales oscilan entre 2.000 kg/h y 10.000 kg/h. Las velocidades de giro de los martillos varían entre 1.500 y 3.000 rpm.

- Molinos de discos dentados: están formados por dos discos enfrentados que giran en sentido contrario, a veces a distinta velocidad. Los discos están rodeados de una criba que gradúa la molienda.
- Molinos de cilindros estriados: con dos rodillos iguales, con ejes horizontales, paralelos, que giran en sentido contrario. La superficie de los rodillos es acanalada de forma que desgarran y tritura las aceitunas desde la entrada hacia la salida donde el paso de las estrías es menor. La alimentación se realiza por la parte superior y la salida por la inferior. En algunos modelos la distancia entre rodillos es graduable con objeto de variar el grado de molienda.



*Molino de martillos metálico*

### 6.1.3.2. BATIDO

Es una fase común a los diferentes métodos de extracción, aunque la maquinaria utilizada ha ido evolucionando con los años.

Con el batido, se pretende agrupar las gotas de aceite, formando una fase oleosa continua para facilitar la separación del aceite en las fases posteriores de la extracción. En el batido se efectúa una doble acción:

- Completar el cizallamiento de las partes insuficientemente tratadas en el molino.
- Reunir en una fase oleosa continua las gotas de aceite dispersas en la pasta molida.

La maquinaria para realizar esta operación es una termobatidora de uno o varios cuerpos contruidos en acero inoxidable. Cada cuerpo consiste en un recipiente provisto de un eje con paletas, para realizar una mezcla uniforme de la pasta, y un sistema de calefacción de agua caliente que circula por una camisa que rodea la termobatidora, tuberías internas o paletas huecas. El sistema de calefacción facilita la separación del aceite pero se debe tener un control sobre la temperatura para influir en la menor medida posible sobre la calidad final.

Las variables que se deben cuidar en la operación de batido son:

### Tiempo de batido

La duración del mismo debe ser suficiente para lograr una agrupación de las fases y obtener una temperatura uniforme en la masa. El rendimiento graso del orujo disminuye cuando aumenta el tiempo de batido hasta un cierto tiempo en el que ya no varía. También hay que tener en cuenta que al aumentar el tiempo de batido disminuye el contenido de polifenoles y los parámetros relacionados, con un consecuente empeoramiento de la calidad. El tiempo debe ser mayor para pastas provenientes de molinos metálicos (60-90 minutos, sin sobrepasar los 120 cuando se encuentran pastas difíciles), que de empiedros (20-30 min).

Para el correcto funcionamiento de los sistemas continuos de dos fases, se ha de definir una capacidad de batido de al menos una vez y media la producción de la planta. Se deberá tener un control minucioso de esta operación mediante inspecciones visuales.

### Temperatura

En el proceso de batido es necesario calentar la masa para disminuir la viscosidad del aceite y así facilitar la formación de la fase oleosa para su posterior extracción. Esta elevación de temperatura redundaría en un mayor agotamiento de los orujos y alpechines. Sin embargo, un exceso de la misma es perjudicial para la calidad del aceite, al acelerarse los procesos oxidativos y producirse una pérdida de los componentes volátiles.

La temperatura de trabajo debe estar entre los 25°-30°C. Por encima de los 30°C se puede producir:

- Pérdida de los componentes volátiles, que contribuyen mucho al aroma de los buenos aceites.
- Adquisición de tonos rojizos en el aceite.
- Elevación del valor de índices, como el de acidez y el de peróxidos, dado que la temperatura acelera la oxidación, empeorando por tanto la calidad.
- Pérdida de la estabilidad de los aceites, facilitando su enranciamiento.

### Velocidad

La velocidad de giro del eje es un factor a tener en cuenta en el batido. A velocidades elevadas se favorece la creación de emulsiones de aire que deterioran el aceite. Un rango de velocidades aceptable se encuentra entre 15 y 25 rpm, debiendo reducirse la misma cuando nos encontramos con pastas difíciles.

### Adición de coadyuvantes

En el sistema continuo de dos fases no existen controles visuales y/o analíticos que permitan saber si el alto contenido graso de un orujo es debido a la molienda. Por ello se realizará una molienda más fina y se utilizará talco como coadyuvante para paliar los problemas de formación de coloides y de emulsiones.

Se trata de una etapa de proceso opcional que consiste en la adición de una pequeña dosis de microtalco natural comprendida entre el 1% y el 3%. Este silicato de magnesio hidratado mejora considerablemente la textura de las pastas difíciles y aumenta el rendimiento de la extracción, todo ello sin afectar a las propiedades intrínsecas de la pasta, ni modificar las características físico-químicas y organolépticas de los aceites. Con su uso se obtienen aceites más limpios, disminuye la proporción de sólidos finos y mejora el agotamiento de los subproductos. Hay que tener en cuenta que dosis demasiado altas conducirán a pérdidas de aceite en los orujos, al retener el microtalco más de lo necesario y eliminarse con los orujos.

La adición de microtalco se realiza con la instalación de dosificadores mecánicos, con tolva para depositar el material, tornillo sinfín transportador y dispositivo de regulación electrónica de la dosificación.

### Tipos de termobatidoras

Se clasifican según su eje central:

- Eje horizontal: son las más usadas en la actualidad. Las paletas giran alrededor de un eje paralelo a la base de la termobatidora. Mejoran el dilacerado, la uniformidad de la temperatura y la regulación del tiempo de tratamiento. Podrán ser de uno o varios cuerpos situados unos sobre otros o en batería.
- Eje vertical: las palas son de mayor diámetro, girando en torno a un eje que es perpendicular a la base de la batidora. Pueden ser individuales o conectadas en batería.

Las capacidades de las termobatidoras son muy variables, normalmente entre 1.000 kg y 10.000 kg por cuerpo, combinándose entre 1 y 4 cuerpos por máquina. Pueden contar con dispositivos de carga automática, válvulas de entrada y salida conectadas a programas informáticos para la automatización, controles de temperatura de caldeo, aislamiento del exterior para limitar el contacto con el aire circundante, sistemas de limpieza automática, varios ejes por cuerpo para reducir la velocidad lineal de batido, etc.



*Termobatidora de 3 cuerpos*

#### **6.1.4. SEPARACIÓN DE FASES SÓLIDO-LÍQUIDO**

En esta etapa del proceso es donde encontramos las mayores diferencias entre sistemas de extracción.

##### **6.1.4.1. SEPARACIÓN POR PRESIÓN**

Es el sistema que se utilizaba antiguamente hasta la aparición de los sistemas continuos de extracción de aceite, aunque hoy en día se sigue utilizando en menor medida.

Una vez batida, la pasta se reparte por encima de unos discos porosos de material plástico que se denominan capachos, que antiguamente eran de esparto y en la actualidad son de fibra de palma de coco o de plástico.

Estos capachos, con la pasta por encima, se van apilando unos encima de otros formando una torre a la que se llama cargo. Para que este cargo quede en posición vertical, los capachos tienen un orificio central por el que se introduce una aguja metálica. Hasta la aparición de los formadores de cargo, las labores de repartir la pasta sobre los capachos se realizaban manualmente o con pequeños utensilios que facilitaban la labor. Con la aparición de los formadores de cargo esta tarea se agilizó.

Antiguamente, el cargo era introducido en una prensa que comprimía los capachos favoreciendo la salida del mosto oleoso, separándolo del orujo.

En la actualidad se usa una prensa hidráulica accionada por una bomba. Cada tres o cuatro capachos se coloca una bandeja metálica y una tela para conseguir una presión más uniforme y una carga más estable.

La cantidad de pasta de aceituna puesta en dos capachos depende del tipo de aceitunas, de la duración de la molturación y de lo fina que sea la pasta. Una distribución poco uniforme de la pasta puede provocar pérdidas en los puntos donde la capa es demasiado gruesa o demasiado delgada. Además hace que los capachos se desgasten rápido.

En el desmontaje del cargo al igual que con la formación del cargo se ha pasado de realizar tareas manuales al uso de la descapachadora mecánica que facilita la labor.

Un factor muy importante en este sistema es la limpieza de los capachos para evitar fermentaciones. Esto provoca que este sistema tenga un coste alto de mantenimiento en la limpieza y sustitución periódica de los capachos.

El líquido que se obtiene de las prensas es una mezcla de aceite (30%) y alpechín (60%) con una cierta cantidad de materia sólida llamados finos. En la actualidad estos finos se extraen mediante el uso de tamices vibratorios.



*Sistema de prensas*

#### 6.1.4.2. SISTEMA CONTINUO DE 3 FASES

El sistema continuo de 3 fases comienza a extenderse en los años 70. Consiste en separar las fases sólidas y líquidas por centrifugación de la pasta en un decánter centrífugo horizontal. Se trata de un proceso continuo porque la extracción se lleva a cabo de forma continua sin necesidad de detener la maquinaria.

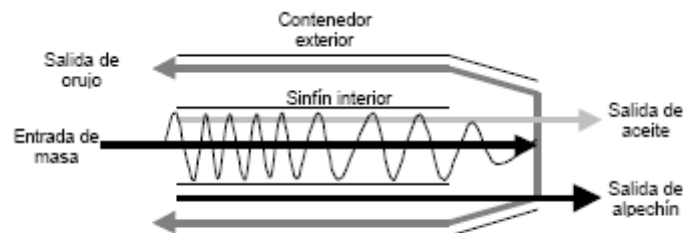
La pasta ha de diluirse con agua en una cantidad que oscila entre 0.6 y 1 litro por kilogramo de pasta, a una temperatura que no debe superar los 35°C. Una mayor temperatura afectaría a la calidad del aceite obtenido sin proporcionar un incremento significativo del rendimiento de la extracción. La adición de agua es necesaria para facilitar el transporte de la pasta, mantener la temperatura de trabajo y crear capas de líquido de suficiente espesor para una adecuada separación de fases.

El fundamento del método consiste en que la fuerza centrífuga aplicada a la pasta provoca, por diferencia de densidades, la diferenciación entre las fases de la misma (de mayor a menor densidad):

- Orujo (sólido) húmedo. Con una densidad en torno a  $1,2 \text{ g/cm}^3$ , ocupará la parte más alejada del eje de giro próximo a la pared del rotor. A la salida, el orujo se envía mediante transportadores helicoidales a tolvas para su retirada a las extractoras de orujo.
- Alpechín (líquido). Con una densidad en torno a  $1,05 \text{ g/cm}^3$ , ocupará el anillo intermedio. Formado en su mayor parte por agua de vegetación y agua de dilución, con un contenido importante de grasa y de sólidos. Es el subproducto a controlar principalmente para evitar pérdidas elevadas de aceite.
- Aceite (líquido). Tiene una densidad de  $0,916 \text{ g/cm}^3$ , ocupando la zona más próxima al eje de giro. Sale sucio con un alto contenido de alpechín pero con pocos sólidos. Tras su tamizado pasa a las centrífugas verticales o directamente a decantación (aclaradores).

El decánter es un rotor de forma tronco-cónica situado dentro de un cilindro metálico horizontal, en cuyo interior y adaptado con una pequeña holgura, se encuentra un tornillo sinfín. El tornillo gira a un número de vueltas, generalmente menor que las del rotor, pero ambos en el mismo sentido. La velocidad de giro del rotor suele ser de 3000 a 4000 rpm (por razones constructivas).

La forma de extraer estas tres fases de forma continua es la siguiente, mediante el tornillo sinfín colocado en el interior del decánter se arrastra el orujo hacia un lado del cilindro, generalmente hacia el lado por donde se introduce la masa, llegando hasta el extremo donde posee zona con grandes taladros en la que el orujo sale al exterior. Al otro lado del cilindro, se sitúan dos boquillas a distinta distancia del eje de giro que dan salida al alpechín por la más lejana y al aceite por la otra.



*Esquema de funcionamiento de un decánter horizontal de 3 fases.*

Esta separación no es totalmente perfecta con lo que hay componentes mezclados en todas las fases, por lo que hay que proceder a un proceso posterior tanto en las fases líquidas (aceite y alpechín) como en la fase sólida (orujo). Por lo tanto nos queda por separar el aceite del pequeño porcentaje de orujo y alpechín que contenga y al alpechín hay que extraerle la pequeña cantidad de aceite que pueda llevar.

Previo a esta separación de fases líquidas el aceite con impurezas se pasa por un tamiz vibratorio con mallas de entre 0,4 y 0,6 mm de luz, fabricadas en acero inoxidable.

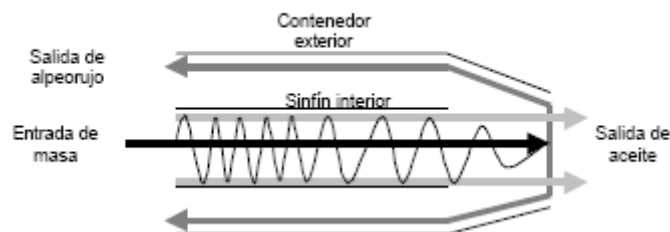
#### 6.1.4.3. SISTEMA CONTINUO DE 2 FASES

Surgió a raíz de la prohibición en España en 1983 del vertido en cauces públicos de los alpechines de las almazaras, lo que obligó al desarrollo e investigación de equipos para la depuración de alpechines. Pero como no se vio viabilidad económica en esa vía de investigación, lo que ha evolucionado ha sido el sistema de centrifugación.

El sistema de centrifugación de 2 fases aparece a principios de los años 90, donde se consigue una extracción de aceite de oliva virgen, sin adicionar agua y sin generar alpechines líquidos.

Se trata de un sistema similar al de 3 fases pero donde tenemos que realizar un batido mayor y donde se produce una modificación en la centrifuga horizontal. La centrifuga se modifica para producir solo la salida de 2 fases:

- Aceite sucio (húmedo), que sale por la parte inferior del decánter, gracias al diafragma que se coloca para tal fin. Su suciedad va a ser función del espesor de la capa de aceite que se establezca, ya que si se abre el diafragma saldrá el aceite más sucio pero se perderá menos aceite en la fracción sólida.
- Orujo, muy húmedo (55%-60%), formada por la mezcla del orujo y el agua de vegetación. Su humedad va a ser exclusivamente función de la que disponía la aceituna a la entrada del proceso. Se conoce como alperujo (o alpeorujo). Este alperujo se manda a unas tolvas para su posterior tratamiento. Su densidad es del orden de  $1 \text{ g/cm}^3$ .



*Esquema de funcionamiento de un decánter horizontal de 2 fases.*

Al igual que en el sistema de extracción de 3 fases, el aceite a la salida del decánter tiene impurezas y ha de pasar por un tamiz vibratorio para eliminarlas, antes de pasar a la fase de separación líquido-líquido.





*Sistema continuo de dos fases*

### **6.1.5. SEPARACIÓN FASES LÍQUIDO-LÍQUIDO**

En esta fase del proceso procedemos a la separación de las fases líquidas, que son agua y aceite, y donde encontramos diferencias entre los sistemas de extracción.

#### **6.1.5.1. SEPARACIÓN POR PRESIÓN**

En el método tradicional, la forma de separar estos componentes entre sí, es la decantación natural. El fundamento de este método se basa en la diferencia de densidad entre el alpechín ( $1,015-1,086 \text{ t/m}^3$ ) y el aceite ( $0,915 \text{ t/m}^3$ ), lo que hace que este último tienda a flotar, mientras que el agua se queda en la parte inferior.

Los factores que condicionan la decantación son:

- Temperatura: Una temperatura en torno a  $20^\circ\text{C}$  es ideal para disminuir la viscosidad del aceite y facilitar la separación.
- Tiempo: Debe de ser como mínimo de 24 horas para una correcta pérdida de humedad e impurezas. Esto implica una capacidad de aclaradores de al menos la producción de un día.
- Limpieza: Ha de ser cuidadosa para evitar pérdidas de calidad.
- Diseño de la sala de decantación: Se debe pensar en las distintas calidades de aceite a producir en función de donde procedan estos aceites.
- Materiales y diseño de pozuelos: Los pozuelos deben estar revestidos de materiales inertes. Antiguamente se utilizaban baldosas vitrificadas. En la actualidad se utiliza más el acero inoxidable y la fibra de vidrio. También deben de tener una pendiente en el fondo no inferior a  $30^\circ$  para un correcto sangrado de impurezas y alpechines.

Una línea tradicional de decantadores consta de:

1. Vaso separador. Debe tener una capacidad doble de los restantes pozuelos, entre 3.000 y 4.000 litros. Se reciben los caldos procedentes del tamiz.
2. Vaso lavador. Se sitúa a continuación del separador y está preparado para la posibilidad de dar al aceite un lavado con agua templada. Su tamaño es similar al de los pozuelos que van a continuación, unos 1.500 litros. El aceite se lava al pasar por la capa comprendida entre su entrada por la parte inferior de salida y el nivel máximo de agua. El agua de lavado con temperatura en torno a 25°C cae de forma suave y pulverizada, para cubrir dos objetivos: el arrastre de partículas sólidas presentes en el aceite que se escapan en la decantación y la renovación del agua de lavado.
3. Vasos aclaradores. Se sitúan entre el vaso lavador y el vaso de reposo, y su número viene marcado por la capacidad de producción necesaria. El paso del aceite de unos a otros se realiza mediante sifones que toman el líquido de la parte superior y lo envían a la zona media del aclarador siguiente. El tamaño que tienen es de unos 1.500 litros cada uno.
4. Vaso de reposo. Es el último del recorrido; tiene un tamaño de unos 3.000 litros para conseguir que el aceite se clarifique bien y esté dispuesto para pasar al almacén.
5. Vasos de alpechín. El alpechín que sale del vaso separador pasa a los vasos de alpechín. La circulación se realiza mediante sifones que toman el líquido de la zona inferior y lo envían a la superior del pozuelo siguiente.

El empleo exclusivo de la decantación natural plantea dos problemas fundamentalmente: por un lado la necesidad de un gran número de pozuelos y por otro, el prolongado contacto del aceite con el alpechín, lo que puede llegar a deteriorar el aceite.

Como resumen indicar que el sistema de separación por presión permite obtener aceites de una calidad excelente (condicionado siempre por la calidad del fruto), gracias a las bajas temperaturas a lo largo del proceso (procesado en frío). Los principales inconvenientes para la aplicación práctica de este sistema son los elevados costes de mano de obra, la discontinuidad del proceso y los gastos inherentes al empleo de materiales filtrantes en condiciones óptimas.

#### 6.1.5.2. SISTEMA CONTINUO DE SEPARACIÓN EN 3 FASES

Para la separación de las fases líquidas se emplea el mismo principio de funcionamiento que en la separación sólido-líquido, la centrifugación. Sólo que aquí como la diferencia de densidades entre los líquidos no es grande, hace falta aumentar la fuerza centrífuga, lo que se consigue aumentando la velocidad de giro hasta 6000-7000 rpm.

Las centrifugas ahora tienen el eje de giro vertical, están formadas por un bol con un doble tronco de cono y un conjunto de platos tronco-cónicos en su interior, que giran solidariamente con el eje central. Los líquidos a centrifugar entran por la parte inferior, a través del eje hueco, hasta llegar a unos deflectores en los que se reparten. Estos van penetrando entre los platos, que actuando como centrífugas elementales, separan los dos líquidos, yéndose el alpechín (más pesado) hacia las paredes, y el aceite (menos denso) hacia el centro. Al ser el orificio salida mayor que el de entrada, las dos fases se elevan como si se tratase de una bomba

centrífuga. El aceite asciende pegado al eje de rotación, mientras que el alpechín busca su salida por la parte exterior del bol.

Para conseguir una mejor separación de fases se realiza una pequeña adición de agua (en torno al 5% del caudal de aceite que entra) a una temperatura de entre 20-25°C para no perjudicar las propiedades del aceite.

Del decánter horizontal salen dos fases líquidas diferenciadas. Alpechín con algo de aceite y apreciable contenido en sólidos y, aceite con algo de alpechín y escasos sólidos. Es necesario disponer de dos tipos de centrifugas adaptadas a estas fases. Unas para el agotamiento de alpechines y otras que limpian el aceite y eliminan el agua que pueda contener. La diferencia entre unas y otras radica en el anillo regulador o diafragma que se coloca a la salida de alpechines. Será de mayor diámetro en la centrífuga del aceite.

El aceite a la salida de la centrífuga decantará durante un corto tiempo y se enviará a la bodega. El alpechín debe conducirse a las balsas para su posterior tratamiento.

#### 6.1.5.3. SISTEMA CONTINUO DE SEPARACIÓN EN 2 FASES

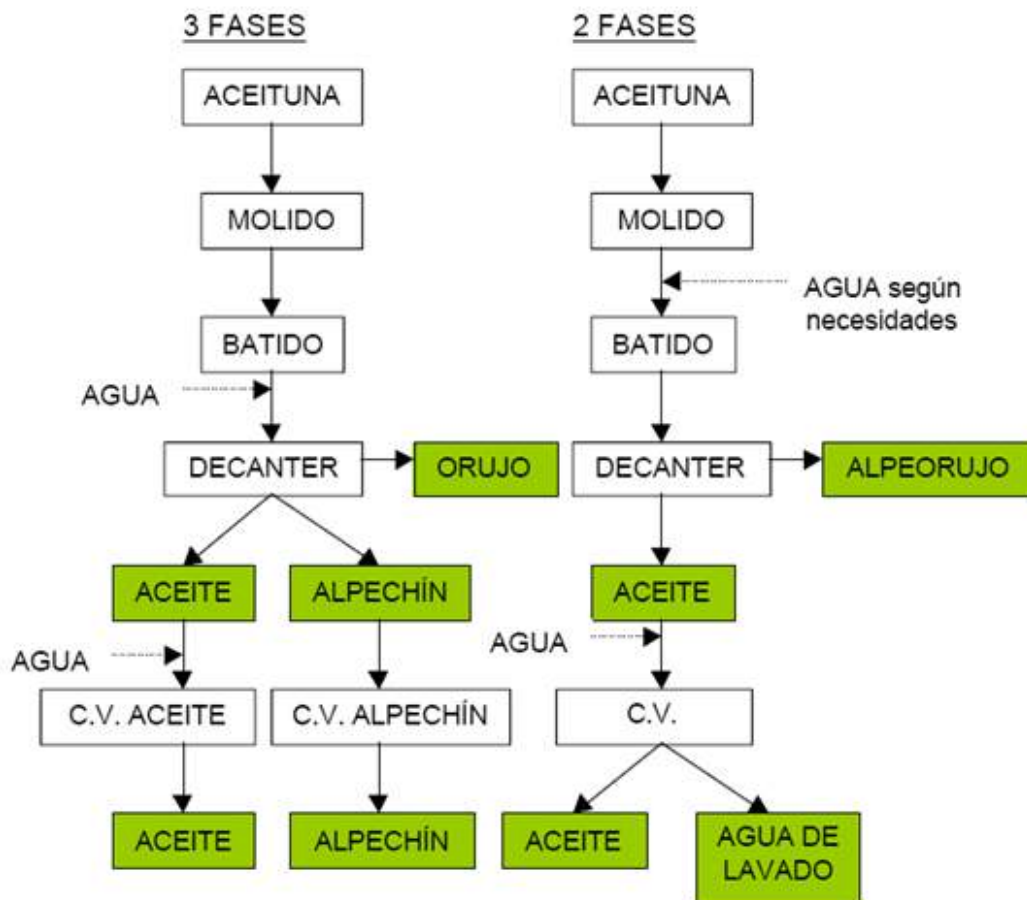
En este caso, la separación de aceite y agua se realiza por el mismo método de centrifugación con eje vertical usado en el sistema de tres fases. Para este sistema solo es necesaria la centrifugación de los aceites salidos del decánter para lavarlos, quitándoles la mayor proporción de sólidos. Es necesaria la adición de agua.

Tras los procesos de centrifugación a altas revoluciones de los sistemas continuos, el aceite se introduce en unos decantadores de acero inoxidable, donde durante un periodo de 24 horas realizar una decantación natural retirando los últimos residuos que pudieran quedar en el aceite, dejándolo listo para ser enviado a la bodega donde se almacena hasta su venta. A esta etapa se le denomina aclarado y es utilizada para la clasificación de aceites en función de variedades y calidades.



*Centrífuga vertical para sistemas de 2 y 3 fases*

### 6.1.6. ESQUEMAS DE LOS SISTEMAS DE 3 FASES Y 2 FASES



### 6.1.7. ALMACENAMIENTO

El almacenamiento del aceite es una operación importante dentro de una almazara para conservar las características del aceite (tanto de estabilidad como organolépticas).

Los principales problemas que se pueden dar son la oxidación (al haber ácidos grasos) y las fermentaciones por impurezas sólidas que aún puede llevar el aceite. Por ello, los depósitos para almacenar el aceite deben evitar las condiciones que den lugar a esos problemas.

La operación de trasiego de aceite, desde los aclaradores hasta los depósitos, tiene como inconveniente la aireación del aceite. Por tanto cuando se realice esta operación de llenado de depósitos, se pondrá especial cuidado en no golpear el aceite contra las paredes, siendo recomendable llenarlo por la boca de salida para evitar pérdidas de aromas.

Por otro lado, el aceite se debe proteger de la luz y del aire, factores que aceleran la alteración del producto. Igualmente, se mantendrá el aceite a una temperatura constante de entre 15°C y 20°C, evitando cambios bruscos de temperatura que provocan pérdidas de aromas y oxidación (mediante aislamientos térmicos, etc.).

Se deberán tener depósitos suficientes en número y tamaño para poder separar los diferentes aceites que la almazara esté produciendo, ya que, como se ha comentado antes, desde la recepción de la aceituna se realiza la selección de aceituna en busca de una diferenciación de aceites de calidad.

En cuanto a la forma que deben tener estos depósitos, se ha de tener en cuenta que el aceite al llegar al almacén lleva aún una pequeña cantidad de impurezas y humedad, que con el transcurso del tiempo decantan rápidamente, depositándose en el fondo. Estos elementos, ricos en sustancias azucaradas, fermentan rápidamente en un medio húmedo, contaminando el aceite, y malogrando su calidad; por ello, es necesario retirarlos periódicamente, para lo cual, los depósitos deben tener un cono en el fondo, provistos de grifo de purga diferente al de salida de aceite.

El material utilizado en la construcción de los depósitos debe ser inerte e impermeable (no presentar actividad físico-química). Actualmente el más utilizado es el acero inoxidable, que pese a tener un coste más elevado es de fácil limpieza y cuyo coste de mantenimiento es muy bajo. Otros materiales utilizados son las losetas vitrificadas y el poliéster-fibra de vidrio.

Fundamentalmente existen tres tipos de depósitos:

1. Depósitos metálicos a la intemperie. Se reservan para aceites de peor calidad procedentes de aceituna del suelo o en mal estado.
2. Trujales subterráneos. Construidos de obra de fábrica y recubiertos con losetas vidriadas. Son los más adecuados para la conservación del aceite, siempre que su revestimiento sea correcto y se conserve en buen estado de estanqueidad. Tienen un coste elevado en la construcción y en el mantenimiento.
3. Depósitos metálicos bajo cubierta. Presentan características intermedias entre los citados antes.



*Depósitos de bodega de fondo plano inclinado*

### 6.1.8. FILTRACIÓN Y ENVASADO

Se trata de una operación que se puede realizar en la propia almazara, o bien si se vende aceite a granel, será otra empresa la que envase y comercialice el aceite.

En primer lugar el aceite se debe enviar a unos depósitos nodriza desde bodega donde se realizarán las mezclas de aceites o “*coupage*”, con el fin de obtener los aceites deseados según sus propiedades (variedad, color, sabor). Una vez se tenga el aceite deseado en el depósito nodriza se procede al envasado.

Previo al envasado se puede realizar una operación de filtrado del aceite que dará una mayor estabilidad al producto terminado. También existe la posibilidad de no filtrar quedando el aceite más denso y turbio. Para ciertos mercados este aspecto denso y turbio en el aceite se toma como un factor de mayor naturalidad en el producto obtenido, aunque realmente el aceite sin filtrar tiene menor tiempo de conservación en condiciones óptimas y debe ser consumido antes.

#### 6.1.8.1. FILTRACIÓN

En la filtración se hace pasar el aceite a través de tejidos (lonas de material textil, fibras, papel, celulosas) o materiales porosos (tierras filtrantes, de diatomeas, perlitas) donde queden retenidas las impurezas que se desean eliminar. Para conseguir este objetivo, se pueden hacer tres tipos de filtrados:

1. En aceites con un elevado contenido de sólidos hay que hacer una separación grosera, que se denomina desbastado y que en muchas ocasiones se debe a que el aceite no ha tenido tiempo para una correcta decantación.
2. Para una buena presentación comercial de un producto de calidad, se exige la eliminación de toda traza de humedad. Esta operación recibe el nombre de abrillantado, y evita la formación de posos en los envases.
3. Pese a que no es frecuente para el aceite de oliva virgen, el abrillantado puede precederse de un filtrado a baja temperatura sobre papel, operación que recibe el nombre de “winterizado”, eliminándose las margarinas presentes en el aceite que le quitan la limpidez cuando baja la temperatura ambiente. Este proceso es obligatorio en el caso de aceites de orujo refinados.

Un correcto proceso de filtrado permite una adecuada presentación comercial, y a su vez tiene dos consecuencias importantes. La primera es la dignificación del producto frente al consumidor. Evitando la aparición de olores y humos desagradables en el uso en fritura. En segundo lugar mejora las condiciones de conservación al mejorar la estabilidad del aceite a largo plazo.

El aceite no debe filtrarse a presiones superiores a  $4-5 \text{ kg/cm}^2$ . Para ello las bombas de impulsión más adecuadas son las volumétricas y rotativas con bajo régimen de giro, entre 40 rpm y 60 rpm, para no favorecer emulsiones.

En la actualidad existen dos tipos de filtros a presión:

- Filtros prensa. Es el más extendido en el sector del aceite de oliva. Su aplicación fundamental es el abrillantado del aceite, usándose también en los casos que se quiera realizar un desmargarinado. El material filtrante es la tela compacta de algodón o el papel de filtro. Este se coloca entre los bastidores o placas filtrantes, construidas en muchos casos de polipropileno, y su número varía según la capacidad de filtrado. El aceite que se pasa por este tipo de filtros tendrá pocas impurezas.
- Filtros de material filtrante pulverulento. Utilizado tradicionalmente para todo tipo de aceites, fundamentalmente en tareas de desbastado. Se caracteriza por el uso de sustancias como el polvo de celulosa y las sílices fósiles de diatomeas, que presentan un elevado poder hidrófilo y una porosidad que las hace muy adecuadas como material filtrante. Estos filtros son versátiles porque permiten, mediante el uso de tierras filtrantes de distinta porosidad, o el cambio de bolsas retentivas, su utilización tanto en desbastado como en abrillantado.



*Filtro de placas*

#### 6.1.8.2. ENVASADO

La etapa de envasado está formada por varias operaciones básicas. Dos de ellas se desarrollan simultáneamente: el llenado y el dosificado de envases. Es necesario efectuarlas con maquinaria que garantice precisión y limpieza. El resto de operaciones pueden llevarse a cabo de forma simple y elemental.

En general una línea de envasado consta de los siguientes elementos:

- Posicionador de envases. Los envases se descargan en una tolva y el posicionador los sitúa correctamente sobre la cadena transportadora.
- Soplador. Este elemento limpia los envases de impurezas con aire a presión.
- Llenadora-dosificadora. En primer lugar una estrella posicionadora recoge los envases del transportador y los sitúa sobre una plataforma móvil que facilita del elemento de llenado. El dosificado puede ser volumétrico, por peso, o por nivel fijado por medios electrónicos. Las llenadoras pueden ser en línea o rotativas, para envases de hojalata, cristal, plástico, etc. Cuentan con un depósito central para el aceite y con alimentador, construido en acero inoxidable.



- Cerradora. Los envases continúan por la cadena transportadora hasta la máquina cerradora preparada para tapones o cápsulas a presión, o con cierre a rosca mediante cabezales roscadores regulables. Puede llevar como elementos auxiliares una tolva para tapones, disco distribuidor y rampa de bajada de tapones. El taponado puede ser una operación manual en instalaciones de menor entidad.
- Etiquetadora. Al igual que el taponado es una operación que puede realizarse manualmente con etiquetas adhesivas. En el caso de las máquinas etiquetadoras existe una gran variedad de las mismas y con diferentes automatismos. Los envases a la salida se acumulan en bandejas situadas al final del transportador de envases para su expedición.
- Formadoras-Encajadoras. Los envases llegan a las cajas de cartón, ya desplegadas, y se introducen agrupadas hasta completar la capacidad prevista.
- Cerradoras de cajas. Por el transportador de cajas son conducidas hasta esta máquina, que concluye la operación previa a la expedición, cerrando y precintando las cajas, saliendo hasta el operario que las sitúa sobre los pallets o enviándolas a la paletizadora automática.
- Equipo para el desoxigenado del aceite. Este mecanismo inyecta al aceite, previo a la llenadora, un gas inerte, el nitrógeno principalmente, que sustituye al aire o lo enriquece en detrimento del oxígeno.



*Envasadora*

### **6.1.9. COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS DE EXTRACCIÓN**

A la hora de elegir un sistema de extracción para una almazara se tienen en cuenta diferentes factores. Teniendo en cuenta que todos los sistemas tienen ventajas e inconvenientes se puede diferenciar entre ellos según diferentes criterios.

#### **6.1.9.1. CANTIDAD DE ACEITE Y SUBPRODUCTOS**

Se puede estimar que, operando correctamente, se alcanzan rendimientos de extractabilidad del 86%-87% del aceite que hay en las aceitunas.

En el siguiente cuadro se cuantifican los kilogramos productos y subproductos a los que da lugar cada proceso.



Producto o Subproducto	Composición	Prensas		Centrifugación			
		Por t de producto	Por t de aceituna	Tres fases		Dos fases	
				Por t de producto	Por t de aceituna	Por t de producto	Por t de aceituna
ORUJO	Agua	260-285	80-100	470-520	230-275	540-620	420-520
	Materia grasa	50-80	16-23	30-45	15-23	23-34	18-28
	Materia seca	650-690	215-230	450-480	220-250	360-400	280-340
	<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>310-350</b>	<b>1000</b>	<b>490-520</b>	<b>1000</b>	<b>780-830</b>
ALPECHÍN	Agua	870-900	530-650	930-950	880-1140	975-985	225-300
	Materia grasa	3-10	2-8	4-9	4-11	1-3	1
	Materia seca	90-120	53-90	40-60	35-75	15-20	3-6
	<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>590-750</b>	<b>1000</b>	<b>920-1225</b>	<b>1000</b>	<b>230-310</b>
TURBIOS Y BORRAS	Materia grasa		4		4		4
ACEITE DE OLIVA VIRGEN	Materia grasa		<b>170-245</b>		<b>175-240</b>		<b>175-245</b>
CONSUMO DE AGUA			270-350		750-1000		250-330

*Cuadro de productos y subproductos en cada sistema de extracción.*

A continuación se representan las pérdidas de aceite en cada sistema, indicando las cantidades contenidas en cada subproducto en kilogramos.

Subproducto	Prensas		Centrifugación			
	Producido (kg)	Pérdidas aceite en kg	Tres fases		Dos fases	
			Producido (kg)	Pérdidas aceite en kg	Producido (kg)	Pérdidas aceite en kg
<b>ORUJO</b>	310-350	16-23	490-520	15-23	780-830	18-28
<b>ALPECHIN</b>	590-750	2-8	920-1225	4-11		
<b>AGUA DE LAVADO</b>					230-310	1
<b>TURBIOS, BORRAS Y OTROS</b>				4		4
<b>TOTAL</b>	-	<b>22-35</b>	-	<b>23-38</b>	-	<b>23-33</b>

*Pérdidas de aceite en cada sistema de extracción.*

#### 6.1.9.2. CALIDAD DEL ACEITE OBTENIDO

Se pueden obtener aceites de mucha calidad usando cualquiera de los tres sistemas analizados si se realizan los procesos correctamente y con las instalaciones adecuadas.

El agua añadida en el decánter de 3 fases y en las centrífugas verticales de las líneas de 2 y 3 fases, arrastra componentes hidrosolubles del aceite, resultando aceites con menor contenido fenólico, disminuyendo su capacidad antioxidante y su estabilidad.

En el sistema de prensas, la limpieza de los capachos es complicada y se producen contactos entre aceite y alpechín más prolongados, incrementando la posibilidad de un aumento de acidez y se hace más probable un deterioro oxidativo.

La valoración organoléptica de los aceites de centrifugación de dos y tres fases es similar, teniendo mayor intensidad del amargo y del picante en los aceites obtenidos en dos fases.

Cuando se trabaja con aceitunas de finales de campaña (un poco deterioradas), en el decánter de dos fases se obtienen los aceites con los defectos propios de la época más atenuados que elaborando en tres fases.

### 6.1.9.3. CRITERIOS ECONÓMICOS

#### Superficie necesaria para las máquinas

En almazaras tradicionales con sistemas de prensado y formadores de cargos para procesar en torno a 2.600 kg/h, se necesitará una superficie en torno a 100 m<sup>2</sup> más la zona de decantación que supondrían unos 30 m<sup>2</sup> añadidos.

Para sistemas continuos de extracción, el espacio requerido para la maquinaria incluyendo las centrífugas verticales rondaría los 100 m<sup>2</sup> para procesar alrededor de 7.000 kg/h.

En este criterio hay que tener en cuenta que no solo influye el espacio necesario para la maquinaria, sino que se puede querer dejar mayores espacios para el movimiento de maquinaria tanto de limpieza como para poder retirar máquinas averiadas o que van a ser sustituidas.

#### Necesidades de mano de obra

Un aspecto clave en este sentido es la discontinuidad que tiene el sistema tradicional de prensas, mientras que los sistemas de centrifugación son continuos incluyendo más automatismos y controles en el proceso.

La mano de obra se mide en horas de trabajo por tonelada de aceituna procesada (h/t) y se reflejan en la siguiente tabla.

Sistema de Prensado			Sistema Continuo (2F y 3F)	
Formación manual de cargos	Formación automática de cargos		Producción Baja	Producción alta (75 t/24h)
	Decapachado manual	Decapachado automático		
<b>2 - 2,5 h/t</b>	<b>1 - 1,25 h/t</b>	<b>0,75 - 1 h/t</b>	<b>1 h/t</b>	<b>0,3 h/t</b>

*Estimación horas de trabajo para cada sistema de extracción.*

En los sistemas continuos existe mayor flexibilidad de adaptar el horario de trabajo a las entradas de aceituna reales con el fin de no dejar las aceitunas más de 24 horas en las tolvas de almacenamiento, factor que redundará directamente en la calidad del aceite producido.

#### Potencia instalada

Por término medio las instalaciones de sistemas continuos de dos y tres fases requieren mayores potencias instaladas que en los sistemas de prensas con formador de cargos automáticos. La potencia instalada y la energía consumida son en torno a un 50% mayor en el caso de sistemas continuos.

#### Consumo de agua

Es un factor importante a considerar hoy en día dependiendo de las disponibilidades de agua del solar en cuestión. Se valora en litros por tonelada de aceituna (l/t).

Sistema de prensas	Sistema continuo 3F	Sistema continuo 2F
270 - 350	750 - 1.000	250 - 330

Además del agua necesaria en el proceso, se tiene en cuenta que hay que calentarla para el caso del decánter de tres fases y para las centrífugas verticales.

Este aspecto el sistema de centrifugación en tres fases tiene una demanda de agua caliente mayor que el sistema de dos fases y el sistema de prensas, estos últimos tienen demanda parecida. Por tanto, habrá que dimensionar la caldera para las necesidades correspondientes incrementando el gasto de combustible para mayor demanda de agua caliente.

#### Inversión en maquinaria

Tanto para el sistema de dos fases como para el de tres fases se estima una inversión de 3.000 € por t de aceituna que se procese en un día. En el sistema tradicional habrá que incluir maquinaria suficiente para poder procesar toda la aceituna recibida en 24 horas. La inversión para el sistema tradicional estaría entorno a 2.000 € por t y día.

### 6.1.9.4. FACTORES MEDIOAMBIENTALES

#### Alpechín producido

Los efluentes líquidos de las almazaras (agua de lavado de frutos, aceites e instalaciones; agua de adición y de vegetación) alcanzan los siguientes volúmenes según el sistema empleado:

- Sistema de tres fases - 1.200 l/ t de aceituna

- Sistema de prensas - 650 l/t de aceituna
- Sistema de dos fases - 250 l/t de aceituna

La composición de dichos efluentes líquidos según el sistema utilizado se muestra en la siguiente tabla:

	Sólidos %	Aceite %	DQO mg/l
Sistema de Prensas	10	0,3-1	100.000
Sistema de Dos fases	2,82	0,29	2.250
Sistema de tres fases	4,86	0,31	68.000

El poder contaminante en los alpechines de los sistemas de tres fases y prensas es mayor que el del sistema de dos fases. Ninguno de ellos puede ser vertido a cauce público tal y como sale de la almazara. Las medidas correctoras a aplicar a los alpechines incrementan su coste con el incremento de volumen, ya sea utilizando sistemas de depuración o balsas de evaporación. Además en el caso de los alpechines más contaminantes (prensas y 3F) la depuración es mucho más complicada, siendo el sistema de balsas de evaporación el más adecuado.

#### Características de los orujos

Según el sistema utilizado se tiene una cantidad de orujo producido con unas propiedades diferentes.

Por cada 100 kg de orujo producido en un sistema de prensas (26% -29% de humedad), se producen 150 kg en una almazara con decánter de tres fases (40% - 52% de humedad) y 250 kg de orujo en un decánter de dos fases (55% - 70% de humedad).

Teniendo en cuenta que la cantidad de aceite contenido en el orujo es parecido para los diferentes sistemas por tanto el transporte a las extractoras de orujo es más costoso para los orujos producidos en el sistema de dos fases. Además, para la extracción de la materia grasa del orujo este debe estar seco, siendo más costosa la extracción de esta grasa cuando el orujo procede de un decánter de dos fases. En resumen los ingresos por venta de orujo según el sistema de extracción son, de mayor a menor: prensas, tres fases, dos fases.

#### **6.1.10. RESUMEN DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN**

A continuación y a modo de conclusión se reflejan en un cuadro-resumen las principales ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas de extracción en cada una de sus etapas.

Es importante diferenciar los pros y contras en la elección de la maquinaria para cada etapa. Hoy en día las almazaras no están siguiendo los sistemas predefinidos de extracción de aceite, sino que se están combinando la maquinaria y las condiciones de trabajo con el fin de conseguir aceites de altísima calidad que son los que demanda el mercado internacional, que es donde se están dirigiendo los esfuerzos mayoritarios de cooperativas y almazaras particulares.

ETAPA DE PROCESO	SISTEMA DE EX-TRACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
MOLIENDA	Molino de rulos (Sistema tradicional)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo consumo eléctrico.</li> <li>- Mano de obra no especializada.</li> <li>- No provoca emulsiones ni calentamientos.</li> <li>- Elimina el riesgo de contaminación por metales.</li> <li>- Preparación de la pasta adecuada al tipo de fruto.</li> <li>- Rompe a fondo las células.</li> <li>- Formación de gotas de aceite mayores.</li> <li>- Máquinas simples y robustas.</li> <li>- Bajo consumo de agua.</li> <li>- No genera tanto alpechín.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de trabajo baja y discontinua.</li> <li>- Aumento de la oxidación.</li> </ul>

	Molino de martillos (Asociados a los sistemas de centrifugación en 2 y 3 fases)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil regulación del grado de molienda.</li> <li>- Reducido espacio.</li> <li>- Breve permanencia del fruto en el interior.</li> <li>- Espacio cerrado que evita la evaporación de las sustancias volátiles.</li> <li>- Grado de molienda homogéneo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta evaporación.</li> <li>- Formación de emulsiones.</li> <li>- No realiza dilaceración.</li> </ul>
SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO SEPARACIÓN SÓLIDO-LÍQUIDO	Por presión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesado en frío, por tanto alta calidad del aceite.</li> <li>- Orujos más secos. Por tanto mayor valor.</li> <li>- Menor consumo de agua caliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discontinuidad del proceso.</li> <li>- Alto coste de mantenimiento.</li> <li>- Gran cantidad de mano de obra.</li> <li>- Tiempo de contacto del aceite con alpechín elevado.</li> </ul>
	Tres fases	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se elimina el riesgo de fermentación al eliminar los capachos.</li> <li>- Al ser una separación casi instantánea, se evita un largo contacto entre aceite y alpechín.</li> <li>- Volumen reducido de las máquinas.</li> <li>- Fácil automatización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se produce gran cantidad de alpechín.</li> <li>- Reducción de antioxidantes del aceite.</li> <li>- Gran consumo de agua.</li> <li>- Alto coste de inversión.</li> <li>- Dudas sobre la calidad de los aceites.</li> </ul>
	Dos fases	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción del consumo de agua.</li> <li>- Menor necesidad de agua caliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costes de inversión.</li> <li>- Dudas sobre estabilidad del aceite y su</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menos pérdidas de los antioxidantes de los aceites.</li> <li>- Reducción de la producción de alpechines.</li> <li>- Menor superficie que en prensas.</li> <li>- Al ser un sistema continuo, está prácticamente automatizado en su totalidad, reduciendo las necesidades de mano de obra.</li> <li>- Se garantiza la perfecta higiene del proceso.</li> <li>- Se elimina el riesgo de fermentación.</li> </ul>	<p>calidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Orujo con más humedad.</li> <li>- Menor control visual. Mayor control analítico.</li> <li>- Necesidad de personal más especializado.</li> </ul>
SEPARACIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO	Por presión (pozuelos de decantación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja temperatura de procesado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesidad de gran número de pozuelos.</li> </ul>
	Dos y tres fases (Centrífuga Vertical)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rápida separación de aceite y alpechín.</li> <li>- Menor acidez que en prensas.</li> <li>- Mejora de los caracteres organolépticos de aceitunas defectuosas.</li> <li>- Espacio reducido.</li> <li>- Mejor agotamiento de la masa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdidas de aromas y estabilidad.</li> </ul>

### 6.1.11. ANÁLISIS DE COSTES DE LOS SISTEMAS TRADICIONAL Y DOS FASES

Se descarta hacer análisis de costes del sistema continuo de extracción en 3 fases puesto que a groso modo las cifras serán muy similares al sistema de dos fases, salvo que el consumo de agua en 3 fases es mayor que en 2 fases y por tanto se requerirá la construcción de una balsa mayor.

En la siguiente tabla se resumen los costes anuales de cada uno de los sistemas para una producción de 7.000 t anuales. Para la inversión en maquinaria se considera una amortización lineal en 18 años (coef. máx. 12%), y para la inversión de las naves se utiliza una amortización lineal en 68 años (coef. máx. 3%).

		SISTEMA DE PRENSAS	SISTEMA CONTINUO DE 2 FASES
<b>Mano de obra</b>	h/t de aceituna	3	0,3
	horas para 7.000 t	21.000	2.100
	Coste por h	15,00 €	15,00 €
	<b>Coste total</b>	<b>315.000,00 €</b>	<b>31.500,00 €</b>
<b>Agua</b>	m3/t	0,35	0,2
	m3 para 7.000 t	2.450	1.400
	Coste por m3	0,80 €	0,80 €
	<b>Coste total</b>	<b>1.960,00 €</b>	<b>1.120,00 €</b>
<b>Superficie Nave</b>	m2 para 190 t/día	460	125
	Coste m2 construido	200,00 €	200,00 €
	Coste Nave Molino	92.000,00 €	25.000,00 €
	<b>Coste anual (periodo amortización 68 años)</b>	<b>1.352,94 €</b>	<b>367,65 €</b>
<b>Maquinaria</b>	Inversión por t aceituna/día	2.000,00 €	3.000,00 €
	Inversión total	380.000,00 €	570.000,00 €
	<b>Coste anual (periodo amortización 18 años)</b>	<b>21.111,11 €</b>	<b>31.666,67 €</b>
<b>Gasto eléctrico</b>	Pot. instalada (kw)	400	600
	Coste potencia instalada (€/kw.año)	16,00 €	16,00 €



	Coste anual por potencia instalada	6.400,00 €	9.600,00 €
	Consumo eléctrico (kwh por t de aceituna)	60	90
	Consumo para 7.000 t (kwh)	420.000	630.000
	Coste kwh	0,13 €	0,13 €
	Coste anual de consumo	54.180,00 €	81.270,00 €
	<b>Coste eléctrico total</b>	<b>60.580,00 €</b>	<b>90.870,00 €</b>
	<b>COSTE TOTAL ANUAL</b>	<b>400.004,05 €</b>	<b>155.524,31 €</b>

*Tabla análisis comparativo de costes en sistema tradicional y 2 fases.*

## 6.2. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LAS ALMAZARAS

En las diferentes etapas del proceso que se realiza en una almazara se generan distintos residuos, tanto orgánicos como minerales.

En los últimos años estos residuos tienen cada vez mayor regulación y mayor versatilidad en su aprovechamiento en otros usos que son beneficiosos para el medio ambiente, ya que algunos de ellos tienen alto poder contaminante sobre las aguas.

### 6.2.1. RESIDUOS PRODUCIDOS EN LAS ALMAZARAS

Atendiendo a cada etapa del proceso tenemos los siguientes residuos y las siguientes posibilidades de uso.

#### 6.2.1.1. ETAPA DE RECEPCIÓN Y LIMPIEZA

- Hojas y Ramas finas: son residuos orgánicos extraídos de la limpiadora. Se pueden utilizar en la composición de piensos para animales y como alimento directo para el ganado (caprino). Desde un punto de vista energético se usan como combustibles en calderas de biomasa, y si se trituran en virutas más gruesas se pueden usar como conglomerados para madera.

Otra de las alternativas que ofrece este residuo es su triturado y esparcimiento sobre el terreno como abono orgánico, o también, se usa en plantas de compostaje para la fabricación de compost que también es un abono orgánico.

- **Ramas gruesas:** se trata de trozos de madera de mayor tamaño que se extraen en la limpiadora y cuyos principales usos son al igual que las hojas y ramas finas, triturado para uso como abono orgánico, para fabricación de conglomerados de madera y como combustible en calderas de biomasa.
- **Piedras:** es quizás el residuo menos reutilizable que genera una almazara. Un uso que se puede dar para evitar depositarlos en escombreras sería utilizarlo para el relleno y corrección de cárcavas o arreglos de caminos rurales.
- **Alpechín:** Se trata de un subproducto o residuo que aparece en diferentes etapas de la almazara. En la etapa de limpieza y lavado de la aceituna aparece en los siguientes elementos:
  - **Lavadora:** se produce la salida de los lodos y aguas de lavado. El agua no podrá ser vertida en el cauce público y será tratada junto a todo el alpechín producido en la almazara. Los lodos podrán ser vertidos en campo o utilizarlos en plantas de compostaje para la fabricación de abonos orgánicos. La separación del agua y los lodos se realiza en un desarenador.
  - **Lixiviado de tolvas y cintas:** proceden del escurrido de las tolvas y cintas transportadoras. Tienen alto poder contaminante y se tratarán en conjunto con el alpechín procedente de otras etapas del proceso.

#### 6.2.1.2. ETAPA DE EXTRACCIÓN DE ACEITE

- **Orujo:** es la materia resultante una vez sometida al proceso de extracción de aceite y en su composición se encuentra la materia seca de la aceituna sin el aceite, una cantidad de agua en función del proceso de extracción empleado y un cierto contenido graso que permanece tras la separación del aceite y el orujo.

En el sistema de prensas es la sustancia que se queda en los capachos tras la extracción del aceite. En centrifugación aparece en el decánter tanto de 3 como de 2 fases.

La composición del orujo depende del sistema de extracción utilizado. El orujo extraído de prensas y por el sistema de centrifugación de tres fases es parecido y su tratamiento posterior, por tanto, será similar. En cambio, en el orujo de dos fases la materia seca va junto a la fase líquida, excepto el aceite, y por tanto su tratamiento posterior será diferente.

En el siguiente cuadro se muestran las características del orujo según el sistema de extracción:

SISTEMA	CANTIDAD (kg/t de aceituna)	HUMEDAD %	GRASA S/HUMEDO %	GRASA S/SECO %
Prensas	310-350	25-28	5,0-8,0	7,0-11,0
Centrifugación 3 Fases	490-520	46-52	3,0-4,5	6,0-9,0
Centrifugación 2 Fases	780-830	55-61	2,3-3,4	6,0-7,5

*Composición del orujo en cada sistema de extracción.*

- Alpechín: se le denomina con este nombre al efluente líquido de las almazaras. Es un producto muy contaminante de los cauces a los que se vierte. Según la etapa de la almazara donde se producen efluentes líquidos, estos tendrán diferente carga contaminante. Los puntos donde se produce el alpechín son los siguientes:
  - Anteriormente se ha hecho referencia al agua resultante del lavado de las aceitunas. El volumen producido es muy variable según la suciedad con la que vengan las aceitunas desde el campo. Como media se puede tomar de referencia entre 150 y 600 l/t de fruto.
  - La parte más importante de la producción de alpechín en los sistemas de presión y de centrifugación de 3 fases, tiene lugar a la salida de las prensas en el primer caso, y del decánter en el segundo. La cantidad producida por el sistema de presión (salida de los pozuelos decantadores) oscila entre 360 y 440 kg/t de aceituna, mientras que a la salida del decánter se pueden producir entre 670 y 925 kg/t de aceituna. El decánter de dos fases no tiene salida de efluentes líquidos y por tanto no produce alpechín.
  - En el sistema de 2 fases el alpechín es producido en las centrífugas verticales usadas en el lavado de aceite.
  - Todas las aguas usadas en la limpieza de las instalaciones de la almazara y que por tanto tienen contenidos grasos serán tratadas junto con el alpechín.

### 6.2.1.3. ETAPA DE DECANTACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sólidos de decantación que se producen en los aclaradores sean de obra o metálicos, y en los depósitos de almacenamiento. Se trata de purgas realizadas periódicamente y recogidas en un recipiente con ruedas para llevarlas a las balsas o introducirlas en las batidoras de las líneas de repaso. Las cantidades producidas son muy pequeñas y serán tratadas junto al orujo o con el alpechín.

### 6.2.2. TRATAMIENTO DEL ORUJO

El orujo puede ser tratado tanto dentro como fuera de la almazara. Tradicionalmente el orujo ha sido retirado por las industrias extractoras del aceite de orujo que una vez recuperaban

la parte grasa que era posible, enviaban los residuos restantes a plantas de generación eléctrica dado su alto poder calorífico (en torno a 4.200 Kcal/kg en seco).

Cuando el orujo se trata en las almazaras lo primero que se puede hacer es una segunda centrifugación de las masas, incluyendo una termobatidora donde se aumentará la temperatura para que la extractabilidad de las grasas sea mayor. Esta situación se favorece con campañas de gran cosecha donde las orujeras no dan abasto, los precios del aceite son bajos y no solo el transporte a la orujera es muy costoso, o cuando los precios de los aceites están altos y es muy rentable agotar al máximo las masas.

En esta segunda centrifugación se puede extraer entre el 30% y el 35% del aceite contenido en las masas, lo que supone en torno al 1% de su peso. El aceite resultante será calificado como aceite lampante.

Al reducirse el contenido graso del orujo tras esta centrifugación se pierde el interés por parte de las orujeras de retirar este producto para extraer aceite de orujo. Surge así la alternativa de usar separadores de pulpa-hueso y deshuesar este orujo obteniendo dos productos:

- Hueso de aceituna: es un buen combustible por su alto poder calorífico (4.500 kcal/kg en seco). Por tanto se puede usar como combustible para la caldera de la propia instalación y el resto venderlo. La venta de este producto en los últimos años está aumentando rápidamente y en años de mala cosecha como los de la campaña 2012-2013 se pagaron en torno a 120 €/t frente a los 60 €/t de la 2011-2012.
- Orujo extractado u orujillo: con un poder calorífico de 4.200 kcal/kg se utiliza para la generación de energía eléctrica.

### **6.2.3. TRATAMIENTO DEL ALPECHÍN**

Una vez tenemos recogidos todos los efluentes líquidos producidos en la almazara que no han podido ser vertidos a los saneamientos o cauces públicos tenemos varias alternativas para el tratamiento de estos.

#### **6.2.3.1. BALSAS DE EVAPORACIÓN**

Consistirá en almacenar todas las aguas de campaña con el fin de que durante el resto del año se evapore este agua y posteriormente proceder a la limpieza de la balsa usando los residuos sólidos resultantes para compost. Las balsas no tendrán una profundidad superior a 150 cm.

El residuo sólido que queda tras la evaporación tiene una humedad del orden del 3,5%, un 85% de materia orgánica y el 11% de materia vegetal. A su vez contiene un 10% de grasa sobre materia seca. Este residuo se utiliza como abono orgánico por su alto contenido de K y P, o bien, como combustible al tener entre 5.500 - 6.000 kcal/kg.

Esta opción tiene el inconveniente de que requerirá gran capacidad de almacenamiento, y un gran problema de olores puesto que la materia que estamos almacenando es orgánica y

durante todo el año sufre descomposición. También tiene riesgos de filtraciones y desbordamientos.

En los sistemas de centrifugación de dos fases, al no producir alpechín a la salida del decánter, la producción total de efluentes líquidos será mucho menor, y por tanto la superficie de balsa requerida será inferior a las balsas construidas para otros sistemas de extracción.

#### 6.2.3.2. TRATAMIENTO POR EMPRESA DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Una alternativa económica en cuanto al coste de implantación en la instalación pero algo más costosa en el coste anual de aplicación es el envío de las aguas sucias (alpechín) a una empresa de gestión de residuos.

Esto implica que basta con instalar un desarenador para el tratamiento de las aguas de la zona de limpieza de aceituna, un desengrasador para el tratamiento de las aguas de la zona de molino y un depósito que pueda almacenar el agua de 4 o 5 días de trabajo.

Posteriormente mediante cisternas se retirará el alpechín por parte de dicha empresa de tratamiento de residuos.

#### 6.2.3.3. DEPURACIÓN

La depuración de las aguas evita dos problemas muy importantes. La balsa de almacenamiento de aguas pasa a ser de un tamaño mucho más reducido, un 10% aprox. de capacidad respecto a una balsa de evaporación, y se evitan en parte los olores de la descomposición de la materia orgánica disuelta en el agua. Se usan dos tratamientos posibles de las aguas sucias de almazara para depurarlas y poder verterlas a cauce público.

- Primero se realiza un tratamiento físico-químico que generalmente proporcionará aguas con unas propiedades aptas para su vertido.

De este proceso se obtienen unos lodos que tras almacenarlos en una pequeña balsa y producirse la evaporación de los líquidos, se usan los sólidos como abono orgánico directamente o en compost.

- Segundo y como complemento al primer tratamiento se puede hacer un tratamiento de Ósmosis cuyo resultado serán aguas que podrán ser reutilizadas en el ciclo de extracción del aceite y para usos como agua no potable.

Tiene el inconveniente de requerir una balsa mayor para el almacenamiento de los lodos y cuyo uso será el mismo que el de los lodos procedentes del tratamiento físico-químico.

#### 6.2.3.4. FERTIRRIGACIÓN

En virtud del Decreto 4/2011, del 11 de Enero, publicado en el BOJA, se permite el vertido de efluentes de las almazaras directamente en campo como fertilizante agrícola. En el decreto se contemplan las cantidades y condiciones en que serán realizados los vertidos.

Este residuo tiene un alto contenido en potasio y materia orgánica, así como las cantidades de fósforo, calcio y magnesio. No contiene metales pesados ni agentes patógenos.

El mayor inconveniente de este sistema es el gran tamaño que requiere la balsa de almacenamiento puesto que el vertido solo está autorizado en época estival.

Una gran ventaja es la obtención de un abono orgánico natural de bajo coste, algo muy valorado hoy en día por la implantación de nuevos sistemas de cultivo respetuosos con el medio ambiente que no pueden o tienen limitado el uso de abonos químicos.

### 6.3. AUTOMATIZACIÓN DE ALMAZARAS

En un principio la extracción de aceite era muy simple. Con el paso del tiempo se han ido mejorando las técnicas, desarrollando maquinarias más complejas y las capacidades de producción se han incrementado considerablemente. Todo esto provoca que cualquier fallo que se produzca en la extracción de aceite tenga una gran relevancia en los resultados de calidad y por tanto en los resultados económicos de la almazara.

En las almazaras se dispone de un maestro de almazara y algunos ayudantes, que conocen el proceso, y que también han podido recibir formación por parte de los fabricantes de equipos.

La forma de actuar en las almazaras que no tienen sistemas de automatización consiste en que el maestro va controlando los puntos considerados como críticos. Observa el estado de la aceituna a la entrada, comprueba el trabajo del molino, observa la pasta en la termobatidora, la salida del orujo y de las fases líquidas del decánter, el aspecto del aceite en la centrífuga vertical y del alpechín. Controla las temperaturas de la pasta, del agua de inyección, de lavado de aceites y de la caldera. Por parte de la administración se controlan los datos de agotamiento de orujos y alpechines, cantidad de orujo que está saliendo, y el aceite producido respecto a la cantidad de aceituna recepcionada.

Con toda esta información, que se recoge de forma poco regulada y en algunos casos a tiempo pasado, se van tomando las decisiones que se requieren: ritmo de entrada de fruto al molino, tamaño de cribas, tiempo de batido, temperatura de la pasta en la termobatidora, correcciones en la caldera, ritmo de inyección de masa y de agua en el decánter, regulación de la descarga de las centrífugas verticales, caudal y temperatura de agua de lavado, etc.

Al caer la regulación manual del proceso sobre una persona, este proceso está sometido a altibajos y a desajustes temporales, a pesar del buen hacer y experiencia del personal.

Para poder actuar correctamente y con celeridad, es necesario disponer de una información completa, fiable y actualizada. Con el avance de la técnica en las máquinas y sistemas de

control podemos obtener, mediante medios sencillos, datos claves sobre el proceso. Esta información se puede recoger, sistematizar, almacenar, analizar y utilizar adecuadamente con ayuda de medios informáticos.

La acumulación de todos los datos en el ordenador a tiempo real y con análisis de parámetros del proceso con valores promedio en las últimas horas, facilitan la toma de decisiones y las hacen más fiables.

### **6.3.1. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN**

Un sistema de automatización consiste en situar en los puntos críticos, equipos de medida en línea dotados de sensores, conectados con módulos de control que recogen toda la información instantánea y la trasladan a un ordenador central. Este recibe, almacena y analiza todo el conjunto de datos, poniéndolos a disposición del operador mediante pantallas gráficas con visión global de la planta industrial y con la posibilidad de seleccionar zonas del proceso con visualización detallada, pantallas en las que se recogen los valores de los parámetros que permiten conocer el estado de funcionamiento.

Cada módulo de control permite transmitir órdenes a los puntos clave del proceso. El operador es el encargado de fijar los valores deseados de los parámetros a controlar, y el proceso se va ajustando a ellos. Elegidos los parámetros adecuados, las pérdidas de aceite en los subproductos y la calidad del aceite producido en el proceso están bajo control, obteniendo aumentos en la extractabilidad de las pastas, disminución del gasto de agua, energéticos, y mejora de la calidad del producto terminado.

Entre los equipos de medida en línea utilizados podemos encontrar:

- Controladores de estado de marcha/paro en los motores
- Basculas automáticas
- Caudalímetros
- Termómetros
- Válvulas motorizadas
- Relés
- Variadores de frecuencia
- Sondas de nivel
- Amperímetros

Los puntos sobre los que actúan los sistemas de automatización existentes en el mercado son:

- Recepción de las aceitunas, con pesado automático, emisión de tickets de entrega de fruto, control de tolvas, limpiadoras, lavadoras, pesadoras y cintas transportadoras.

- Control de la alimentación del molino y la velocidad de giro del motor.
- Control de temperaturas de la pasta y tiempo de permanencia de esta en la termobatidora. El módulo de control mide, ajusta y corrige la temperatura de la pasta y los niveles de carga y descarga. Se parte de unos valores deseados que se fijan previamente en función del criterio adoptado por la almazara.
- Ritmo de inyección de la pasta en el decánter. Permite medir, ajustar y corregir el caudal.
- Control de la consistencia de la pasta de aceituna en el decánter. Mide, corrige y ajusta el caudal de agua de inyección en el decánter (en el caso de centrifugación de 3 fases).
- Control en las centrifugas verticales: caudal y temperatura del agua.
- Control de producción de aceite. Mide el caudal de aceite producido a la salida de la centrifuga vertical. Integra valores para dar información del rendimiento industrial instantáneo, y el acumulado en un tiempo determinado.
- Control de temperatura del agua caliente a la salida de la caldera. Mide, ajusta y corrige esta temperatura.
- Control de los depósitos de almacenamiento de aceite. Mide el volumen de aceite almacenado en cada unidad y la temperatura de este.
- Control general de la maquinaria instalada. Puesta en marcha y modificación del régimen de trabajo de cada máquina y aviso de alarmas.

### **6.3.2. ÚLTIMOS AVANCES TECNOLÓGICOS**

En los últimos años se están investigando nuevos sistemas inteligentes de automatización de almazaras, donde es posible ampliar la información disponible en cada momento con las características de los productos y subproductos. Se están poniendo a punto técnicas de análisis en línea de parámetros que proporcionen información en tiempo real.

Los parámetros que ampliarían la información obtenida en el proceso serían:

- Análisis en línea de la humedad de las aceitunas.
- Avanzar en los sistemas de medición de la consistencia de la pasta en la termobatidora (fluencia y humedad).
- Análisis en línea de la humedad y el contenido graso del orujo a la salida del decánter.
- Análisis en línea de los principales parámetros de calidad del aceite (acidez, índice de peróxidos, K270, K225, estabilidad oxidativa).



Todos estos factores acabarán dando como resultado una mayor eficiencia de las almazaras. Los costes actuales para este tipo de controles son aún muy elevados y no son compensados con los ahorros de costes que producen en el proceso.

Para la detección en tiempo real de todos estos parámetros se están utilizando equipos con tecnología NIR que mediante rectas de calibración de diferentes parámetros se obtienen datos en el ordenador de control para poder actuar con la mayor celeridad posible. Es todavía una tecnología que se está poniendo a punto y que a día de hoy tiene un alto coste de implantación.

## 7. SOLUCIÓN ADOPTADA

### 7.1. SISTEMA DE EXTRACCIÓN ELEGIDO

Se han valorado los diferentes sistemas desde el punto de vista económico, medio ambiental y de la calidad del producto obtenido, concluyéndose que el sistema de extracción será el de SEPARACIÓN EN DOS FASES CON CENTRÍFUGA VERTICAL.

Tanto para la decisión por este sistema de extracción de aceite como para la elección de la maquinaria se han considerado todos los requisitos que se indican en la DO Baena y en la Orden de Producción Integrada.

Por criterios medioambientales se descarta el sistema continuo de 3 fases. La producción de alpechín respecto al sistema de 2 fases es cuatro veces superior, teniendo estos residuos un altísimo poder contaminante, dificultando su depuración y teniendo que construir una balsa de gran tamaño para su almacenamiento. Desde un punto de vista económico y medioambiental, el gran consumo de agua potable (1.000 litros por tonelada de aceituna procesada en el sistema de 3 fases frente a 200 litros en el sistema de dos fases) hace que el sistema continuo de 3 fases quede descartado para esta almazara.

Se trata por tanto de elegir entre el sistema tradicional de prensas y el sistema continuo de dos fases. Para ello nos basamos en los siguientes argumentos.

#### Criterios económicos

Pese a que la inversión inicial en el sistema de dos fases (570.000 €) es un 50% mayor que para un sistema tradicional (380.000 €), el hecho de tener el sistema tradicional unos costes de mano de obra diez veces superiores al sistema de dos fases hacen que el dato económico que se traslada a la cuenta anual de resultados de explotación haga mucho más rentable desde el punto de vista de los costes elegir un sistema continuo de dos fases.

#### Criterios medioambientales

El principal criterio ambiental para elegir un sistema de extracción continuo de dos fases frente al sistema tradicional es la cantidad de alpechín producido, que por su alto poder contaminante tiene un complicado tratamiento o necesita de una capacidad de almacenamiento durante el tiempo que tarda en evaporarse el agua.

	Alpechín (l/t de aceituna)	Sólidos %	Aceite %	DQO mg/kg
Sistema de Prensas	650	10	0,3-1	100.000
Sistema de dos fases	250	2,82	0,29	2.250

### Criterios de calidad

El aceite obtenido por el sistema de dos fases tiene mejores atributos positivos de calidad respecto al sistema de prensas.

En el sistema de prensas el aceite permanece en contacto mayor tiempo con las partes sólidas de la aceituna perjudicándose la calidad del mismo. Además las necesidades de limpieza en los capachos dificultan la combinación de procesar grandes cantidades de aceituna al día con la obtención de un aceite de alta calidad.

Por el contrario, el uso del acero inoxidable en la maquinaria del sistema continuo de dos fases facilita la limpieza usando simplemente agua caliente a presión evitando la presencia de restos de aceituna de días anteriores. Otro aspecto a resaltar es que el sistema continuo de dos fases se hace en circuito cerrado en condiciones asépticas.

Todo esto hace que en el sistema continuo se reduzca el riesgo de aparición de malos olores por fermentación de los restos de la masa, y las pérdidas de las características organolépticas.

Se consideran estos criterios de calidad fundamentales a la hora de decidir el sistema de extracción a implantar. La competencia en el mercado mundial de las materias grasas es muy alta, y dentro del sector del aceite de oliva la apuesta por aceites de muy alta calidad es común a la mayoría de las empresas. Por tanto no se puede implantar un sistema de extracción que ponga en riesgo dicha calidad.

## **7.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL**

Se parte de una cantidad de aceituna a procesar por campaña de 7.000 toneladas con una suciedad media añadida del 10% en peso, es decir, 700 toneladas de hojas, ramas, piedras y arena.

Se estima que la composición media de la aceituna es la siguiente:

- Aceite: 23%
- Agua de vegetación: 55%
- Hueso: 10 %
- Tejidos vegetales y pulpa: 12 %

A su vez las toneladas de suciedad se pueden desglosar (% respecto al total de aceituna):

- Hojas y ramas finas 4%
- Piedras 2%
- Ramas gruesas 2%

- Arena 2%

Dentro de las variedades que se prevé procesar se encuentran principalmente Arbequina, Picual y Picuda, y en menor cantidad Manzanilla y Hojiblanca.

La campaña de recepción de aceituna y producción de aceite se desarrolla a lo largo de 60 días, habiendo en los días intermedios unos picos de entrada de aceituna entorno al 60% sobre la media diaria. Por ello será necesario dimensionar la maquinaria respecto a estas entradas para poder cumplir los requisitos de molienda de aceituna en menos de 24 horas desde su recepción.

En cuanto a las horas de entrada de aceituna, pese a que la jornada de trabajo en la almazara será amplia, la mayor parte de las recepciones de vehículos se concentran entre las 15:00 y las 20:00 de la tarde. Por este motivo la maquinaria de limpieza estará preparada para recibir la mayor concentración de materia prima en 5 horas. Este horario se debe a que la jornada de trabajo en el campo no suele sobrepasar las 17:00.

El proceso industrial elegido para la elaboración de aceite de oliva virgen para esta almazara consta de las siguientes etapas:

- Recepción, limpieza, acondicionamiento y almacenamiento del fruto
- Extracción del aceite
- Almacenamiento en bodega
- Filtración y envasado
- Almacenamiento de producto elaborado
- Tratamiento de aguas sucias

Para la descripción del proceso industrial se toman los valores medios de flujo de materia que se producen durante la campaña.

### **7.2.1. RECEPCIÓN, LIMPIEZA, ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DEL FRUTO**

Se trata de la primera etapa del proceso y se desarrollará en su totalidad en el patio de la almazara, donde se instalará una cubierta metálica sin cerramiento, con unas dimensiones de 35 m x 15 m y 7 m de altura, bajo la que se situará toda la maquinaria con el fin de evitar deterioros en la misma y en las aceitunas que entran en caso de condiciones climatológicas desfavorables. En esta etapa se trabajarán 5 horas al día principalmente, aunque las instalaciones se mantendrán abiertas por si algún cliente necesitara descargar fuera del horario normal de entradas.

Para la esta etapa se dispondrán dos líneas (L1 y L2) de recepción y limpieza de aceituna con capacidad de procesar 50 t/h cada una y 8 tolvas de 40 t de capacidad de almacenamiento de aceituna limpia cada una (B3 a B10).

#### 7.2.1.1. RECEPCIÓN DE ACEITUNA EN BRUTO

La aceituna procedente del campo es descargada en unas tolvas (B1 y B2) que se encuentran bajo la solera. El flujo de materia será de 13 t/h por línea. Para evitar atranques en la boca de salida de la tolva, estas cuentan con un equipo de vibración en las paredes laterales que favorece la salida de aceituna a las cintas transportadoras que la trasladan a los equipos compactos de limpieza y lavado.

#### 7.2.1.2. LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO DEL FRUTO

Se realiza en los equipos compactos de limpieza y lavado (A1 y A2). La aceituna entra con suciedad y mediante una corriente de aire se eliminan las hojas y ramas finas que caen en una cinta y son enviadas a un remolque (H15) para su posterior retirada. Los residuos son retirados por una empresa de gestión de residuos.

Seguidamente la aceituna pasa al sistema de despallado, formado por un tándem de rodillos sinfines que eliminarán los palos más gruesos que saldrán mediante cintas transportadoras hacia otro remolque (H16) para su retirada.

A continuación se eliminan las piedras más pequeñas y las arenas, mediante una criba vibratoria que permite la caída de estos residuos en la misma cinta que las ramas gruesas, las piedras pequeñas y arenas al remolque H16. La aceituna se conduce hacia la zona de lavado.

La máquina dispone de un sistema de bypass, que se acciona desde la caseta de control, para elegir si se lavan las aceitunas que son recogidas del árbol. Cuando se trata de aceitunas en régimen de producción integrada la recomendación de la normativa es de no lavarlas salvo que sea necesario.

En la fase de lavado, la aceituna es conducida hacia la salida mediante una corriente de agua. Las arenas que quedan se sedimentan en el fondo del equipo.

El agua que la máquina almacena en un depósito y recircula es renovada periódicamente en función de la suciedad que vaya entrando. Se estima que la cantidad de agua necesaria para lavado será de 0,05 m<sup>3</sup> por tonelada de aceituna neta que entra. Cada equipo de limpieza dispone de un depósito de agua de 6.100 litros de capacidad.

Cuando se producen cambios de agua en el depósito, un sinfín extrae los sedimentos y el agua hacia unas tuberías que las conducen hasta el desarenador (F14) junto con el agua usada para la limpieza de la zona de patios.

A la salida de las máquinas limpiadoras-lavadoras las aceitunas se envían a los equipos de pesaje (A3 y A4) mediante sendas cintas transportadoras.

### 7.2.1.3. PESADA Y TOMA DE MUESTRAS

La aceituna limpia es pesada en los equipos de pesada A3 y A4. Cada uno de ellos cuenta con dos tolvas que disponen de células de carga conectadas a la caseta de control donde se reciben los datos de peso para cada uno de los vehículos descargados.

Cada pesadora tiene dos salidas una que envía la aceituna limpia a las tolvas de almacenamiento y otra que permite enviarla al otro grupo de tolvas de almacenamiento.

En las cintas de elevación de aceituna hacia las tolvas se realiza la toma de muestras para su posterior análisis.

### 7.2.1.4. ALMACENAMIENTO DE FRUTO

Toda la aceituna recibida se clasifica en las diferentes tolvas de almacenamiento B3 a B10. La clasificación en las tolvas se hará según que las aceitunas hayan sido recogidas en el suelo o directas del árbol, según las variedades, y según si son de producción integrada o convencional. Las ocho tolvas se dividen en dos grupos de cuatro accesibles cada uno desde una cinta de elevación. Sobre cada conjunto de tolvas existen cintas giratorias que permiten seleccionar la tolva donde se dejará caer la aceituna.

La capacidad de cada tolva será de 40 t. El tiempo máximo que permanecerán las aceitunas en estas tolvas será de 24 horas, salvo para las que vienen deterioradas o recogidas de suelo para las que el tiempo máximo es de 48 horas. Se dará en la molturación así prioridad a aquellas aceitunas cuyo aceite sea de mayor calidad.

Al igual que en las tolvas de recepción, las tolvas de almacenamiento tendrán un equipo de vibración en la salida para facilitar el flujo de aceituna.

Para el transporte de la aceituna limpia de las tolvas hacia las líneas de extracción (LE1 y LE2) se usaran dos transportadores sinfín. Entre ambos transportadores sinfín se colocan dos transportadores, que permiten el trasvase de aceituna entre los dos sinfines principales para poder elegir en que línea de extracción se desea molturar la aceituna contenida en cada tolva.

## 7.2.2. EXTRACCIÓN DEL ACEITE

Se trata de la etapa del proceso donde partimos de la materia prima (aceituna limpia), obteniendo el producto casi terminado (aceite a granel), subproductos de orujo y hueso, y residuos de aguas de lavado de aceite.

Para llevar a cabo esta operación se ha dispuesto de dos líneas de extracción idénticas (LE1 y LE2) de aceite con capacidad de procesar 100 t/24h cada una. Además se dispondrá de una línea de repaso (LR) de 140 t/24h para realizar una segunda extracción de aceite de las masas que se obtienen en las centrífugas horizontales de las líneas principales.

Las distintas operaciones se realizan íntegramente en la nave de molino, salvo la operación de molturación que se efectuará justo en el lateral exterior de la misma. La maquinaria

destinada a esta etapa se mantendrá 24 horas al día en funcionamiento habiendo diferentes turnos de trabajo en la almazara.

La etapa de extracción del aceite la dividimos en dos sub-etapas: preparación de la pasta y separación de fases.

#### 7.2.2.1. PREPARACIÓN DE LA PASTA

En ella se realizan las operaciones de molturación y batido, con el fin de generar una masa homogénea a una temperatura adecuada para la separación de las fases sólida y líquida.

Las aceitunas limpias entran en las líneas de extracción procedentes de las tolvas de almacenamiento.

Desde los transportadores sinfín las aceitunas entran en los molinos Z1 y Z2, donde se trituran. La masa producida es enviada mediante dos bombas de pistón hacia las máquinas termobatadoras R1 y R2.

La masa entra en el primer cuerpo de batido e irá pasando de uno a otro hasta la salida (cada batidora tiene tres cuerpos). Dicha masa aumenta su temperatura por el contacto con las paredes de la batidora por las que circula el agua caliente del circuito de calefacción. El tiempo de batido oscilará entre 90 y 120 min dependiendo de la dificultad que pueda presentar la masa, siendo su temperatura máxima de 28°C.

Los ejes de cada cuerpo de batido giran a una velocidad de 15-18 rpm favoreciendo la homogeneización de las masas. Poco a poco se comienzan a ver zonas de acumulación de aceite.

Para cada una de las batidoras existe un sistema de adición de coadyuvantes formado por unos tolvinos y unos tornillos sinfín. Se añadirá microtalco natural en una concentración del 1% (p/p) de la masa de aceituna, cuando se considere necesario.

#### 7.2.2.2. SEPARACIÓN DE FASES

En la salida de las batidoras se sitúan dos bombas de husillo salomónico que inyectan las masas en los decánteres horizontales S1 y S2 a través de unas tuberías flexibles de material alimentario. Para facilitar el transporte de las masas y posteriormente la separación de la fase sólida y líquida, se añadirá agua (0,05 m<sup>3</sup>/t de aceituna) mezclando agua caliente del intercambiador con agua fría de la calle, no pudiendo superar la mezcla los 28°C.

Los decánteres horizontales giran a 3.000 rpm y por diferencia de densidades se produce la separación del aceite (densidad = 0,915 t/m<sup>3</sup>) del alpeorajo (densidad = 1,2 t/m<sup>3</sup>). En la salida tendremos aceite con impurezas y alpeorajo.

El aceite con impurezas pasa por unos vibro-filtros situados a la salida del decánteres es enviado mediante las bombas de husillo salomónico a las centrífugas verticales S4 y S5.

El alpeorujado extraído es enviado mediante bombas de pistón (P9 y P10) a la batidora de la línea de repaso (R3) o directamente a la deshuesadora (F4).

Previo a las centrífugas verticales se produce una adición de agua ( $0,08 \text{ m}^3/\text{t}$  de aceituna) en las mismas condiciones de temperatura que la añadida en el decánteres.

En las dos centrífugas se realiza la limpieza del aceite obteniendo por un lado aceite limpio con menor cantidad de residuos y aguas sucias de lavados con cierto contenido graso ( $10 \text{ kg/h}$  - 1% del aceite que entra en la centrífuga) que mediante conducciones subterráneas llegarán al separador de grasas (F15).

El aceite limpio se deja reposar en dos depósitos de decantación (B13 y B14) de 500 litros cada uno con sonda de nivel. Mediante unas bombas de husillo salomónico a la salida de cada depósito se envía el aceite a los distintos aclaradores (F5 a F12). Todos los aclaradores disponen de doble circuito de tuberías a la entrada pudiendo recibir aceite de cualquiera de las líneas de extracción. La capacidad de cada aclarador es de 8,5 t de aceite. El aceite permanece entre 24 y 48 horas en los aclaradores para posteriormente ser enviado a la bodega mediante una bomba de husillo salomónico. Todos los aclaradores disponen de grifos en la parte inferior para purgar los sedimentos que se producen durante el aclarado del aceite. Estos sedimentos se recogen con un equipo portátil de recogida de purgas y se echan en la batidora (R3) de la línea de repaso (LR).

### 7.2.2.3. SEGUNDA EXTRACCIÓN (LÍNEA DE REPASO LR) - TRATAMIENTO DE SUBPRODUCTOS

El alpeorujado extraído de los decánteres horizontales (S1 y S2) tiene un 2,5 % de contenido graso respecto a la masa que entra. Es por esto que en las ocasiones donde el precio del aceite no es muy bajo será rentable realizar una segunda extracción de aceite de este alpeorujado.

Para realizar dicha extracción se dispondrá de una línea de  $140 \text{ t}/24\text{h}$  que constará de un equipo de termobatido y un decánteres horizontal.

En la termobatidora (R3) entra el alpeorujado procedente de los equipos de decánteres de las líneas principales de extracción (LE1 y LE2). A diferencia de las líneas principales de extracción, en la batidora de repaso la temperatura que puede alcanzar la masa será de  $55^\circ\text{C}$  para mejorar la separación de fases sólida y líquida.

Una vez calentada la masa se envía mediante bomba de husillo salomónico al decánteres horizontal S3 donde se extrae aceite (1,1% de la masa de aceituna inicial) y alpeorujado con un menor contenido graso (1,4 % de la masa de aceituna inicial).

El aceite se pasa por un vibro filtro-tamiz F3 y mediante bomba de husillo salomónico es enviado al depósito de la bodega (B39) destinado a almacenar este aceite de calidad inferior.

El alpeorujado es enviado mediante una bomba pistón a la deshuesadora (F4) que separará orujado (agua de vegetación, tejidos vegetales y pulpa) de hueso de aceituna.

El hueso de aceituna obtenido, se almacena en una tolva (B15) de 40.000 kilos de capacidad. Destinándose la mayor parte del hueso a la venta y el restante al consumo interno de la



caldera. Mediante una tubería el hueso se deja caer a una pequeña tolva (B18) situada en la sala de caldera y con un transportador sinfín se realiza la alimentación de hueso a la caldera a razón de 94,94 kg/h.

El orujo extraído en la deshuesadora, mediante un pequeño transportador sinfín se envía a las dos tolvas de orujo (B16 y B17), de 60.000 kg de capacidad cada una. Todo el orujo es vendido a las extractoras de orujo.

#### 7.2.2.4. CALDERA

Se va a disponer de una caldera (D1) de biomasa (hueso de aceituna) para cubrir las necesidades caloríficas del proceso. El combustible del que se abastece la caldera será el propio hueso de aceituna extraído del proceso.

La caldera calienta el agua de un circuito cerrado de calefacción en el que se incluyen las tres termobaterías. En el circuito cerrado existe un vaso de expansión (A5) que permitirá mantener regulada la presión del circuito. Se dispone de una bomba centrífuga para hacer circular el agua en el circuito cerrado.

Para enviar agua caliente al resto de equipos del proceso y para uso sanitario se utilizará un intercambiador de calor (W1), mediante el cual el circuito cerrado de agua caliente transferirá calor al agua de la red de suministro permitiendo tener agua caliente en la entrada a los decánteres horizontales y en las centrífugas verticales.

Según las necesidades caloríficas del proceso se instalará una caldera de 450 Kw de potencia para cubrir unas necesidades de 356.153 Kcal.

#### 7.2.3. ALMACENAMIENTO EN BODEGA

Se van a disponer 20 depósitos de 52,5 t de capacidad (B20-B39), donde el aceite una vez aclarado es almacenado en función de calidades y variedades. La capacidad total de la bodega es de 1.054 toneladas inicialmente, estando previsto el espacio necesario para una posible ampliación de otros 4 depósitos. El depósito B39 estará destinado concretamente al aceite de calidad inferior obtenido en la línea de repaso.

La elección del depósito a llenar se hará manualmente. Análisis de laboratorio y organolépticos de los aceites ayudaran a elegir el depósito a donde enviar cada aceite aplicando criterios de calidad y de variedad de aceite.

Todos los depósitos serán de fondo plano inclinado con el fin de facilitar la salida de los sedimentos producidos a lo largo del tiempo y que en caso de no ser extraídos darán mal sabor y olor al aceite.

Para dar salida al aceite se dispondrá de un punto de carga con una bomba de paletas P17 de 40 m<sup>3</sup>/h de capacidad.

Se dispondrá adicionalmente de una bomba auxiliar de paletas (P18) para un caudal de 10 m<sup>3</sup>/h montada en un equipo portátil que permitirá el envío del aceite al depósito coupage (B40) donde hacer las mezclas de aceites previas al envasado o para cambiar aceites de unos depósitos a otros.

Puesto que el almacenamiento es una fase muy importante a la hora de preservar la calidad de los aceites obtenidos, la bodega se va a situar en una nave independiente con unas condiciones de aislamiento y ventilación adecuadas para preservar dicha calidad. Además estará aislada de zonas que puedan producir y transmitir olores al aceite como puede ser la zona de extracción de aceite o la zona exterior donde circulan vehículos.

#### **7.2.4. FILTRACIÓN Y ENVASADO**

Dada la situación del mercado mundial del aceite, esta almazara solicita disponer de una sala de envasado en la planta con el fin de poder comercializar su propio aceite y defenderlo.

Vamos a obtener diferentes calidades de aceite, de las cuales solo se envasará aceite oliva virgen extra. La cantidad producida de cada uno vendrá dada por la campaña correspondiente. Se pueden dar años en que se ha caído mucha aceituna al suelo con lo cual perdemos la calidad del virgen extra.

Estimamos un año normal de envasado de aceite del 25% del total del aceite producido. Para nuestro caso de las 1.420,65 t de aceite que se estiman producir, se envasarán 355 t.

La etapa de envasado se trata diferente a las demás, puesto que no se realiza íntegramente en la campaña de producción, sino que se prolonga a lo largo del año y en función de pedido.

El proceso a seguir en el envasado es el siguiente:

1. Preparación del aceite: en el depósito coupage (B40) de 10.000 litros se hace la mezcla de aceites por parte del maestro molino con la bomba portátil (B18) en función de los criterios organolépticos acordados con el comprador.
2. Filtrado: desde este depósito se traslada el aceite al depósito nodriza (B41), también de 10.000 litros, previo a la envasadora. Entre ambos depósitos se elegirá si pasar el aceite por un filtro (F13) de placas con capacidad para filtrar 4.000 litros/hora, o enviarlo directamente al depósito nodriza sin filtrar. Este aceite sin filtrar tendrá un color verde intenso con cierta turbidez pero su durabilidad en el envase será menor. En el caso de ser filtrado el aceite entra en el tanque de filtración y atraviesa los elementos filtrantes, pasando a la columna central desde donde se evacua al exterior.
3. Envasado: Los envases son colocados en la llenadora y se pulsa el botón de inicio, se tara el envase, se pone la báscula a cero y comienza a llenar el peso seleccionado por uno de los grifos. La llenadora dosifica el peso justo y se para automáticamente sin producir derrame de líquido. Posteriormente dosificará de nuevo por el otro grifo cuando se vuelva a pulsar el botón de puesta en marcha. Con este sistema de llenado alternativo, el operario puede tapar y etiquetar un envase lleno y alimentar de uno vacío a la máquina

mientras ésta está llenando otro envase. Si queremos dosificar otro peso, bastará con marcarlo en el panel digital que incorpora la máquina. La posibilidad de dosificación de la máquina oscila desde 1/4 hasta 5 litros. El llenado de los envases se efectúa en dos velocidades. La velocidad inicial rápida para posteriormente reducir el caudal en el último tramo del llenado evitando de esta manera el derrame de líquido.

4. Taponado: Los envases llenados en la llenadora son colocados en el transportador con un tapón en su boca por el operario. La cinta transportadora conduce los envases a la taponadora, donde entran en los alojamientos de la estrella. Al ser detectados por una fotocélula, el plato divisor es accionado de manera intermitente para posicionar los envases debajo del cabezal para el cerrado del envase. Una vez roscado, el envase vuelve suavemente al transportador para seguir su curso hacia las siguientes máquinas. La taponadora está detenida hasta que no le llegan más envases. Además, la taponadora dispone de un embrague de seguridad que detiene la máquina automáticamente en caso de cualquier ocasional atasco del envase.
5. Etiquetado: Posteriormente, los envases son conducidos por el transportador a la etiquetadora donde se coloca la etiqueta al envase, terminando así el proceso.
6. Embalado: Finalmente, los envases se acumulan en el plato receptor existente al final del transportador y quedan en disposición de ser encajonados.

La nave dispondrá de espacio suficiente para el almacenamiento de tapones, etiquetas y envases vacíos (tanto de cristal como de plástico). Si bien, los envases vacíos debido al volumen de espacio tan grande que ocupan se almacenarán en la zona superior de la sala de envasado, usando carretillas elevadoras para su manipulación.

#### **7.2.5. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO ELABORADO**

Dentro de la misma nave de envasado se dispondrá una zona para almacenar el producto ya elaborado. Como el envasado se realizará sobre pedido, este espacio no será necesariamente muy grande.

Para realizar la carga en los camiones se usará una carretilla elevadora de palets, situándose el camión en el patio interior de la almazara.

#### **7.2.6. TRATAMIENTO DE AGUAS SUCIAS DE LA ALMAZARA**

En la almazara se producen aguas sucias, que no pueden ser vertidas directamente ni a la red de alcantarillado público ni a cauces de arroyos o ríos. Dentro de la instalación de la almazara se realizará un tratamiento previo de estas aguas y posteriormente se enviarán a un gestor de residuos autorizados que complete el proceso de depurado de las aguas.

Se van a tratar por separado las aguas procedentes de la zona de limpieza de la aceituna y las de la zona de extracción de aceite.

- Aguas de zona de limpieza: se obtienen de los cambios de agua en los depósitos de las máquinas lavadoras. Un sinfín saca los sedimentos y el agua hacia unas tuberías que las conducen hasta el desarenador (F14) junto con el agua usada para la limpieza de la zona de patios. Una vez se producen la separación de las arenas y el agua, las arenas sedimentadas se retiran mediante maquinaria móvil siendo tratadas por un gestor de residuos autorizado y el agua es bombeada al depósito de aguas sucias (B42).
- Aguas de la zona de extracción de aceite: en las dos centrífugas se realiza la limpieza del aceite obteniendo un flujo de aguas sucias de lavado con un cierto contenido graso (10 kg/h - 1% del aceite que entra en la centrífuga) que mediante conducciones subterráneas llegarán al separador de grasas (F15). Se sumarán las aguas de limpieza de la nave donde se realiza la extracción de aceites, la bodega y la envasadora. El agua obtenida en el separador de grasas es bombeada al depósito de aguas sucias (B42). La grasa acumulada en la superficie del separador se recoge con una bomba portátil y se introducirá en la batidora de la línea de repaso.

El depósito de aguas sucias (B42) tendrá una capacidad de 350 m<sup>3</sup> para facilitar la retirada de aguas al gestor de residuos autorizado encargado del tratamiento posterior de estas aguas.

