
	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

1. OBJETO DEL PROYECTO

En el presente proyecto se realizará un diseño de un parque de almacenamiento de aceite de oliva. Se llevará a cabo dentro de una nave industrial de 4096 m² ya construida.

La capacidad del parque de almacenamiento será de 3500 m³ divididos en tres tanques: uno de 500 m³, otro de 1000 m³ y otro de 2000 m³ que estarán recogidos en un cubeto de retención. El parque de almacenamiento podrá aumentar su capacidad si fuera necesario.

2. EMPLAZAMIENTO

La instalación del parque de almacenamiento de aceite de oliva se ubicará en la localidad de Mairena del Alcor. La nave industrial está situada en la C/ Blas Infante nº 140 de dicho pueblo. Está dentro del P.I. Gandul que tiene buenos accesos por carretera para el transporte del aceite.



3. PETICIONARIO

El presente proyecto se redacta como Proyecto Fin de Carrera para la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industrial impartida en la Escuela Politécnica Superior en la Universidad de Sevilla. Está realizado por Manuel Navarro Gutiérrez y dirigido por D. Rafael E. Pérez Ramírez.

4. NORMATIVAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO

Para la elaboración del proyecto se han tenido en cuenta fundamentalmente la siguiente normativa:

- Código API-650 de diseño de tanques
- Ley de prevención de riesgos laborales
- Reglamento Electrónico de Baja Tensión (RBET) y sus instrucciones

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- Instrucción EH-82 para proyecto y ejecución de hormigón en masa o armado del MOPT
- Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus instrucciones técnicas complementarias
- Código Técnico de la Edificación
- Código ASTM A-7 para chapas y perfiles estructurales
- Código ASTM A-30 para tornillos
- Normas ANSI B-36-10 para tuberías y accesorios
- Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA).

5. ACEITE DE OLIVA

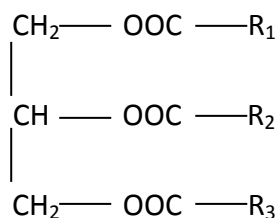
5.1. Composición



Se deben considerar dos grupos de compuestos químicos en el aceite de oliva: el de los componentes mayores (saponificables) y el de componentes menores (insaponificables).

5.1.1 Componentes mayores (saponificables)

Representan entre el 98,5% y el 99,5% del peso del aceite de oliva. Estos componentes mayores están representados por triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, fofátidos y algunos ácidos grasos libres.

Los triglicéridos son una combinación de la glicerina con ácidos grasos:



	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Los distintos aceites se caracterizan por los ácidos grasos que lo constituyen. Los más destacados son los siguientes:

- *Ácidos grasos saturados*: Corresponderán a un porcentaje comprendido entre el 7,5% y el 23,5% del peso del aceite de oliva. Dentro de estos ácidos grasos saturados estarán los siguientes compuestos: ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico y ácido aráquico en los siguientes porcentajes en peso. Los ácidos grasos saturados tendrán una composición en peso entre el 8% y el 27% del peso del aceite de oliva.

Tabla 1: Porcentajes en peso y composición de ácidos grasos saturados en el aceite de oliva

Ácido graso saturado	Composición	Porcentaje en peso
Ácido mirístico	C _{14:0}	< 0,05
Ácido palmítico	C _{16:0}	7 – 18
Ácido esteárico	C _{18:0}	0,5 – 5
Ácido aráquico	C _{20:0}	< 0,6

- *Ácidos grasos monoinsaturados*: suponen un porcentaje entre el 55,3% y el 86% del peso del aceite. En la siguiente tabla se ven reflejados los distintos ácidos grasos monoinsaturados.

Tabla 2: Porcentajes y composición de ácidos grasos monoinsaturados en el aceite de oliva

Ácido grasos monoinsaturado	Composición	Porcentaje en peso
Ácido palmitoleico	C _{16:1}	0,3 – 3
Ácido oleico	C _{18:1}	55 – 83

- *Ácidos grasos poliinsaturados*: suman entre el 3,5% y el 22% del peso total del aceite de oliva. Estos ácidos grasos son compuestos por los ácidos expuestos en la siguiente tabla.



	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Tabla 3: Porcentajes y composición de los ácidos grasos poliinsaturados en el aceite de oliva

Ácidos grasos poliinsaturados	Composición	Porcentaje en peso
Ácido linoleico	C _{18:2}	3,5 – 21
Ácido linolénico	C _{18:3}	< 1

Lo que caracteriza a los distintos aceites es la combinación de los ácidos anteriormente mencionados. Por ejemplo la relación entre el ácido oleico y el ácido linoleico nos dice la resistencia al enranciamiento de un aceite, es decir, a su estabilidad. A mayor relación mayor es la estabilidad de los aceites. Se puede observar fácilmente en la siguiente tabla:



Tabla 4: Tipos de aceite y su relación con los ácidos oleico y linoleico

Variedad del aceite	Ácido oleico	Ácido linoleico	Relación
Picual	78,3	5,1	15,4
Hojiblanca	75,7	9,2	8,2
Lechín	69,7	13,3	5,2
Picudo	66,6	14,7	4,5
Cornicabra	80,3	5,6	14,3
Arbequina	70,2	11,4	6,1
Empeltre	74,6	9,4	7,9



5.1.2 Componentes menores (insaponificables)

Estos componentes suponen entre el 0,5% y el 1,5% del peso total del aceite de oliva. Estos componentes son muy importantes para el comportamiento del aceite de oliva, para su calidad y para su caracterización. Están compuestos por los siguientes compuestos:

- *Escualeno*: constituye entre el 32% y el 50% de los componentes menores, es un hidrocarburo terpénico de la fracción insaponificable del aceite de oliva muy característico. También es un precursor bioquímico de los esteroides.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- *Hidrocarburos*: los demás hidrocarburos a excepción del escualeno suponen entre el 2,8% y el 3,5% del peso de los componentes menores del aceite de oliva. Es de mención los carotenos que gracias a ellos el aceite tiene ese color amarillento tan característico. Dentro de los carotenos el más especial es el betacaroteno que incrementa la acción del oxígeno simple, es decir, previene la fotooxidación.
- *Esteroles*: los esteroides forman entre el 20% y el 30% del peso de los componentes menores del aceite de oliva. Forman parte de los esteroides alcoholes superiores como el beta-sitosterol, el campesterol, el estigmasterol o el delta-5-avenasterol.
- *La fracción triterpénica*: están entre el 20% y el 30% en peso de los componentes menores y forman parte fundamentalmente del epicarpio de las aceitunas. En el aceite de orujo estarán en una proporción mayor. Los componentes más destacados de la fracción triterpénica son el eritrodioleol y el uvaol que son dos dihidroxitriterpenos y el ácido oleanólico que es un hidroxialdehído terpenoico.
- *Alcoholes alifáticos*: dan lugar a ceras y forman el 0,5% de los componentes menores, contienen un número par de carbonos entre 18 y 28.
- *Tocoferoles*: dentro de los tocoferoles es de importancia el alfatocoferol o vitamina E. Su función es de carácter antioxidante y se le relaciona con la estabilidad disminuyendo su concentración durante el proceso de extracción y a lo largo del almacenamiento del aceite.
- *Fenoles*: Se encuentran en el mesocarpio de las aceitunas, los componentes más característicos son el tirosol y el hidroxitirosol que proceden de la hidrólisis de la oleuropeína. También forman parte de los fenoles el ácido benzoico y el cinámico que proceden de las antocianinas y las flavonas. Los fenoles dan al aceite de oliva propiedades antioxidantes.
- *Componentes menores polares*: los componen familias de ésteres del tirosol y del hidroxitirosol con ácidos orgánicos. Estos

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

glucósidos influyen en el aceite de forma que le dan sabor amargo o sabor picante.

- *Clorofilas y pigmentos*: el aceite de oliva contiene clorofila en pequeñas cantidades que dan un color verde al aceite, también contienen feofitinas que dan un color marrón. Si se exponen a la luz tienen un efecto oxidante mientras que en la oscuridad actúan como antioxidantes.
- *Componentes aromáticos*: los componentes aromáticos se formarán gracias a los cloroplastos. Debido al contacto de las gotas de aceite con los cloroplastos, los componentes volátiles serán arrastrados por los lípidos.

Tabla 5: Porcentaje de los distintos componentes menores



Componentes menores	Porcentajes
Escalueno	32 – 50
Esterones	20 – 30
Alcoholes terpénicos	20 – 26
Otros hidrocarburos	2,8 – 3,5
Alcoholes alifáticos	0,5

El equilibrio entre los componentes mayores y menores del aceite de oliva tienen una gran repercusión en las cualidades del aceite.

5.2. Alteraciones de los aceites de oliva

El aceite de oliva se verá afectado por muchos y diversos factores. Caben destacar algunos de ellos como:

- Procesos oxidantes sobre el aceite de oliva obtenido. Son potenciadas estas oxidaciones por la presencia de luz, del aire, del calor y de posibles trazas metálicas de los distintos equipos por los que ha pasado el aceite. Esta oxidación es perjudicial ya que

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

gracias a ella se formarán compuestos que dan lugar al enranciamiento.

- Otra alteración del aceite de oliva se dará gracias a las fermentaciones, estas ocasionarán enzimas lipolíticas que producirán a su vez procesos de hidrólisis sobre los triglicéridos. Se separarán ácidos grasos y habrá descomposición de estos en cadenas más cortas aumentando así la acidez libre y los malos sabores y olores producida por estos ácidos grasos.
- La aireación podrá alterar el aceite ya que favorecerá las pérdidas de sustancias volátiles causantes de los aromas. También se perderá sustancias volátiles gracias a la exposición en grandes superficies, por lavados o por calentamiento.

5.3. Influencia de las operaciones de cultivo en la calidad



La calidad de un aceite de oliva se verá afectada por muchas cosas. Entre ellas están la climatología, las operaciones de cultivo, los ataques de plagas... Todo esto afecta de una forma u otra a la calidad del aceite.

Es en el momento de la recogida cuando el aceite ofrece la mayor calidad posible. Con los siguientes procesos se puede, en el mejor de los casos, mantener la calidad existente. Extraer el aceite con el menor deterioro de las propiedades de la aceituna en la recolección será nuestro objetivo.

Desde el momento de la plantación, el aceite de oliva se verá influido en su calidad. Se verá influenciado por:

5.3.1 Influencia de la variedad

Cada tipo de aceituna tiene unas características genéticas diferentes, es decir, cada olivar tiene una sensibilidad, una resistencia a las plagas... diferente el uno del otro que se ve reflejado en la calidad del aceite. La época de maduración, el tamaño de los frutos, la resistencia a la abscisión... influirán directa o indirectamente en los aceites.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

5.3.2 Influencia del medio: suelo y clima



El tipo de suelo y el tipo de clima también tendrá importancia en la calidad del aceite de oliva. Algunos ejemplos:

- En suelos ondulados, poco fértiles y poco productivos se puede decir que su aceite será más aromático que aceites venidos de un suelo fértil y con un olivar de alta producción media.
- En suelos secos y calizos tendrán aceites con mejores características organolépticas que olivares con suelos húmedos y arcillosos.
- Los olivares cultivados en climas secos y soleados tendrán aceites con mejor flavor.
- Los terrenos de olivar que tengan estrés hídrico en el transcurso de la maduración dan aceites más amargos y picantes que en el caso de que el olivar no tiene esa falta de humedad.
- La altitud también afecta de forma perjudicial al aceite ya que puede verse alterada la maduración debido a las heladas. Si las heladas se producen una vez madurada la aceituna no se verán afectadas lo que si pasará es que se caerán del árbol con facilidad.

5.3.3 Influencia del cultivo

La mayoría de las operaciones en las que se ve influido el cultivo serán para obtener una mayor producción del mismo. Entre todo esto se intenta que haya una correcta maduración para que el aceite a obtener sea lo mejor posible. A veces, se sacrifica parte de la producción para que el aceite que se obtenga sea de mayor calidad.

- Poda: la poda permite actuar sobre el tamaño de las aceitunas y regulando la producción, es decir, controlando la respuesta

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

vegetativa del árbol. La poda puede llegar a favorecer la lipogénesis.

- Fertilización: La utilización de abonos nitrogenados en la fertilización de los distintos olivares favorecerán a la producción final de estos aunque otro de los efectos del nitrógeno es el de retraso de la maduración ya que alarga el ciclo vegetativo.
- Riego: un olivo que tenga un riego regular las aceitunas tendrán un aspecto uniforme en su mayoría por su relación pulpa/hueso y formarán el aceite en cantidad adecuada. La falta de humedad hará que los frutos puedan tener una lipogénesis dificultosa. En los olivares con estas características hidrográficas los aceites serán mas amargos y picantes que cuando tienen un buen regadío.
- Laboreo: las tareas de laboreo favorecerán a la acumulación de agua de lluvia en el suelo y disminuirá la vegetación existente alrededor de los olivos.



5.3.4 Influencia de las plagas

Las plagas en algunos olivares son de bastante importancia, esto implica que las aceitunas dejarán de estar sanas. Esto influirá negativamente en la calidad del aceite. Soluciones para este problema hay y una de ellas es efectuar controles fitosanitarios para controlar los niveles de agentes nocivos siempre que sean compatibles con la producción y tengan un equilibrio ecológico con el medio ambiente.

Los patógenos los dividimos de manera que los grupos quedan divididos según tengan un efecto u otro en forma de plagas y enfermedades.

5.3.5 Influencia de la recolección

El momento ideal para la recolección será aquel en el que se cumpla lo mejor posible una serie de requisitos como los que se exponen:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- Las aceitunas deben contener la mayor cantidad de aceite.
- El aceite será de la mayor calidad.
- El coste de la recolección será el más económico posible.
- Deben de ser mínimos los daños producidos al olivo en la recolección y deben de perjudicar lo menos posible a la temporada siguiente.

5.4 Clasificación de los aceites de oliva



La clasificación de los diferentes aceites de oliva está proporcionada por algunos países productores de aceite de oliva. Está recogido en el “Convenio Internacional del Aceite de Oliva y de las Aceitunas de Mesa” en 1986, enmendado y corregido en 1993. Hay excepciones que se reflejan en el anexo a la Regulación de la CEE 136/66, “Descripciones y definiciones del aceite de oliva y de los aceites de orujo, según el artículo 35” (CEE, Regulación del Consejo No. 356/92, 1992).

Los diferentes tipos de aceites de oliva serán los siguientes:

- Aceite de oliva virgen y aceite de oliva virgen extra: el aceite de oliva virgen es el obtenido de la aceituna únicamente por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos en condiciones, especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado.



Aceite de oliva virgen extra: Aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico sea como máximo de 1 gramo por 100 gramos, con sabor y olor perfectos.

Aceite de oliva virgen: Es el aceite de oliva virgen cuya máximo de 2,0 gramos por 100 gramos, con olor y sabor perfectos.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Aceite de oliva virgen corriente: Aquel cuya acidez libre expresada en ácido oleico sea como máximo de 3,3 gramos por 100 gramos, con un buen aroma y sabor.

- *Aceite de oliva virgen lampante:* tiene una acidez libre expresada en ácido oleico superior a 3,3 gramos por 100 gramos y tiene un sabor y olor inapropiados. Se utiliza refinado o para aplicaciones técnicas.
- *Aceite de oliva refinado:* Aceite de oliva obtenido por refinado de aceites de oliva vírgenes, por métodos que no provoquen alteraciones en la estructura glicérida original, con una acidez máxima expresada en ácido oleico de 0,5 gramos por 100 gramos.
- *Aceite de oliva:* Aceite constituido por una mezcla de aceite de oliva refinado y de aceite de oliva virgen, con una acidez máxima en términos de ácido oleico de 1,5 gramos por cada 100 gramos.
- *Aceite de orujo de oliva crudo:* Aceite obtenido por tratamiento de los orujos de oliva por disolventes, con exclusión de los aceites obtenidos por procedimientos de reesterificación y de toda mezcla con aceites de otra naturaleza.
- *Aceite de orujo de oliva refinado:* Aceite destinado a usos comestibles obtenido por el refinado de aceite de orujo de oliva crudo, con una acidez no superior a 0,5 gramos por 100 gramos.
- *Aceite de orujo de oliva:* Mezcla de aceite de orujo refinado u de aceite de oliva virgen, con una acidez máxima expresada en ácido oleico de 1,5 gramos por 100 gramos.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

5.5 Criterios de calidad

El aceite que contiene el fruto se obtiene sin apenas modificación ni variación de las aceitunas maduras y sanas que se les aplica un proceso correcto e inmediato de recolección y de elaboración, es decir, molienda, batido y prensado o centrifugado. Ese aceite que contiene el fruto será el de mayor calidad. La aceituna se deteriorará por plagas, recolección inadecuada, caída al suelo... adquiriendo el aceite malos olores y sabores perdiendo así calidad.



La pérdida de calidad tendrá como orígenes fundamentales la hidrólisis o por reacciones de oxidación. La hidrólisis es una reacción entre los triglicéridos del aceite y el agua que es facilitado por agentes enzimáticos que dan lugar a la formación de ácidos libres. Las reacciones de oxidación rompen las cadenas de los ácidos grasos produciendo alcoholes, cetonas, aldehídos produciendo con ello mal olor, mal sabor concluyendo en el enranciamiento.

Los parámetros que inciden en la calidad del aceite de oliva serán los siguientes según la normativa de la Comisión Europea:

5.5.1 Acidez libre

Los aceites de oliva contenidos en las aceitunas maduras tienen una acidez muy baja. Las hidrólisis que padecen elevarán la acidez. Este parámetro comunica sobre alteraciones que sufren los aceites.

La acidez se expresa en porcentaje de ácido oleico según la norma UNE 55.011. Mide la cantidad de hidróxido potásico al 0,1 N o 0,5 N en solución con alcohol y éter necesaria para neutralizar los ácidos presentes. Como indicador se utiliza una solución al 1% de fenolftaleína en metanol del 95%. La ecuación será:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

$$\text{Grado de acidez} = \frac{282 \cdot V \cdot c}{10 \cdot P}$$

Donde:

V = Volumen de la solución de KOH, en mL.

c = La concentración molar de la solución de KOH, en mol/L.

P = Peso en gramos de la muestra de aceite.

Cuando la acidez es excesivamente elevada los aceites no podrán ser utilizados para la alimentación humana, solo está autorizado el consumo directo de aceites extras y vírgenes.



La determinación de la acidez libre se hará según el método ISO 660 “Determinación del índice de ácido y de la acidez”.

5.5.2 Índice de peróxidos

Se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de aceite y se determina según la norma UNE 55.023.

La cantidad de oxígeno activo califica el estado de oxidación primaria. El índice de peróxidos detecta la oxidación antes de que se hayan formado carbonilos, es decir, antes de que se note los malos olores y sabores. También da información sobre las alteraciones de tocoferoles y polifenoles, antioxidantes naturales del aceite de oliva.

El valor del Índice de peróxidos viene expresado por la siguiente ecuación:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

$$IP = \frac{1000 \cdot N \cdot V}{P} \text{ meq } O_2/kg$$

Donde:

V = Solución de tiosulfato sódico 0,002 N consumida, en mL.

P = Peso de la muestra de aceite, en g.

N = Normalidad exacta de la solución de tiosulfato.



La determinación del índice de peróxidos se hará según el método IUPAC nº 2501 "Determinación del índice de peróxido (Ip)" o el método ISO 3960.

5.5.3 Absorbancia a la radiación ultravioleta (K-232 y K-270)

Los ácidos grasos poliinsaturados son sensibles a las oxidaciones autocatalíticas. Al principio aparecerán hidroperóxidos (poco estables) que absorben cerca de una longitud de onda de 232 nm. Más tarde las diacetonas y las cetonas alfa-insaturadas absorberán sobre los 270 nm. Se pueden formar otras funciones oxigenadas, hidroxilos y carbonilos incrementando así la absorbancia de la radiación UV entre 260 y 280 nm.

El coeficiente de extinción específica aumenta conforme la alteración oxidativa es mayor, complementado de esta manera la información obtenida con el Índice de peróxidos.

Los aceites vírgenes extras no deben sobrepasar el valor de 2,50 para el K-232 y 0,22 para el K-270. El aceite de oliva tendrá como máximo 2,60 y 0,25 para los anteriormente mencionados.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

La técnica analítica hace que se pese 0,25 g del aceite filtrado disolviéndolo en isoctano o ciclohexano rellenando el matraz adecuadamente hasta 25 mL. En el espectrofotómetro ultravioleta se tendrá que observar una medida entre 0,1 y 0,8. El valor es:

$$K(I) = \frac{A}{C \cdot E}$$

Donde:

K(I): Extensión específica a la longitud de onda I.

A: Absorción leída en el espectrofotómetro a la longitud de onda I.

C: Concentración de la solución del aceite en el disolvente (g/100 mL).

E: Espesor de la cubeta en cm.



La normativa de la Comisión Europea requiere que el K-270 despues de pasar el aceite por una columna de alúmina activada no exceda de 0,10 en los aceites vírgenes comestibles.

También hay que determinar el Delta-K que expresa la variación del coeficiente de extinsión de la zona de los 270 nm, vendrá definido por la ecuación:

$$\text{Delta } K = K_m - 0,5 \cdot (K_{m-4} + K_{m+4})$$

Donde:

K_m : Coeficiente de extinción a la longitud de onda del máximo de la curva de absorción de la zona de los 270 nm.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

La determinación de la absorbancia en el ultravioleta se hará según el método COI/T.20/Doc. N°19, “Análisis espectrofotómetro en el ultravioleta”.

5.5.4 Disolventes halogenados



Al aparecer el tetracloroetileno en algunos aceites de oliva vírgenes se decidió que los disolventes orgánicos no tienen que estar presentes en unos aceites extraídos sin disolventes. Los límites de permisibilidad establecidos para los disolventes halogenados son muy exigentes con un máximo de 0,2 mg/kg. Individualmente no podrán pasar de 0,1 mg/kg.

La determinación se realiza por cromatografía gaseosa, con detector de captura de electrones (ECD). La técnica empleada será la del espacio de cabeza.

La detección de trazas de disolventes halogenados se hará según el método COI/T.20/Doc. N°8/Corr. 1 “Determinación del tetracloroetileno en los aceites de oliva por cromatografía de gases”.

5.5.5 Humedad y materias volátiles

En los aceites de oliva vírgenes se admite hasta un 0,2% de humedad e impurezas. La determinación se ejecuta siguiendo las normas 55.020 y 55.022 sobre muestras homogeneizadas tomando entre 5 y 10 gramos de aceite. Este aceite se coloca en una estufa a 105° C durante media hora, enfriando en el desecador y pesando. Se repite el proceso hasta que haya una diferencia entre pesadas del 0,05%. Los cálculos se basan en la formula:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

$$H = \frac{Ph - Ps}{Pm} \cdot 100$$

Donde:

H: Humedad y materias volátiles (%)

Ph: Peso de la cápsula con la muestra al inicio.

Ps: Peso de la cápsula con la muestra después de desecada.

Pm: Peso de la muestra de aceite.

La determinación del contenido en agua y materias volátiles se hará según el método IUPAC nº2601 “Determinación del contenido en agua y en materias volátiles” o el método ISO 662.

5.5.6 Impurezas insolubles en éter de petróleo



Nos indica la presencia de tierra, sustancias minerales, resinas, ácidos grasos oxidados... Se analizará según la norma UNE 55.002 admitiéndose hasta un 0,1% para los aceites de oliva vírgenes.

Se pesan 20 gramos de aceite en un Erlenmeyer, se agregan 200 mL de éter de petróleo, se tapa y se agita el Erlenmeyer. Se deja reposar y se filtra en un filtro sin cenizas de 12 cm de diámetro, secado y tarado. Se pesa el filtro terminando la evaporación en estufa a 103° C. Se expresará:

$$Impurezas(\%) = \frac{Pi - Ps}{Pm} \cdot 100$$

Donde:

Pi: Peso del filtro desecado con impurezas (g).

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Ps: Peso del filtro seco (g).

Pm: Peso de la muestra (g).

Las impurezas y la humedad excesiva supondrán un peligro para la conservación del aceite pudiendo tomar malos olores y sabores el aceite como potenciar otros procesos de alteración.

La determinación del contenido en impurezas insolubles en el éter de petróleo se podrá realizar según el método IUPAC 3604 "Determinación del contenido en impurezas insolubles" o el método ISO 663.

5.6 Caracteres organolépticos

5.6.1 Aspecto



El aspecto del aceite de oliva a excepción de los aceites lampantes debe de ser límpido a la observación directa después de mantenerse durante un día a una temperatura de 20 °C.

5.6.2 Color

El color de los distintos aceites de oliva podrá variar entre el amarillo claro y el verde. Se mide de acuerdo con la norma UNE 55.021 siguiendo la escala ABT para lo que se mezclan cantidades de fosfato monopotásico y fosfato disódico con cantidades crecientes de azul bromotimol.

5.6.3 Valoración organoléptica

En el ser humano la sensación que se percibe en el paladar por el aceite de oliva no puede ser valorada a través de ensayos químicos o físico-químicos. Los sentidos perciben y aprecian como agradables o desagradables el conjunto de innumerables productos que constituyen

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

el aroma. La sensación que producen en el paladar: frutado, agrio, basto, áspero, dulce, amargo, picante... puede modificar la impresión adquirida por el olor. Debido a esto se recurre a los análisis sensoriales llevados a cabo por expertos catadores.

El Consejo Oleícola Internacional aprobó en el año 1996 un método de Valoración Organoléptica aprobado también por la Comisión Europea. La clasificación de los defectos y de los atributos positivos de los aceites de oliva vírgenes se efectúa sobre una escala continua entre 0 y 10.

5.7 Criterios de pureza



Hay una serie de pruebas que permiten saber si un aceite es virgen, de oliva, de orujo... Entre los establecidos por las distintas normas destacan los siguientes:

5.7.1 Basados en los componentes de la fracción insaponificable

La fracción insaponificable es característica del aceite de oliva aunque sea pequeña. El estudio de diferentes componentes permite conocer alteraciones con diferentes aceites. Será preciso saponificar la materia grasa con una solución etanólica de hidróxido potásico para poder extraer el insaponificable con éter etílico.

5.7.1.1 Contenido en ceras

Diferencian los aceites de oliva vírgenes de calidad de los aceites de orujos. La determinación se basa en el fraccionamiento del aceite mediante una cromatografía en columna de gel de sílice hidratado.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

En los aceites comestibles se admiten valores máximos de 250 mg/kg y en los lampantes se puede llegar hasta los 300 mg/kg.

5.7.1.2 Eritrodiol

Es un componente del insaponificable característico de algunos tipos de materias grasas. Su concentración es mucho más elevada en los aceites obtenidos mediante extracción que en los obtenidos mediante presión. Puede servir para detectar la existencia de aceite de orujo.

5.7.1.3 Esteroles

El estudiar los esteroles servirá para identificar a los aceites y descubrir mezclas fraudulentas, informando de la presencia de grasas animales, de brasicasterol o de campesterol.

5.7.1.4 Estigmastadienos

La presencia de estigmatadieno en un aceite de oliva virgen significará que hay presencia de aceite de refino.

5.7.2 Basados en componentes de la fracción saponificable

5.7.2.1 Composición en ácidos grasos

Para evitar mezclas fraudulentas la Comisión Europea ha establecido no sobrepasar los límites de algunos ácidos grasos como se representa en la tabla:



	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Tabla 6: Porcentaje máximo de algunos ácidos grasos en el aceite de oliva

Ácidos grasos	Porcentaje máximo
Mirístico (C14:0)	0,05
Linoléico (C18:3)	1,0
Araquídico (C20:0)	0,6
Ecosanoico (C20:1)	0,4
Behénico (C22:0)	0,2
Lignocérico (C24:0)	0,2

5.7.2.2 Ácidos grasos saturados en posición beta de los triglicéridos

Como objeto tiene detectar la presencia de aceites esterificados con glicerina. Estos aceites ofrecen una posición diferente con ácidos saturados en la posición central.

5.7.2.3 Trilinoleína



Debido a su bajo contenido en ácido oléico el aceite de oliva no contiene trilinoleína y muy poco dilinoleína. Si se detecta este compuesto será criterio para saber si el aceite es de oliva o del grupo del linoleico.

5.7.2.4 Isómeros trans

Tienen enlaces dobles los ácidos grasos formados en la naturaleza bajo la forma isómera cis. Si se trata el aceite con altas temperaturas y presiones estos dobles enlaces pasan a la forma isómera trans. La proporción máxima de ácidos grasos trans será de 0,05% en el aceite de oliva.

5.7.2.5 Contenido de triglicéridos con número equivalente de carbonos 42

Esta prueba permite detectar la presencia de pequeñas cantidades de aceites de semillas ricos en ácido oleico en todos los tipos de aceite de oliva.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

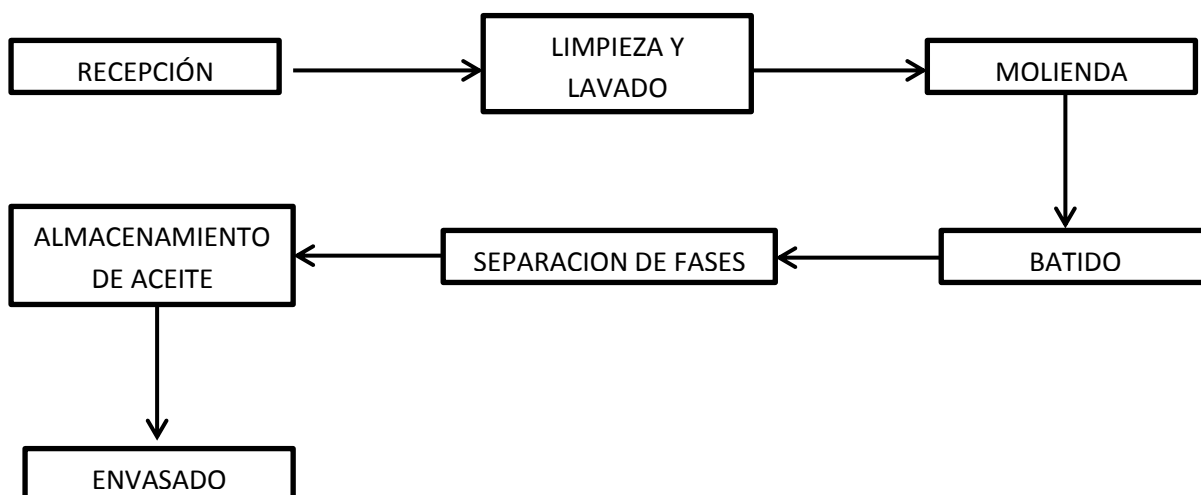
Otros criterios clásicos de pureza serán el índice de saponificación, la prueba de tetrabromuros, la prueba de Hauchocorne, la reacción de Pavolini, la reacción de Halpen, el índice de Bellier, la prueba de Vizern, el índice de lodo y el índice de refracción.



6. PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de fabricación del aceite de oliva actualmente es el de un sistema continuo de extracción de aceite de oliva. Este sistema está caracterizado por la utilización de la fuerza centrífuga para la separación de las diferentes fases de la pasta y porque el proceso de extracción se realiza de forma continua, es decir, sin parar la maquinaria.

Este sistema de extracción tendrá varias fases como son la recepción de aceitunas, la limpieza y el lavado de estas, la molienda, el batido, la separación de fases, el almacenamiento del aceite y su envasado. Se expone de manera más amena en el siguiente esquema:

Diagrama 1: Proceso de fabricación del aceite de oliva



	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

6.1. Recepción

Una vez que se descarga la aceituna que viene de la recolección en la industria se le realizan los pertinentes controles de calidad. Una vez hechos los controles se descargan en una torva enterrada desde donde se transporta las aceitunas hasta el siguiente elemento por medio de una cinta transportadora.

6.2. Limpieza y lavado de las aceitunas



Es fundamental para los sistemas continuo de extracción la instalación de los equipos de limpieza y lavado de la aceituna. Ya que la eliminación de elementos extraños impide que el aceite pueda captar malos olores o sabores, estos elementos extraños también dificultan el proceso de extracción porque reduce la vida de las pastillas del molino, puede causar fracturas y desgaste en las cribas, produce sobreesfuerzos en el motor del molino...

Como parte negativa el lavado puede ocasionar pérdidas de aceite en aceitunas muy maduras y en aceitunas magulladas y rotas. El agua utilizada en el lavado puede favorecer la formación de emulsiones lo que ocasiona una mayor dificultad en la extracción.

6.3. Molienda

La molienda tiene por objeto la rotura de los tejidos de las aceitunas para formar la pasta. Durante la molienda se liberan y se activan enzimas que intervienen en los procesos enzimáticos y en las reacciones químicas que se dan durante la molienda, el batido y la separación. Según el grado de molienda dependerán las características de las fases de la pasta y también modificará las transferencias de elementos entre ellas.

En los sistemas continuos de extracción serán más efectivos los molinos de martillos. Estos molinos tienen la posibilidad de regular la dosis de aceituna molida, también pueden regular el grado de molienda mediante cribas

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

intercambiables. Al pasar la pasta por la criba se obtiene un grado de molienda homogéneo que favorece el trabajo de las centrífugas. Como inconvenientes de estos molinos se puede decir que no realiza dilaceración teniendo que hacer un batido más exhaustivo y que puede que la pasta tenga trazas metálicas a no ser que la cara interior de los molinos sea de acero inoxidable.



6.4. Batido

El batido se hace para obtener una separación de las fases de la pasta mejor de la obtenida en la molienda. Las partes que han sido insuficientemente tratadas en la molienda se verán afectadas por el batido mediante un efecto de cizallamiento reuniendo en una fase oleosa las gotas de aceite dispersas en la pasta molida aumentando la proporción de mosto. El batido se deberá de llevar a cabo de forma que permita el mayor contacto posible entre las gotas de aceite sin producir emulsiones que podrían dificultar el proceso de extracción del aceite.

En el batido habrá una rotura de las estructuras celulares de la aceitunas que liberan moléculas complejas de glucósidos fenólicos que se hidrolizan por acción de la glucosidasa y la esterarasa dando lugar a fenoles simples más solubles en la fase oleosa.

Para el sistema continuo de extracción es una operación fundamental ya que gracias al batido se obtendrán aceites de calidad y el agotamiento de orujos y del alpechín será posible. El batido será cuidadoso debido a que la pasta no estará dilacerada que supondrá menos aceite suelto de partida y que la obtención de aceites de calidad requiere actuar sobre aceitunas frescas y a temperaturas bajas pudiendo conducir a pastas difíciles.

Un batido correcto se puede comprobar visualmente. La pasta obtenida deberá tener como características que no se debe adherir a las paletas, la masa será mas oscura que en el primer cuerpo, tendrá un aspecto granuloso y habrá capas de aceite sobrenadante.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

6.5. Separación de las fases sólidas y líquidas

La presión es el método más antiguo y el que se ha llevado utilizando hasta hace relativamente poco tiempo para la extracción del aceite de oliva. La pasta anteriormente preparada se sitúa sobre discos filtrantes en capas finas, estos discos se llaman capachos. Se puede poner manualmente o de forma mecanizada.

Estos capachos se dispondrán en una vagoneta y van guiados por una aguja central. Estos elementos constituyen un sistema discontinuo con formación de cargo, prensado y descapachado.



La presión la efectuará la prensa hidráulica que será generada por un grupo de bombas hidráulicas.

El líquido que se obtiene de este prensado será un 30% de aceite de oliva y un 60% de alpechín con restos de finos. Antes de separar estos líquidos se eliminan de los mostos los restos sólidos que puedan quedar ya que si persisten pueden producir fermentaciones que dañan la calidad del aceite. Para esto se utilizan unos tamices vibratorios. La mezcla de aceite y de alpechín ira a unos pozuelos.

La separación del aceite y del alpechín se producirá por decantación ya que tienen diferentes densidades. El aceite entre 0,915 y 0,916 mientras que el alpechín tiene una densidad entre 1,015 y 1,086. Por lo tanto el alpechín se irá al fondo del recipiente separador y el aceite quedará en la cabeza del separador.

En la actualidad se empleará el sistema continuo de extracción al ser más eficaz que se basa en la fuerza centrífuga para la separación del aceite. En la pasta que sale de la molienda y el batido se podrán distinguir tres fases: sólidos, agua y aceite. Esta pasta se someterá a la fuerza centrífuga que se genera en el decánter. La fuerza centrífuga separa a un cuerpo del eje de rotación y al tener diferente densidad las diferentes fases estas ocuparán distintos anillos al girar. Los sólidos ocuparán la parte exterior al ser mas densos, el agua de vegetación se situará a continuación dejando el aceite en la zona mas cercana al eje al ser menos denso que los demás.

Para el sistema continuo de extracción hay varios métodos de separar las diferentes fases sólido-líquido. Los métodos serán:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- Separación de fases sólido-líquido en decánter de tres salida: la separación será factible si la pasta está preparada bien. El agua depende de la masa mientras que la temperatura no podrá sobrepasar los 35 °C. Los finos formarán pequeñas bolas en los tamices. Si aparece una papilla continua la separación de fases será incorrecta obligando a reducir la cantidad de pasta o modificando el volumen de agua. El orujo no debe presentar humedad.
- Separación de fases sólido/aceite en decánter de dos salidas: El sistema de extracción de dos fases no necesita agua de adición para fluidificar la pasta. Se apoya en los resultados analíticos del orujo. La separación de las fases orujo y aceite es muy sensible al contenido de humedad de las aceitunas, debido a esto el espesor del anillo de alpechín es muy fino, reduciendo mucho cuando las aceitunas están secas. Si es así el aceite puede salir con el orujo, es decir, se podrá adicionar una pequeña cantidad de agua hasta que el fruto presente una humedad óptima. Esta adición de agua no hace variar los parámetros de calidad del aceite. La pasta deberá entrar en el decánter a una velocidad constante ya que una variación de esta cambiaría el espesor del anillo de centrifugación correspondiente al alpechín perdiendo de esta manera aceite que se uniría al orujo.

Para la elección del sistema de extracción hay que conocer las ventajas y los inconvenientes de cada uno de ellos. Un resumen de esto se observa en la tabla 7:





	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Tabla 7: Ventajas e inconvenientes de los sistemas de extracción

	Sistema tradicional de prensas	Sistema continuo de tres fases	Sistema continuo de dos fases
Ventajas	Menor potencia instalada	Aceite con menor acidez que en prensas	Aceite con menor acidez que en prensas
	Menor inversión	Mejora de los caracteres organolépticos de aceitunas defectuosas	Mejora de los caracteres organolépticos de aceitunas defectuosas
	Menor coste energía eléctrica	Menor superficie que en prensas	Menor superficie que en prensas
	Orujos más secos	Continuidad en el proceso. Posibilidad de automatización	Continuidad en el proceso. Posibilidad de automatización
	Mayor valor del orujo	Menor necesidad de obra que en prensas	Menor necesidad de obra que en prensas
	Volumen de alpechín medio		Menor volumen de agua que en tres fases
	Menor volumen de agua que en tres fases		Menor necesidad agua caliente que tres fases
	Menor necesidad agua caliente que tres fases		Volumen alpechín pequeño. Reduce contaminación ambiental
			Mayor contenido de antioxidantes en el aceite
Inconvenientes	Necesidad de abundante mano de obra	Mayor producción de alpechín. Peligro de contaminación en vertidos	Orujo con más humedad. Mayor volumen. Mayor dificultad de extracción
	Dificultad para mantener una correcta limpieza		Menores controles visuales. Mayor control analítico
	Proceso discontinuo		Necesidad de personal especializado

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

6.6 Almacenamiento del aceite

Este apartado se desarrollará más adelante debido a la importancia en el proyecto de este.



6.7 Envasado

Una vez realizada la extracción del aceite y su almacenado hay que prepararlo para el consumo. Esta preparación exige que no se rompa la cadena de calidad que se venía siguiendo durante el proceso de extracción del aceite.

La preparación del aceite para el envasado primero hay que llevar a cabo una filtración. Esta filtración será por tejidos como lonas de material textil, fibras, papel... o por materiales porosos como tierras filtrantes, de diatomeas o perlitas donde quedarán retenidas las impurezas que se necesitan eliminar. Se pueden hacer tres tipos de filtrado para llegar a este objetivo. Serán los siguientes:

- Si el aceite tiene un elevado contenido de sólidos hay que hacer un desbastado.
- La presentación comercial exige la eliminación de toda traza de humedad, esta operación se llamará abrillantado evitando con ella la formación de posos en los envases.
- Para eliminar las margarinas presentes en el aceite se puede hacer una filtración a baja temperatura sobre papel llamada winterizado.

El material de fabricación de los envases tiene que ser inerte con el aceite, no debe de comunicarle olores ni sabores extraños. Tiene que ser lo más impermeable posible con la humedad y el oxígeno atmosférico. Protegerá al aceite de la luz, no tiene que ser poroso, tiene que ser fácil de etiquetar, embalar, precintar. Debe de hacer buena presentación del aceite y debe de ser fácil de abrir, manejar y cerrar por el consumidor. Debe ser resistente a la presión y a los golpes.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Los envases más utilizados son de plástico, hojalata, vidrio o cartón revestido.

En el envasado se desarrollan dos operaciones simultáneamente: el llenado y el dosificado de envases, todo esto dentro de una maquinaria que garantice precisión y limpieza. Las demás partes del envasado serán el cerrado de envases y el etiquetado.

7. ALMACENAMIENTO DE FLUIDOS



7.1 Introducción

El almacenamiento de fluidos es una de las operaciones más características de la industria química. También influye mucho en el coste económico de la planta debido a la inversión que hay que aportar en sí y a las operaciones de mantenimiento que se tendrán que ejecutar durante el funcionamiento de la planta.

Como consecuencia de esto se ha desarrollado una tecnología específica en la cual se verá afectada tanto el diseño como la construcción o la explotación de las distintas plantas industriales. La tecnología es llamada como Mecánica de Fluidos.

El estudio teórico se completará con la aplicación de reglamentaciones, normalizaciones y recomendaciones generales que se le apliquen al diseño de la instalación.

La rentabilidad de las distintas plantas se verá ligada a la continuidad de sus procesos ya que las interrupciones en la producción traen consigo pérdidas económicas y un menor rendimiento del deseado. Por esto interesa independizar las causas exteriores que puedan afectar al proceso como el suministro de materias primas. Si los productos son fluidos se tendrá que almacenar en recipientes adecuados a su naturaleza y características.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

7.2 Almacenamiento de fluidos

La capacidad de estos tanques suelen ser muy grandes, al menos correspondiente al consumo de varios días de trabajo. Estando definida por un balance económico que contrapesa el coste total de almacenaje y los perjuicios que podría ocasionar una parada de la planta.



Generalmente, los parques de almacenamiento están compuestos por: tanques, cubetos de retención, accesorios y otros dispositivos necesarios para el buen uso y funcionamiento de estos parques.

Independientemente de estos almacenes es necesario contar con unos pequeños depósitos cuya finalidad no es la de almacenamiento sino que puede servir para diferentes funciones como recoger los fluidos de recirculación cuando hay una parada, para recoger posibles fugas...

7.2.1 Tipos de tanques de almacenamiento

Según el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos R.D 379/2001 los tanques de almacenamiento se podrán situar tanto en el exterior como en el interior de edificios, manteniendo accesible toda la superficie lateral exterior de dichos tanques. Los tanques para el almacenamiento de líquidos podrán ser de los siguientes tipos:

1. Tanques atmosféricos: tanques diseñados para soportar una presión interna manométrica inferior a 0,15 bar.
2. Tanques a baja presión: tanques diseñados para soportar una presión interna manométrica superior a 0,15 e inferior a 0,5 bar.
3. Tanques a presión: tanques diseñados para soportar una presión interna manométrica superior a 0,5 bar.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

En nuestro caso el producto a almacenar, en este caso aceite de oliva, no requiere tener parámetros de presión elevados por lo que los tanques más adecuados a estas características serán los tanques atmosféricos.

Si el calibrado para presiones de servicio se hace entre -25 y $+50$ mm de columna de agua, que es lo más frecuente, no existen limitaciones de ninguna clase para adoptar cualquier forma geométrica para el depósito. La mayoría de las veces se construyen cilindros verticales de fondo plano y techo cónico o esférico debido a que es la forma más económica. En este proyecto debido a las características del producto a almacenar no se puede colocar el depósito directamente en el suelo ya que a veces habrá que hacerle purgas de lodos en el fondo.

Los techos de los tanques que trabajan a presión atmosférica pueden ser de diferentes tipos como se comenta ahora:



1. Techo flotante: se emplea para tanque que almacenan las fracciones medias-ligeras del petróleo o productos volátiles.
2. Techo fijo: se utiliza para tanques destinados al almacenamiento de las fracciones pesadas del petróleo, productos no volátiles que sus fugas por evaporación no supongan problemas.
3. Techo abierto: para tanques que tienen como fin el almacenamiento de agua para uso industrial.

Se utilizarán para este proyecto tres tanques cilíndricos verticales con techo cónico y fijo y con fondo cónico.

7.3 Diseño y fabricación de tanques y tuberías

Los recipientes estarán diseñados según las reglamentaciones técnicas vigentes sobre la materia. En ausencia de estas reglamentaciones se regirán por códigos o normas de reconocida solvencia.

En el código que elijamos tendremos que tener en cuenta que hay que cumplir unas acciones mínimas:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- Peso total lleno de agua o líquido a contener cuando la densidad de éste sea superior a la del agua.
- Sobrecarga de uso.
- Sobrecarga de viento y nieve.
- Acciones sísmicas.
- Efectos de la lluvia.
- Temperatura del producto y por efecto de la acción solar.
- Efectos de la corrosión interior y exterior.
- Efectos de las dilataciones y contracciones sobre los soportes.



En este caso nos regiremos por la norma API-SDT-650 “Tanques soldados para el almacenamiento de productos petrolíferos” que es una norma de reconocida solvencia a nivel internacional.

Normalmente, un tanque de almacenamiento consta de las siguientes partes:

- Envolvente: estará constituida por la unión de diferentes chapas mediante soldaduras.
- Fondo: constituido de chapas unidas por soldaduras.
- Techo: constituido de chapas unidas por soldaduras.
- Dispositivos de sujeción.
- Conexiones para servicio de entrada y salida del aceite de oliva, válvulas de seguridad, sistemas de venteos...
- Accesorios externos.

7.3.1 Materiales

Los tanques y los sistemas de tuberías se diseñarán con materiales que puedan cumplir las exigencias mecánicas de los equipos y que tengan una vida útil razonable. Para este proyecto utilizaremos el acero inoxidable austenítico tipo AISI 304L. Este acero se caracteriza por ser muy resistente a la corrosión. Su contenido en carbono es bajo para minimizar las precipitaciones de carburos. Estas aleaciones se pueden endurecer si se trabajan en frío pero no por tratamiento térmico. Los aceros austeníticos son tenaces y dúctiles. Se

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

pueden fabricar por cualquier método estándar aunque no son fáciles de maquinar, se endurecen con el trabajado y necesitan máquinas rígidas, cortes pesados y altas velocidades. Las soldaduras se realizan con facilidad debido al bajo contenido en carbono.

Sus características mecánicas serán:

- Carga de rotura = 545 MPa = 79047 lb/pulg²
- Límite elástico = 228 MPa = 33069 lb/pulg²
- Alargamiento = 60 %

Sus límites máximos de composición son:

- Carbono (C): 0,03 %
- Manganeso(Mn) : 20 %
- Silicio (Si) : 1,0 %
- Cromo (Cr) : 18 – 20 %
- Níquel (Ni) : 8 – 12 %
- Molibdeno (Mo) : 0,6 %

7.3.2 Diseño de la envolvente

En el diseño de la envolvente se determinará el espesor de las diferentes chapas que conformarán dicha envolvente. Se diseñará también sus dimensiones y su número que hará falta para su construcción. En todos los diseños habrá que tener en cuenta la tensión máxima de diseño permitida que será de 22046 lb/pulg². En la prueba hidrostática la máxima tensión permitida es de 24802 lb/pulg².

Los espesores de envolvente requeridos serán los espesores mayores entre los espesores de diseño de la envolvente, o los espesores de envolvente de la prueba hidrostática. En ningún caso serán inferiores a los expuestos en la tabla:



	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Tabla 8: Espesores mínimos de la envolvente según API-650

Diámetro nominal de tanque / m	Espesor nominal / mm	Diámetro nominal del tanque / pies	Espesor nominal / pulgadas
< 15	5	< 50	3/16
15 – 36	6	50-120	¼
36 – 60	8	120-200	5/16
>60	10	>200	1/8

Los espesores de diseño de la envolvente se calcularán con la base de que el tanque está lleno del líquido a almacenar, en este caso aceite de oliva. Para los espesores de la envolvente en la prueba hidrostática se calculará igual que el anterior pero esta vez el líquido será agua.

El máximo espesor nominal de las chapas de la envolvente del tanque será de una pulgada y media.

El ancho de las chapas de la envolvente se acuerda entre el fabricante y el comprador, preferentemente no será mayor de 72 pulgadas. Las chapas que se suelden a tope deben ir perfectamente encuadradas.



7.3.2.1 Pruebas de la envolvente

Antes de que se conecte ninguna tubería una vez terminado el tanque se probará la envolvente por el método siguiente: Se llena el tanque de agua inspeccionándolo durante la operación de llenado. Esto se hace para ver que no hay fugas.

7.3.3 Diseño de fondos

Según la norma API-650 para el diseño de fondos se recomienda que:

- Las chapas del fondo tengan un espesor mínimo de 1 / 4 de pulgada.
- Todas las chapas rectangulares tendrán como mínimo una anchura de 72 pulgadas.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- Las chapas del fondo se pedirán con una anchura suficiente para que una vez recortada sobresalga al menos una pulgada fuera del borde exterior de la soldadura que une el fondo a la envolvente.

Las chapas irán soldadas mediante una unión a solape. Los solapes de tres chapas no estarán a menos de 12 pulgadas uno de otro ni de la envolvente.

Las chapas de forma sobre las que descansa la envolvente tendrán los extremos exteriores de las uniones ajustados y soldados a solape para formar un apoyo liso para las chapas de la envolvente.

7.3.4 Diseño del techo

Todos los techos se deben diseñar para soportar carga estática más una carga variable de no menos de 25 lb/pulgadas² del área proyectada.

Las chapas del techo tendrán un espesor nominal mínimo de 3/16 pulgadas y uno máximo de 1/2 pulgadas

- Techo en cúpula autosoportado: tiene forma de esfera, de ahí su nombre “en cúpula”, apoyado en su periferia.

- Techo de paraguas autosoportado: es un techo en cúpula modificado, de tal forma que la sección horizontal es un polígono regular con tantos lados como chapas de techo haya soportadas solamente en su periferia.

- Techo cónico apoyado en columnas: formado por la superficie de un cono recto. El apoyo fundamental lo recibe mediante columnas y vigas.

El tipo de techo que se utilizará según el código API-650 vendrá regulado por el diámetro que tendrán los diferentes tanques. Se observará bien en la siguiente tabla:



	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

Tabla9: Tipos de techos según diámetro del tanque

Diámetro del tanque / m	Tipo de techo
< 8	Autosoportado sin estructura
4,5 – 12,5	Autosoportado con vigas
10 – 48	Autosoportado con cerchas
20 – 80	Soportados por columnas

7.3.5 Soldaduras

Los tanques y sus accesorios se soldarán mediante el procedimiento de arco o de arco sumergido. Manual, automáticamente o semi-automáticamente según el código API-650 asegurando la completa fusión con el metal.

La soldadura no se podrá ejecutar cuando:



- La superficie a soldar esté mojada por lluvia.
- Durante los periodos de fuertes vientos.
- La temperatura del metal base sea inferior a 0 °F o la temperatura de la chapa este entre 0°F y 32 °F.
- El espesor sea superior a 1 / 4 de pulgada.

Los tipos de soldaduras que se pueden ejecutar son los siguientes:

- Doble soldadura a tope
- Simple soldadura a tope
- Doble soldadura a solape
- Simple soldadura a solape
- Soldadura a tope4soldadura a filete
- Soldadura a filete llena
- Soldadura por puntos

7.3.6 Unión entre envoltente y fondo

La unión entre la virola inferior de la envoltente y la chapa de fondo será una soldadura de filete continuo en ambos lados de la chapa de la

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

envolvente. El tamaño de las soldaduras no será menor que el espesor nominal de la más fina de las chapas unidas ni mayor de media pulgada. La siguiente tabla refleja los tamaños mínimos de soldaduras frente a sus espesores.

Tabla 10: Espesores máximos frente a tamaños mínimos de soldadura

Espesor máximo de la envolvente / pulgadas	Tamaño mínimo de la soldadura/ pulgadas
3/16	3/16
3/16 – 3 /4	1/ 4
3 / 4 - 11/4	5/16
11/4 – 11/2	3/8

7.3.7 Conexiones del tanque

7.3.7.1 Puerta de limpieza tipo “a paño”



Las puertas de limpieza “a paño” pueden ser de dos tipos: atornilladas o soldadas.

Puertas atornilladas: deberá de proveerse de un apoyo para el accesorio y retener la grada como muestra el código API 650.

Puertas soldadas: ofrecen una mayor estanqueidad que las atornilladas. Cuando haya que hacer labores de limpieza se romperán las soldaduras, soldando la puerta de nuevo una vez que se haya terminado la labor de limpieza.

7.3.7.2 Entrada de hombre

Las chapas de refuerzo y sus secciones correspondientes formarán parte de la misma pieza normalmente, sino tendrán que ir provistas con un agujero indicador de un diámetro de ¼ de pulgada para detectar escapes a través de las soldaduras

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

internas. Estos agujeros deben estar localizados en el eje horizontal estando abiertos a la atmósfera.

Los batidores de la entrada de hombre pueden ser soldados o embutidos. El diámetro máximo de la abertura en la envoltura será la suma del diámetro interno del bastidor más el espesor de las bridas de uniones multiplicado por cuatro.

7.3.7.3 Tubuladuras de envoltura

Estas tubuladuras de la envoltura seguirán el código API-650. Para ello las chapas de refuerzo de las boquillas y demás elementos pueden estar caracterizados por ser de una sola pieza, y si no es así tienen que ir provistos de un agujero indicador de $\frac{1}{4}$ de pulgadas de diámetro, estará situado en el eje vertical.

7.4 Distancias entre instalaciones y entre recipientes



El área de almacenamiento estará separada de aquellas otras instalaciones que presenten riesgo de incendio o explosión en una distancia igual o mayor a lo expuesto en la ITC-MIE-APQ-001 para edificios administrativos, laboratorios, almacenes...

La pared interior del cubeto debe de estar como mínimo 1,5 m del vallado exterior de la planta. El resto de instalaciones de almacenamiento distarán al menos 3 metros.

La distancia entre dos recipientes debe ser suficiente como para garantizar un buen acceso a los mismos, como mínimo será de 1 m.

7.5 Cubeto de retención

Para el cubeto de retención nos tenemos que atener a l Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos en su Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-6 de “Almacenamiento de líquidos corrosivos”. Se atenderá a esta instrucción ya que el producto a almacenar no se encuentra especificado en ninguna instrucción y es a la que más se asemeja. El cubeto de retención irá destinado a retener los productos contenidos en los tanques de

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

almacenamiento en caso de vertido o fuga de los mismos. El fondo del cubeto tendrá una pendiente mínima del 1% que todo el producto derramado escurra rápidamente hacia el punto de recogida y posterior tratamiento de efluentes.

La capacidad útil del cubeto será, como mínimo, igual a la capacidad del recipiente mayor.

7.6 Sistemas de venteo y alivio de presión

Los tanques deben de tener sistemas de venteos o alivios de presión para prevenir la presión interna para evitar la deformación del techo o de las paredes como consecuencia de las variaciones de presión producidas por los llenados, vaciados o cambios de temperatura.



Los venteos normales de un tanque atmosférico se dimensionarán de acuerdo con códigos internacionales y tendrán un tamaño igual o mayor que las tuberías de llenado o vaciado y en ningún caso menor de 35 mm de diámetro interior.

7.7 Sistemas de tuberías

El diseño, materiales, fabricación, embalajes, pruebas e inspecciones de los sistemas de tuberías serán adecuados a la presión, pérdida de carga y temperatura de trabajo esperadas para el aceite de oliva y para los máximos esfuerzos combinados debido a presiones, dilataciones... en las condiciones normales de servicio, transitorias de puesta en marcha, situaciones anormales y de emergencia.

Para el diseño y tendido de tuberías se han seguido las normas ASA B-36-10 aplicable a tramos rectos y accesorios de soldadura a tope. Las tuberías deben proyectarse previniendo el empleo de elementos normalizados y existentes en el comercio. Las tuberías deben estar separadas entre si al menos 25 cm para operaciones de mantenimiento.

Las tuberías irán montadas sobre bandejas en unos pisos, situándolos en sus recorridos horizontales por encima de los 4 m de altura para no interrumpir el

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

paso. Estarán convenientemente agrupadas y ordenadas para aprovechar el espacio disponible al máximo.

Hay que prestar atención a las dilataciones que puedan producirse evitando que la tubería ejerza un esfuerzo importante sobre los aparatos o máquinas a las que va conectada. Como dispositivos para absorber las dilataciones podemos señalar los siguientes:

- Liras de dilatación: para conducciones a elevada presión y temperatura con un diámetro no excesivo.
- Compensadores de dilatación: utilizado para presiones de tipo medio y diámetros de conducción grandes.
- Elementos especiales: como apoyos móviles, manguitos de goma...

Los apoyos a parte de soportar el peso de las tuberías y de los fluidos que estas contienen estarán dispuestos de forma que no reduzcan la flexibilidad de conducción. Para ello se disponen anclajes que fijan la tubería a algún elemento estático o apoyos deslizantes o colgados que dejan libertad de movimiento en una dirección o en un plano.

No conviene que los líquidos queden estancados en las tuberías, para evitar esto se tienden tramos rectos con una ligera pendiente que dependerá de la viscosidad del aceite disponiéndose en los puntos bajos de dichas tuberías válvulas de purga.



En el tendido de tuberías se tendrá en cuenta la comodidad de operación, el manejo de válvulas, accesibilidad a los instrumentos de medida y control...

Los espesores y Schedule de las tuberías se desarrollarán más profundamente en la memoria de cálculo del proyecto.

- Válvulas

Las válvulas se pueden clasificar según su concepción, las condiciones de servicio, los materiales o su utilización. Los tipos principales utilizados en la industria química, serán los siguientes:

1. Válvulas de compuerta: es una válvula de retención. Funciona gracias a una compuerta cuya traslación se asegura por un

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	



vástago roscado que obtura la sección de paso del aceite de oliva al deslizar entre dos aros fijos en el cuerpo.

2. Válvula de globo: es una válvula de regulación que se utiliza como elemento de cierre para las presiones muy altas. El movimiento del fluido queda interrumpido por un obturador que cierra el paso del aceite de oliva entre los lados del cuerpo de la válvula.
3. Válvula de macho: es una válvula de cierre. Está constituida por un cuerpo en el que un elemento cónico-esférico, “macho”, que lleva una abertura, al girar obtura o descubre el paso del aceite de oliva.
4. Válvulas de seguridad: estas válvulas protegen los aparatos contra las sobrepresiones. Están compuestas por un cuerpo provisto de bridas o roscados y por una tapa atornillada o roscada que recibe el resorte y el vástago de la válvula. Las válvulas de seguridad deben proteger todos los aparatos que funcionan a presión así como en la impulsión de las bombas volumétricas.
5. Válvulas de retención: evita el retorno de fluidos. Las hay con obturador vertical o con bola y de balancín. Las válvulas de retención con obturador o con bolas se utilizan en los diámetros inferiores a 2 pulgadas y los de balancín en el resto.

- Unión entre tuberías y válvulas

Las válvulas pueden conectarse a las tuberías de tres formas diferentes:

1. Roscadas: solo admisible para pequeños diámetros y bajas presiones.
2. Por enchufe y soldadura: para diámetros de 2 pulgadas o menores y a cualquier presión.
3. Por juntas y bridas: para diámetros mayores a 2 pulgadas y cualquier presión.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- Unión mediante bridas



Es el medio más usado gracias a que se puede desmontar el montaje. Las bridas comprimen una junta de caucho amianto que asegura estanqueidad. Las dimensiones de las bridas y de los pernos permiten soportar la presión resultante y aprieta la junta. Las dimensiones están normalizadas, según presión y temperatura. Las dimensiones de las bridas siguen las normas ASA. Se han clasificado en serie de 150 lb, 300 lb, 600 lb, 900 lb, 1500 lb y 2000 lb. Para las bridas existe una normalización en cuanto a su forma de unión con la tubería. Es la siguiente:

1. Welding-Neck o de cuello: es una pieza forjada utilizada para altas presiones y temperaturas. Se montan con facilidad, con un solo cordón de soldadura.
2. Slip-On o plana: es una pieza forjada utilizada para servicios moderados. Se encaja en el tubo, fácil de soldar aunque requiere dos cordones de soldadura.
3. Roscada: se utiliza para diámetros inferiores a 2 pulgadas, permite el desmontaje más cómodo y admite materiales diferentes. Se puede efectuar un cordón de soldadura para mejor estanqueidad.
4. Socket Weld o de encastre: se utiliza para diámetros inferiores a 2 pulgadas. Se encaja en el tubo por lo que se obtiene un montaje más cómodo y requiere solo un cordón de soldadura.

- Tipos de juntas

Según las presiones y temperaturas se utilizan diferentes tipos de juntas que necesitarán diversos tipos de cara para las bridas. Estas caras serán:

1. Flat face (FF), cara plana: se utiliza para bajas temperaturas y presiones con junta plana de caucho o amianto.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	



2. Raised face (RC), cara con resalte: es la más utilizada para presiones y temperaturas medias, la junta es de caucho forrado de amianto con soporte o revestimiento metálico.
3. Male-female (MF), machihembrada: conviene para presiones y temperaturas elevadas. La junta es metaloplástica o metálica, tiende al desuso.
4. Ring toric joint (RTJ), de anillo tórico: la cara con junta anular conviene en condiciones severas de presión y temperatura. La junta es tórica, con sección ortogonal o elíptica y metálica.

7.8 Cimentación

El diseño de las instalaciones para recipientes y equipos incluidos en áreas de almacenamiento deberá ajustarse a la normativa vigente para estas instalaciones. La diversidad de condiciones existentes en los distintos suelos, climas y ambientes hace que la determinación de la carga y el asentamiento admisibles deba realizarse particularmente en cada instalación.

Tendremos que tener en cuenta al emplazamiento y a la influencia de las características del suelo. Se tendrán en cuenta las condiciones siguientes:



1. Antes de determinar el emplazamiento exacto deberá tenerse en cuenta las características geotécnicas del suelo para poder obtener la resistencia del terreno, asentamientos previsibles con el tiempo y nivel freático. A partir de estos datos se elegirá el emplazamiento idóneo y se selecciona el tipo de cimentación necesario para que las exigencias del tipo de tanque y de las instalaciones.
2. El asentamiento admisible del terreno no debe sobrepasar el límite máximo establecido en el diseño.
3. Se evitará la construcción de cimentaciones de tanques en condiciones como las siguientes:
 - Lugares en los que una parte de la cimentación quede sobre roca o terreno natural y otra sobre relleno, o

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

con profundidades variables de relleno, o donde haya sido precisa una preconsolidación del terreno.

- Lugares pantanosos o con material compresible en el subsuelo.
 - Lugares de dudosa estabilidad del suelo, como consecuencia de la proximidad de cursos de agua, excavaciones profundas o grandes cargas, en fuerte pendiente.
 - Lugares en los que los tanques queden expuestos a posibles inundaciones que originarían su flotación, desplazamiento o socavado.
4. Si el subsuelo sobre el que se proyecta la cimentación es débil e inadecuado para resistir las cargas del tanque lleno se pueden considerar los siguientes métodos:
- Eliminación de los materiales no satisfactorios y sustitución por relleno adecuadamente compacto.
 - Compactación, por vibración o carga previa con material terraplén u otros.
 - Estabilización de los materiales blandos por drenaje.
 - Estabilización de los materiales blandos por inyección de agentes químicos.
 - Construcción de una estructura de hormigón armado, soportada por pilotes o en otra forma adecuada.

El material utilizado debe ser homogéneo, granular preferiblemente y estable, exento de materias orgánicas o perjudiciales. La cimentación será calculada mediante la instrucción EH-82 para proyecto y ejecución del hormigón en masa o armado del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

7.9 Instalaciones de carga y descarga

Se considerarán estaciones de carga y descarga aquellos lugares en los que se realizan las operaciones siguientes:

- Traspase entre unidades de transporte y los almacenamientos o viceversa.
- Traspase entre unidades de transporte y las instalaciones de proceso o viceversa.
- Transvase entre instalaciones de proceso o de almacenamiento y recipientes móviles.



7.10 Bombas

Las bombas son elementos vitales en las plantas de fabricación, son máquinas que realizan trabajo para mantener un líquido en movimiento. El efecto conseguido será aumentar la presión o la energía cinética del fluido.

7.10.1 Tipos de bombas

Los tipos de bombas se pueden clasificar en dos grandes grupos, estos serán:

1. Dinámicos o de energía cinética: la energía es comunicada al fluido por un elemento rotativo que se transforma en parte en energía de presión. El caudal a una velocidad cualquiera dependerá de la resistencia al movimiento en la línea de descarga.
2. Desplazamiento positivo: existe una relación directa entre el movimiento de los elementos de bombeo y la cantidad de líquido movido.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

7.10.2 Clasificación de las bombas

Podemos hacer clasificaciones de las bombas teniendo en cuenta distintos aspectos. Generalmente podremos hacer una clasificación como esta:



Tabla 11: Clasificación de bombas

Tipos de bombas	Desplazamiento positivo	Alternativas	De pistón
			De embolo buzo
			De diafragma
		Rotativas	Engranajes
			Tornillos
			Paletas
			Levas
			Especiales
		Neumáticas	
	Energía cinética	Centrífugas	Radiales
			Diagonales
			Axiales
		Regenerativas	
		Especiales	De gas
			De eyector
			De ariete hidráulico
		Periféricas o de Turbinas	

El campo de mayor utilización será el de bombas centrífugas y el de bombas rotativas.

7.10.3 NSPH requerido de las bombas

Es una característica de la bomba que viene dada por el comprador. Se determina por prueba o cálculo siendo la energía necesaria para llenar la parte de aspiración y vencer las pérdidas de rozamiento y el aumento de

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

la velocidad. Se puede decir que es la energía del líquido que una bomba necesita para funcionar.

1. En una bomba centrífuga el NSPH requerido es la cantidad de energía, en metros de columna de líquido, precisada para vencer las pérdidas de carga desde la abertura de admisión a los alabes del impulsor y la energía necesaria para crear la velocidad deseada de corriente a los álabes.
2. En una bomba rotativa el NSPH requerido es aquella cantidad de energía, en kg/cm^2 , precisada para vencer las pérdidas desde la abertura de admisión a los engranajes o paletas y la energía precisada para crear la velocidad deseada de entrada en los engranajes o paletas.

7.10.4 NSPH disponible

Es una característica del sistema y se define como la energía que tiene un líquido en la toma de aspiración de la bomba por encima de la energía del líquido debido a su presión de vapor.

El NSPH disponible se calcula tomando lecturas de prueba en el lado de la aspiración de la bomba.



El NSPH disponible debe ser igual o superior al NSPH requerido para que la bomba cargue y suministre la cantidad de líquido. Generalmente para que funcione la bomba se debe verificar que:

$$NSPH_{disponible} - NSPH_{requerido} \geq 1 \text{ m}$$

7.10.5 Cavitación

Cuando un líquido se mueve en una región donde la presión es menor que su tensión de vapor, hierve y se forman burbujas de vapor en su seno. Las burbujas de vapor son arrastradas con el líquido hasta una región donde se alcanza una presión más elevada y allí desaparecen. A este fenómeno se le llama cavitación.

Los efectos más evidentes son el ruido y la vibración, son ocasionados por la desaparición de burbujas de vapor cuando llegan al lado de alta presión

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

de la bomba. Cuanto mayor es la bomba, mayores son el ruido y la vibración. Si la bomba funciona en condiciones de cavitación durante periodos largos de tiempo, especialmente en servicios con agua se produce el picado de los álabes del impulsor. La desaparición violenta de las burbujas de vapor introduce el líquido a alta intensidad en áreas reducidas. Estas presiones pueden sobrepasar la resistencia a la tracción del metal y realmente arrancar partículas. El ruido y la vibración pueden causar también averías en los rodamientos, rotura de ejes y otros fallos en la bomba por fatiga de los materiales.

Otro factor primordial de cavitación es una disminución en el rendimiento de la bomba que se evidencia por un descenso de la capacidad.

En general la cavitación indica un NSPH disponible insuficiente, pérdidas excesivas en la aspiración, junto con reducidas alturas estáticas y alta temperatura, contribuyen a esto. Si no existe forma de modificar el sistema puede llegar a ser preciso modificar las condiciones de forma que pueda utilizarse una bomba distinta con un NSPH requerido más bajo. En las bombas mayores puede llegar a ser preciso el uso de una bomba “booster” auxiliar, para añadir altura de presión NSPH disponible.



El fenómeno de la cavitación desaparece proyectando la máquina de modo que la presión no sea inferior a la tensión de vapor en cualquier punto del fluido.

7.10.6 Rendimiento mecánico de las bombas

El rendimiento será el cociente entre la potencia hidráulica, que es la potencia precisada por la bomba solo para bombear el líquido, y la potencia absorbida, que será la potencia precisada por la bomba para realizar una cantidad de trabajo determinado. Viene indicado por la siguiente ecuación:

$$Potencia_{absorbida} = Potencia_{hidráulica} + Potencia_{rozamiento}$$

$$\eta = \frac{P_{hidráulica}}{P_{absorbida}}$$

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

7.10.7 Curvas características de las bombas centrífugas

En el campo industrial las bombas más usadas serán las bombas centrífugas, estudiando para ello sus curvas características.

7.10.7.1 Altura-capacidad



Una bomba centrífuga común tiene definida una velocidad y un determinado diámetro impulsor de la bomba al manipular un líquido de viscosidad despreciable, una curva característica que indica la relación entre la altura y el caudal a través de la misma. En estas curvas conforme la capacidad aumenta, se reduce la altura total que la bomba es capaz de desarrollar. En general la viscosidad en que se basa la curva de una bomba es la viscosidad del agua. Se obtiene experimentalmente.

7.10.7.2 Potencia absorbida (BHP)- capacidad

Para que la bomba centrífuga suministre la capacidad que precisamos hemos de suministrarle cierta potencia. Por lo que se puede trazar una curva que represente la relación entre la capacidad y la potencia absorbida basada en el diámetro impulsor y velocidad constante. En las bombas centrífugas esta característica generalmente aumenta la capacidad. Se obtiene experimentalmente.

7.10.7.3 Rendimiento-capacidad

El rendimiento al que la bomba opera debe ser calculado. Se deducirá de los valores de las curvas anteriores quedando la expresión de la siguiente manera:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

$$\eta \frac{Altura \cdot Capacidad \cdot Gravedad\ esp}{4500 \cdot BHP}$$

Dónde:

η : rendimiento en %

Altura: altura desarrollada por la bomba en m.c.l.

Capacidad: capacidad desarrollada por la bomba en L/min

Gravedad esp: gravedad específica del líquido bombeado

BHP: potencia absorbida por la bomba en HP

7.10.7.4 NSPH-capacidad



Es la curva que señala la relación entre la capacidad que la bomba suministrada y el NSPH requerido para un funcionamiento correcto de la bomba a la capacidad dada. Los datos se obtendrán de forma experimental.

7.10.7.5 Efecto de la viscosidad

Dado que las curvas características normales de una bomba centrífuga se basan en un funcionamiento con agua, que tiene una velocidad prácticamente nula, hemos de enfrentarnos con la posibilidad de bombear líquidos de mayor viscosidad. En estos casos como es el de nuestro proyecto el funcionamiento de la bomba cambia. La curva altura-capacidad cae conforme la viscosidad aumenta, la potencia absorbida crece de forma aguda sin embargo el NSPH requerido es prácticamente el mismo. El rendimiento de la bomba también cambiará con la viscosidad aumentando o disminuyendo.

7.10.8 Curva del sistema

Una vez consideradas las características de la bomba se procederá al estudio de las exigencias del sistema en el que la bomba se instale. Hay dos tipos de sistemas que serán los siguientes:

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

1. Los puntos de salida y entrada del fluido se encuentran al mismo nivel. Es decir, que hay una línea horizontal a través de cual fluye el líquido. Se puede suponer que en dicha línea hay elementos cambiadores de calor, válvulas y otros accesorios que aumentan las pérdidas de carga totales entre los puntos de salida y llegada. Sabemos que las pérdidas de carga en un sistema aumentan al crecer el caudal. Las pérdidas por rozamiento son proporcionales al cuadrado de la velocidad.



Por tanto, se puede trazar una curva para un sistema de esta clase en que la pérdida de carga se expresa en metros de columna de líquido. A capacidad cero, puesto que no hay corriente donde no hay pérdidas por rozamiento.

2. Los puntos de llegada se encuentran a un nivel superior que el de partida. Dado que el punto de llegada se encuentra en un nivel superior al de salida es necesario un aporte de energía al líquido para conducirlo al punto de salida, debido precisamente a esta diferencia de altura. La cantidad de energía que debemos añadir es la diferencia entre de altura entre los puntos inicial y final.

7.10.9 Selección de la bomba

Cuando hemos obtenido las curvas del sistema y de la bomba, se superponen una a la otra, y el punto de intersección de ambas representará la capacidad de la bomba. La capacidad a que la bomba trabaja es aquella que determina la intersección de su curva característica caudal-altura y la curva del sistema.

Si representamos gráficamente todas las curvas obtenidas, una vez conocida la capacidad con la que opera la bomba, podemos conocer la potencia que se precisa para su buen funcionamiento en estas condiciones de servicio así como el NPSH requerido.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

8. SISTEMA DE ILUMINACION

Dicha instalación eléctrica queda definida en el plano 4, con el esquema unifilar y la tabla de cálculo que se ha diseñado para dimensionar el circuito eléctrico que abastecerá de corriente los distintos equipos de la instalación que necesitan de ella.

Toda la instalación eléctrica ha sido diseñado cumpliendo el reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobadas por el R.D. 842/2002.

8.1. Sistema de iluminación



El sistema de iluminación servirá para dotar a la planta del grado de iluminación necesario para este tipo de instalación. El nivel de iluminación aconsejado es de unos 50 lux. La zona principal de iluminación será la correspondiente al alrededor de los tanques en un radio de 25 metros a la redonda medidos a partir del centro de los tanques.

Debido a su coste que no es demasiado elevado y su bajo nivel de mantenimiento se eligen para la iluminación de la planta lámparas de descarga de 320 W y 30000 lúmenes conectadas a tensión de 220 V. El número de lámparas será de 10.

8.2. Sistema eléctrico

El sistema eléctrico se instalará para cubrir los siguientes requerimientos:

- Sistema de iluminación
- Bomba de suministro de tanques
- Bomba de pluviales
- Bomba de derrames

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

El cálculo de la instalación se ha efectuado, que se ha hecho en la memoria de cálculo, siendo el método de la caída de tensión máxima admisible que según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, la norma MIE BT-017 indica que la tensión máxima será del 3% de la tensión nominal en instalaciones de alumbrado y del 5% para instalaciones de fuerza.

Tanto las secciones de los hilos conductores como de los tubos que servirán para alojar los mencionados hilos han sido calculados siguiendo dicho reglamento.



9. SISTEMA DE CONTRAINCENDIO

El sistema de protección de incendios en un almacenamiento de líquidos inflamables que es en el que nos hemos estado basando y sus instalaciones estará determinada por el tipo de líquido, la forma de almacenar dicho líquido, su situación y distancia hacia otros almacenamientos... Por estas circunstancias en cada caso se tomará el sistema y el agente extintor que mas se adecue a las características del líquido. Todo esto debe de cumplir como mínimo lo establecido en el reglamento sobre almacenamiento de productos químicos.

Estos equipos de protección deben de mantenerse en unas condiciones óptimas, esto se consigue mediante inspecciones, reparaciones, pruebas, reposiciones...

10. BIBLIOGRAFÍA

- Luis Civantos López-Villalta, Obtención de aceite de oliva virgen, Ed. Agrícola Española,S.A., 2008
- A. Madrid y J.M. Cenzano, Legislación y normas sobre el aceite de oliva y las aceitunas de mesa, Ed. Mundi-Prensa., 2002.
- D. Boskou, Química y Tecnología del aceite de oliva, Ed Mundi-Prensa., 1998
- Perry, Robert H. y Green Don W. Perry's chemical engineers' handbook, Ed. Mc Graw-Hill, 1999.

	PARQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE DE OLIVA	
	MEMORIA DESCRIPTIVA	

- Ministerio de Industria y Energía, RAP: Reglamento de aparatos a presión e instrucciones técnicas complementarias (ITC), Ed. Liteam, 2002.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología, RAQ: Reglamento de almacenamiento de productos químicos, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Centro de Publicaciones, 2002.
- Ministerio de Industria y Energía, comentarios Narciso Moreno Alfonso y Pedro José Martínez Lacañina, Reglamento electrónico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT01 a BT51: Real Decreto 842/2002, Ed. Tébar, 2003.
- American Petroleum Institute, Welded steel tanks for oil storage: API Standard 650, American Petroleum Institute, 1998.