



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

**REGENERACIÓN DE SALMUERAS DE LA INDUSTRIA DE
ADEREZO DE ACEITUNAS**

Autor:

CANTERA ALONSO, CARLOS

Tutor:

MARTÍNEZ MARCOS, BERNARDO

Valladolid, septiembre de 2014

RESUMEN

Palabras clave:

Regeneración, salmueras, industria, aceitunas, filtración.

Resumen:

Regeneración de las salmueras de fermentación provenientes de la industria del aderezo de la aceituna. Anualmente se producen en España unos 100.000 m³ de vertidos de salmueras de fermentación, que normalmente se arrojan a las balsas de evaporación sin ningún tratamiento previo.

Estas salmueras tienen una importante carga contaminante, así como una gran cantidad de cloruro sódico y una cantidad suficiente de ácido láctico que asegura la estabilidad de la solución en caso de reutilizarla posteriormente.

Este proyecto propone, explica y diseña al detalle, con todo su equipo necesario, dos técnicas independientes para poder reutilizar dichas salmueras. Ambos procesos generan un ahorro casi total de vertidos tóxicos y un beneficio para la empresa que también está incluido.

Los procesos son:

1. Tratamiento con carbón activo y filtración tangencial.
2. Tratamiento mediante ultrafiltración.

ÍNDICE

1. Memoria	
1.1. Objetivos	1
1.2. Antecedentes	2
1.2.1. Reseña histórica	2
1.2.2. Importancia económica y social	5
1.3. Descripción proyecto anterior	10
1.4. Composición aguas residuales	14
1.5. Descripción alternativas seleccionadas	18
1.5.1. Características proceso 1	18
1.5.1.1. Carbón activo	20
1.5.2. Características proceso 2	22
1.5.2.1. Bentonita	24
1.6. Tecnologías de membrana	25
1.6.1. Microfiltración	27
1.6.2. Ultrafiltración	29
2. Cálculos	
2.1. Bases generales de diseño	2
2.2. Diseño proceso 1	2
2.2.1. Cintas transportadoras	2
2.2.2. Silo carbón activo	4
2.2.3. Tanque agitado	5
2.2.4. Agitador	7
2.2.5. Pérdidas de carga y potencia bombas	9
2.2.6. Equipo de microfiltración	12
2.2.7. Depósito de almacenamiento	16
2.3. Diseño proceso 2	18
2.3.1. Pretratamiento con bentonita	19
2.3.2. Cálculo bomba de alta presión	20
2.3.3. Equipo ultrafiltración	21
3. Planos	
3.1. Diagrama de bloques proceso 1	1
3.2. Diagrama de bloques proceso 2	2

3.3. Diagrama de flujo proceso 1	3
3.4. Diagrama de flujo proceso 2	4
4. Evaluación económica	1
4.1. Costes de producción	2
4.1.1. Costes fijos	2
4.1.1.1. Costes directos	2
4.1.1.2. Costes indirectos	5
4.2. Ingresos	6
5. Evaluación impacto ambiental	1
5.1. Introducción y conceptos básicos	1
5.2. Contenidos de la E.I.A	3
5.3. Identificación de impactos	5
5.4. Predicción de impacto ambiental	12
5.5. Valoración impacto ambiental	16
5.6. Prevención impacto ambiental	17
6. Hojas especificaciones	
6.1. Línea tubería	1
6.2. Bomba proceso 1	2
6.3. Bomba proceso 2	3
6.4. Tanque agitado	4
6.5. Cinta transportadora	5
7. Bibliografía	

1. MEMORIA

1. Objetivos.

El proyecto que se presenta describe la instalación y funcionamiento de dos procesos para el tratamiento y reutilización de las salmueras procedentes de una entamadora, es decir, una industria encargada del aderezo de las aceitunas de mesa. El objetivo más importante de este proyecto consiste en el tratamiento de los grandes volúmenes de residuos líquidos que nos encontramos a lo largo de la elaboración de la aceituna.

Además del objetivo ya dicho anteriormente, este proyecto describirá otros apartados:

1. Estudio y descripción del sistema. Elaborar un plan de trabajo y escoger las técnicas de tratamiento de residuos más adecuadas para dicho plan.
2. Cálculo y dimensionado de los elementos necesarios para realizar la depuración de los residuos.
3. Búsqueda de una alternativa viable para aquellos productos que ya no puedan ser tratados.
4. Cálculo y dimensionado de la red de tuberías del sistema, equipos de bombeo y tanques de almacenamiento necesarios para un correcto funcionamiento de la instalación. Estudio y selección de los materiales.
5. Elaboración de los diagramas de flujo, proceso e instrumentación y planos de composición de la instalación.
6. Recuento de materiales de las tuberías, válvulas y accesorios con el objetivo de realizar un presupuesto lo más económico posible.

2. ANTECEDENTES

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

La salmuera es un rápido y eficaz método de conservación de alimentos utilizado desde la antigüedad para mantener verduras específicamente, el cual consiste en dejar reposar los alimentos en un poco de agua con sal, para que mantengan todas sus propiedades.

Aunque hoy en día, con todos los métodos de refrigeración que tenemos a nuestro alcance, utilizamos la salmuera, más como un método de añadir sabor a los vegetales, que como método de conservación.

La salmuera ha sido utilizada durante miles de años, por ejemplo los pepinos fueron encurtidos por primera vez hace 4.500 años en Mesopotamia desde donde se expandió a través del mundo por las rutas de comercio, llegando a la China en el siglo II a.C.. Es posible que este procedimiento de encurtir los pepinos haya sido conocido por la diáspora Judía. El proceso también era conocido por los griegos y egipcios antiguos. Los ciudadanos romanos consideraban los pepinos encurtidos como una delicadeza y por ello desarrollaron varias técnicas para prepararlos.

El gaditano Lucio Junio Moderato Columela, nacido entre el año 3 o 4 de nuestra era describe la fórmula para hacer una salmuera fuerte, importante tanto para salazones como para encurtir las aceitunas, entre otras muchas aplicaciones.

Este proceso lleva a entender perfectamente las salazones de pescados que tan famosos fueron en Roma, así como para comprender la conservación general de los alimentos en la antigüedad.

Sobre la forma de elaborar la salmuera dice Columela: "La salmuera fuerte la harás de esta manera: pon en la parte de la casería más expuesta al sol una tinaja con boca muy ancha, llena esta tinaja de agua de lluvia pues es el la mejor para el efecto;". Esta aclaración tiene lógica ya que en agua de los ríos y la que se disponía en general no era apta para el consumo, algo que siguió hasta bien entrado el siglo XIX, cuando se instalaron depuradoras en las ciudades, de ahí el agua de lluvia que se recogía en aljibes tanto para el consumo como para otras labores personales. Continúa aclarando que: "si no la hubiere llénala de agua de fuente muy dulce". Continúa diciendo "mete en ella una

canastilla de junco o una esportilla de esparto, la cual llenarás de sal blanca para que la salmuera salga blanca, sigue echando más sal hasta no poder disolverla”. Por último aconseja que se trasvase a otras vasijas impermeabilizadas con pez y que se sitúen cubiertas del sol, ya que de este modo no criará moho y tendrá buen olor.

En la Edad Media los métodos de conservación de alimentos eran escasos, y se reducían al control mediante su inmersión en sal: las salazones y salmueras. Un método destinado a preservar los alimentos, de forma que se encuentren disponibles para el consumo durante un mayor tiempo. El efecto de la salazón es la deshidratación parcial de los alimentos, el refuerzo del sabor y la inhibición de algunas bacterias. Existe la posibilidad de salar frutas y vegetales, aunque lo frecuente es aplicar el método en alimentos tales como carnes o pescados. Un ejemplo muy común es el jamón.

Hemos vivido en todo el siglo XX el auge de la conservas en lata, que contienen alimentos muertos de larga conservación, escasa o nulas vitaminas o proteínas fundamentales, destruidas durante el proceso de esterilización, y que implican en mayor o menor medida (más en los llamados al natural, que no contienen aceite), la ingesta de metales altamente tóxicos.

En cambio se ha descuidado y casi abandonado la antigua técnica de conservación de vegetales fermentados en salmuera, practicada en siglos anteriores, cuando no existían o no se habían difundido los frigoríficos y las enlatadoras.

En cada casa se guardaban las hortalizas en salmuera, que se cosechaban en los meses cálidos, en toneles de madera, situados generalmente en el sótano, donde las variaciones de temperatura son menores y luego se consumían durante los largos meses de invierno, hasta la próxima cosecha.

Se han encontrado vasijas con aceitunas en salmuera o secas, de los tiempos bíblicos.

Que ventajas ofrecen los vegetales fermentados en salmuera, entre ellos las aceitunas:

- En ellos se mantienen vivos los fermentos lácticos vegetales que favorecen naturalmente la digestión.

- El nivel de ácido láctico natural producido por esos fermentos, beneficia la salud, reemplaza al de los yogures y otros fermentados de la leche.
- Las fibras vegetales mantiene su estructura, que no es alterada por procesos de esterilización, cumpliendo su importante función digestiva.
- No implican uso alguno de energía en su elaboración, y por ende no contaminan la atmósfera.

Es claro que para que estos beneficios se manifiesten, es imprescindible, que a los vegetales fermentados en salmuera no se les adicione conservantes o inhibidores, que mantienen la salmuera transparente, a costa de casi todas sus cualidades. Los productores Orgánicos certificados, que no empleamos ningún conservante ni inhibidor, y solo usamos productos de la tierra obtenidos sin agredirla, afrontamos el riesgo menor de alguna refermentación totalmente inocua, que pueden enturbiar la salmuera, o cubrir la superficie de la salmuera con una ligera película blanca, igualmente inocua. Este riesgo que repetimos no afecta el producto, habitual en los vegetales conservados por nuestros abuelos o bisabuelos, se ha hecho casi nulo al controlar la acidez de nuestros productos, con técnicas modernas de laboratorio, de tal manera que el Ph (medida de acidez) sea de 3,2 a 4,2, y la acidez láctica mayor al 0,6% , porcentajes de acidez que impiden la refermentación.

Aún las hortalizas conservadas en vinagre, sin las cualidades de las fermentadas en salmuera, es conveniente que previamente a su introducción en vinagre, sean fermentadas en salmuera, para aumentar su digeribilidad, tal como sucede con los pepinos que pueden resultar pesados para algunos organismos si no son fermentados en salmuera.

Las hortalizas en salmuera pueden ser enjuagadas, para disminuir su contenido de sal cuando el consumidor lo desee.

1.2 IMPORTANCIA ECÓNOMICA Y SOCIAL DE LA ACEITUNA DE MESA EN ESPAÑA

Social:

Nadie concibe un aperitivo sin aceitunas. Son las estrellas del tapeo. Desde las más pequeñas, a las más gigantes, ya sean verdes o negras, dan sabor y aumentan el valor nutricional de ensaladas, ensaladillas, pizzas, empanadas, salsas, huevos rellenos, canapés y bocadillos.

En España se consumen alrededor de 3,5 kilos por persona y año de aceitunas de mesa, en aperitivos, ensaladas, rellenos de carne, pizzas y salsas, lo que convierte a este país en uno de los más aficionados del mundo a este alimento. El sector olivarero dedica casi un 50% de la producción de la aceituna de aderezo –unas 300.000 toneladas anuales- a la exportación, situando a España por delante de Italia, Grecia y Turquía, como el primer país exportador del mundo.

La aceituna de mesa se puede considerar como un alimento de gran valor nutritivo, rica en componentes grasos de gran calidad, contiene todos los aminoácidos esenciales, gran cantidad de minerales, un apreciable contenido en carotenos (provitamina A), vitamina C y tiamina, y buena cantidad de fibra, aportando unas 150 calorías por 100 gramos de alimento.

Pertenece a un grupo de alimentos cuyo factor común es la elevada proporción de grasas, hasta un 20%, que entran en su composición, al igual que la soja, cacao, girasol, piñones, almendras, nueces y avellanas.

Económica:

La aceituna de mesa es un producto de una gran importancia económica en España. El olivar de verdeo, aquél dedicado a la producción de aceituna de mesa, requiere unos cuidados tan especiales que casi podrían compararse con las tareas de la jardinería y, una vez la aceituna en su estado de madurez adecuada, se recoge a mano para no dañar el fruto. Esto da una idea de la cantidad de mano de obra que se necesita.

Ya en la industria nos encontramos con unas necesidades similares para las etapas del aderezo, escogido, clasificado, deshueso, relleno y envasado. Esta repercusión económica y social es más evidente aún en muchas zonas en las que prácticamente no existe alternativa a este cultivo y la única industria que existe es la dedicada a la elaboración de aceituna para consumo directo. Atendiendo a su color, las aceitunas se clasifican en verdes, de color cambiante, obtenidas de frutos con color rosado, rosa vino o castaño, negras naturales, que pueden ser de color negro rojizo, negro violáceo, negro verdoso o castaño oscuro y, finalmente, negras, oscurecidas por oxidación.

Dadas las numerosas aplicaciones que tiene la aceituna de mesa, se comprende mejor la gran cantidad de formas de presentación que se recoge en la Reglamentación Técnico-Sanitaria: con hueso o enteras, deshuesadas, rellenas, en mitades, en cuartos, en gajos, en rodajas, troceadas, rotas, machacadas o partidas, seccionadas, punzadas, alcaparrado, aceitunas para ensalada, aceitunas colocadas, con pedúnculo, pasta de aceitunas, aceitunas aderezadas o aliñadas.

Cualquier descripción del sector de aceitunas de mesa que se haga debe incluir necesariamente una referencia muy especial a Andalucía ya que en esta Comunidad Autónoma se concentra la mayoría de la producción y de la industria de transformación y envasado de este producto.

Efectivamente, de acuerdo con la información disponible facilitada por la Agencia para el Aceite de Oliva, de las 407 empresas dedicadas al aderezo y envasado de aceituna de mesa registradas para actuar en el régimen de ayudas comunitarias a la aceituna de mesa ayuda cuyo destinatario es el productor y no la industria, 237 se localizan en Andalucía, lo que representa el 58,23 por 100 de las instalaciones, destacando la provincia de Sevilla con 152, el 37,35 por 100.

En cuanto al reparto de la producción, la información más fiable es también la que proporciona la Agencia para el Aceite de Oliva a partir de los datos suministrados por las propias empresas. Así, las entamadoras situadas en Andalucía recibieron en la última campaña 2003/2004, 442.854,7 toneladas, lo que representó el 76,86 por 100 de la producción nacional que se elevó a 576.194,3, destacando también en este caso la provincia de Sevilla que representó el 57,41 por 100 con 330.813,1 toneladas.

Podemos clasificar las empresas entre sociedades cooperativas y sociedades privadas, clasificación interesante a efectos de analizar el destino de la aceituna cruda. Se observa que del total de empresas, el 30 por 100 son cooperativas y el 70 por 100 industrias privadas, recibiendo aquéllas el 46,59 por 100 de la producción y éstas el 53,41 por 100, según los datos de la última campaña.

Atendiendo a la complejidad de los procesos de elaboración, se puede distinguir también dos tipos de empresas fundamentalmente: entamadoras, aquéllas que normalmente solamente realizan la primera transformación de la aceituna que consiste en convertir la aceituna cruda en un producto comestible, y entamadoras- envasadoras, que son aquéllas que realizan el proceso completo de aderezo, deshueso, relleno y envasado.

Por lo demás, como el resto de la industria agroalimentaria española, la de aceituna de mesa constituye un sector muy atomizado, ya hemos visto el elevado número de operadores, con empresas de pequeño y mediano tamaño en su mayoría y que destaca fundamentalmente por su tradicional dedicación a la exportación.

España, y Andalucía dentro de ella con una importancia fundamental, es el líder mundial en producción y comercialización de aceituna de mesa. Aun aceptando como buenas las dudosas cifras que facilitan algunos países, España con 576.000 toneladas representa casi el 40 por 100 de la producción mundial y comercializa más del 50 por 100 del comercio internacional de este producto. El sector ha alcanzado un alto nivel de automatización en los procesos y también en la gestión y control de calidad, disponiendo de aceituna también de muy buena calidad. Como hemos visto, hay una clara tendencia a abandonar la venta a granel a favor de los envases pequeños de mayor valor añadido.

Se trata, en definitiva, de un sector moderno que cuenta en gran medida con una tecnología propia desarrollada por empresas españolas. Son suficientemente ilustrativas del esfuerzo de modernización que ha llevado a cabo el sector, los datos de inversión que incluyen las ampliaciones y nuevas instalaciones en Andalucía: en el período 1994-1999 se realizaron 59 proyectos, con una inversión total de casi 30 millones de euros y el 2000-2003 fueron 125 con 97 millones.

Al importante crecimiento de la producción, que ha pasado de las 233.000 toneladas de media en el período 1992-1997, a las 530.000 en el año 2001-2003, la industria ha respondido con un notable aumento de su capacidad de elaboración, pero el ritmo de crecimiento del consumo no parece ser el mismo, y ya han aparecido las tensiones propias de una situación de exceso de oferta. Además, como el resto de la industria agroalimentaria, la de aceituna de mesa sufre los efectos negativos de la concentración de la distribución. A la vista de todo lo anterior, una serie de actuaciones aparecen como prioritarias para garantizar un futuro mejor para el sector:

- Ordenación del sector: el gran número de operadores y el fuerte crecimiento de la producción y capacidad de elaboración, hacen necesario la adopción de medidas de ordenación y regulación del sector y el mercado que garanticen una rentabilidad mínima para los productos y los industriales.

- Cuidado de la calidad: tanto en la producción como en la elaboración, existe una clara orientación al volumen más que a la calidad, lo que no contribuye en nada a la apreciación del producto. Es necesario que empezando desde el agricultor, toda la cadena le dé mucha más importancia a la calidad, desechando aquellas aceitunas que no cumplan unos niveles mínimos y que, por tanto, no deben comercializarse.

- Promoción sectorial de la aceituna: es necesario recuperar la promoción de la aceituna de mesa que tan buenos resultados dio hasta las últimas campañas que se hicieron en 1990-1991. Para ello es imprescindible establecer un marco de cooperación entre todas las organizaciones que representan al sector, utilizando la organización interprofesional, que es el instrumento adecuado para poder constituir un fondo para este tipo de actividades.

- La falta de marcas es una de las grandes carencias del sector: el cual dedica la mayoría de su capacidad a elaborar aceitunas con marcas de terceros.

Cada vez es más evidente la necesidad de una reflexión profunda sobre las bases en las que se asienta el desarrollo actual del sector y los riesgos de futuro para que las empresas puedan decidir las estrategias individuales más adecuadas.

Conclusión:

Andalucía es la Comunidad Autónoma donde se concentra la mayoría de la producción y la industria de aceituna de mesa, sector con una gran repercusión económica y social. Como el resto de la industria agroalimentaria, la de aceituna de mesa constituye un sector muy atomizado con predominio de las pequeñas empresas, pero que destaca por su fuerte vocación exportadora.

El sector es líder en producción y comercialización mundial de aceituna de mesa, siendo las áreas principales de destino EEUU y la UE. Las principales tendencias en los últimos años han sido el crecimiento de las exportaciones a los países de la UE, Rusia y países del Este, el aumento proporcional más importante de las variedades dedicadas a la elaboración de aceituna negra al estilo californiano y la disminución de la importancia de las exportaciones a granel a favor de las envasadas en formatos más pequeños y de más valor.

De cara al futuro, el sector debería reflexionar sobre las estrategias actuales de la mayoría de las empresas orientadas al volumen fundamentalmente, y plantearse estrategias de calidad e introducción de marcas apoyadas por políticas de promoción sectoriales que contribuyan a mejorar la apreciación del producto por el consumidor.

3. Descripción del proyecto anterior.

Existen varios procesos para obtener aceitunas comestibles, de entre todos ellos el elegido a desarrollar en el anterior proyecto fue el “estilo a la sevillana”.

El proceso consiste en nueve pasos. Después del lavado (1), a las aceitunas frescas se les quita el amargor con una solución de NaOH (lejías) (2). El NaOH hidroliza la oleuropeína (responsable de la amargura en aceitunas) en hidroxitirosol y glucósido ácido oleanólico. Luego se aclaran las aceitunas con agua (3.4.5). El siguiente paso es poner las aceitunas en salmuera de NaCl o de KCl, en la cual experimentan la fermentación láctica por medio de bacterias de ácido láctico (6). Antes de envasarlas se elimina la fermentación media con agua (7), acabando con un último paso de lavado (8). Al final se envasan en una solución de salmuera (9).

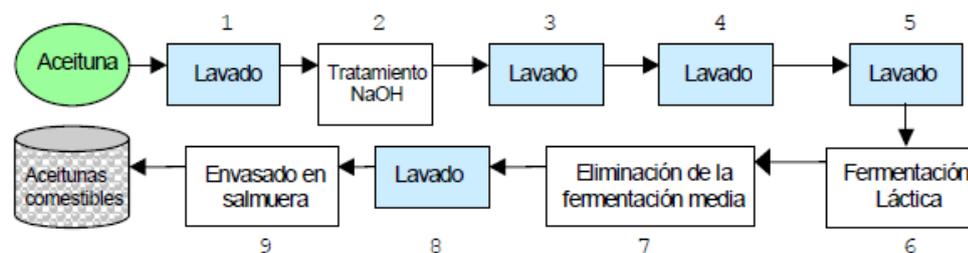


Ilustración 1, esquema del proceso de aderezo de aceituna estilo sevillana

Dicho proceso conlleva un derroche excesivo de recursos, el objetivo principal del proyecto consiste en solucionarlos, tanto el derroche de recursos como el tratamiento de los residuos.

El agua, por tratarse de un recurso esencial, indispensable para la vida e insustituible, necesita un uso eficiente, que es el principio general de cualquier gestión. En España, y más en concreto en Andalucía, encontramos una escasez de recursos hídricos, tanto fluviales como de acuíferos subterráneos, o los propios que cedan las compañías de suministro.

Si se tomara el agua del río haría falta una planta de tratamiento costosa que, al final, tendría una repercusión económica en el producto terminado. Si se tomara de

acuíferos subterráneos el problema sería el mismo, ya que sería necesario un tratamiento de descalcificación y, además, un tratamiento terciario de eliminación de nitratos.

Además, las empresas se encuentran con la necesidad de grandes superficies para balsas de evaporación natural, con el consiguiente problema de autorizaciones de balsas y de vertidos por el cada vez mayor control de la administración. Esto supone al mismo tiempo dificultades para la ampliación de los procesos al no poder hacer balsas nuevas.

Toda esta situación se ve agravada por un aumento importante del control y sanciones administrativas, económicas, amenazas de cierre y de cárcel, etc. Todo esto, en conjunto, lleva a la existencia de una necesidad de tratamiento de los residuos. A corto plazo las industrias de aderezo van a tener que tratar las aguas residuales.

Para evitar todos estos problemas, el esquema inicial se ha reducido considerablemente, el resultado final sería:

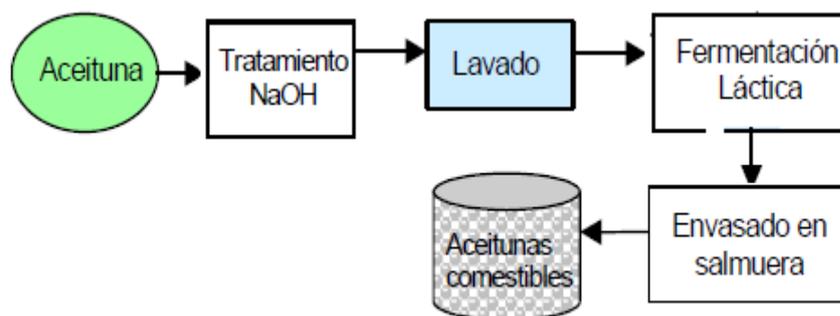


Ilustración 2, esquema reducido aderezo aceituna estilo sevillana

Cocido.

Es la operación fundamental del aderezo, y consiste en un tratamiento con solución diluida de sosa cáustica. Su objetivo es la eliminación de la oleuropeína, un glucósido de la aceituna responsable de su amargor característico. Además, el cocido favorece el posterior desarrollo de una fermentación láctica.

Lavado.

El principal objetivo es la eliminación de la lejía adherida a la superficie de los frutos y la que ha penetrado en la pulpa. Para ello las aceitunas se mantienen sumergidas en el agua de lavado (de pozo) durante un tiempo variable y se le dan uno o varios lavados, en función de la concentración de la lejía. Otra de las consecuencias del lavado es la disolución de los azúcares contenidos en la aceituna, que servirán para la siguiente fase.

Colocación en salmuera.

Las aceitunas se colocan en fermentadores y se cubren con salmuera. Se tapan, y se disponen ordenadamente en patios soleados. La salmuera es de 10-11°Bé, para todas las variedades, constituida por cloruro sódico, agua y las impurezas de éstas. Al ponerse en contacto con la aceituna, ésta se arruga a consecuencia de la mayor presión osmótica exterior, y la salmuera se transforma en un medio de cultivo rico a costa de los componentes del fruto. Además la salmuera disminuye su concentración al ponerse en contacto con el fruto.

Fermentación.

En cuanto la salmuera se convierte en un medio de cultivo apto para el desarrollo de los microorganismos comienza la fermentación de la aceituna. Ésta se divide en cuatro fases bien definidas caracterizadas por un desarrollo diferente de la población microbiana y, en consecuencia, por un cambio de características fisicoquímicas de la salmuera..

Los organismos presentes en la fermentación (aunque ésta es, fundamentalmente, una fermentación láctica) consisten en bacterias de multitud de géneros y especies, junto a mohos y levaduras. Esta diversidad de microorganismos es

consecuencia de las diferentes contaminaciones producidas durante la manipulación del proceso y del agua empleada, del ambiente, de los utensilios y de la propia salmuera.

Envasado.

Por línea de envasado se entiende el conjunto de máquinas que, perfectamente enlazadas, realizan de forma automática las operaciones necesarias para poner el producto en el comercio. En Sevilla se ubican el 70% de las industrias de elaboración y envasado de aceitunas de mesa.

4. Composición de las aguas residuales

La composición de esta agua varía según las elaboraciones, aunque todas tienen en común el llevar una carga orgánica importante. El tratamiento de aceitunas negras aderezadas por oxidación es el que da lugar a una cantidad mayor de aguas residuales. Le siguen en importancia las aceitunas verdes estilo español o sevillano, aunque éstas últimas acaparan la mayor parte de la producción andaluza.

TIPO DE PREPARACIÓN	LEJÍAS	AGUAS DE LAVADO	SALMUERAS	TOTAL
ACEITUNAS VERDES	0.6	1	0.5	2.1
ACEITUNAS NEGRAS	1.5	2	0.5	4

Tabla 1, vertidos líquidos por cada kg de aceituna producido

Los datos se dan como litros de agua residual por kilogramo de frutos tratados.

En la siguiente tabla se muestran algunas características de las aguas residuales de aceitunas verdes preparadas al estilo español:

CARACTERÍSTICAS	LEJÍAS	AGUA DE LAVADO	SALMUERA
pH	12.2	11.2	3.9
NaOH(g/l)	11.2	1.5	-
NaCl(g/l)	-	-	97.0
Ac. Láctico(g/l)	-	-	6.0
Azúcares(g/l)	8.6	8.0	-
Polifenoles(g/l)	4.1	6.0	6.3
DQO (g/L)	23.0	24.6	10.7
DBO (g/L)	15.0	12.3	9.5

Tabla 2, característica de las aguas residuales

Salmueras de fermentación

En general, son soluciones que llevan una importante carga contaminante medida en términos de DBO5 (Demanda biológica de oxígeno a los cinco días), DQO (Demanda química de oxígeno) y sólidos orgánicos en disolución. Asimismo, contienen una cantidad elevada de cloruro sódico 7-9% (p/v), y acidez láctica 0,6-1,5% (p/v), que aseguran la estabilidad del producto durante el período de conservación y que, en principio, podrían ser aprovechables en caso de reutilización. Los niveles entre los que oscilan los diversos parámetros se han recogido en la siguiente tabla:

Principales características de las salmueras de aceitunas verdes estilo español o sevillano

	Rango
pH	3,6 - 4,3
NaCl (g/l)	60,0 - 90,0
Acidez libre (g ac. láctico/l)	5,0 - 15,0
Acidez combinada (mN)	80,0 - 120,0
Polifenoles (g ac. tánico/l)	1,8 - 4,0
Color ($A_{440}-A_{700}$)*	0,2 - 0,6
Sólidos en suspensión (g/l)	0,2 - 2,0
DBO ₅ (g O ₂ /l)	14,0 - 18,0
COD (g O ₂ /l)	16,0 - 26,0

Tabla 3, características de las salmueras

Además, conviene resaltar que gran parte de la DBO5 y DQO de las mismas proviene de la presencia del láctico libre y combinado en forma de lejía residual.

La presencia de polifenoles con estructuras químicas muy estables y muchos de ellos con propiedades bactericidas dificulta la tratabilidad biológica de estos vertidos. También, la alta proporción de cloruro sódico es un inconveniente. Por ello, se requerirían grandes diluciones para adaptarlos a las condiciones exigidas para ser depurados en las plantas de tratamiento convencionales, por lo que las autoridades encargadas de los servicios de saneamiento han presentado siempre objeciones a que las salmueras puedan ser vertidas a los cauces públicos o redes de alcantarillado municipal.

La salmuera procedente del proceso de fermentación de las aceitunas verdes o salmueras madres se suelen eliminar en las plantas envasadoras, sustituyéndose por salmueras nuevas. Está en fase de experimentación su posible reutilización.

Esta salmuera madre tiene una importante carga contaminante y son aguas fuertemente coloreadas por la presencia de polifenoles.

La composición de esta agua residual provoca dificultades de tratamiento, por lo que se han venido desarrollando diferentes métodos para su eliminación o reutilización.

1. Eliminación: se trata de reducir la mayor parte del agua contenida por procesos de evaporación y destruir la materia orgánica resultante. El alto contenido en sal al concentrarse las aguas provoca un incremento del punto de ebullición y el peligro de corrosión por cloruros. Existen evaporadores que trabajan al vacío, evitando así las altas temperaturas y por tanto el peligro de corrosión. El calentamiento de cada evaporador se realiza mediante los gases producidos en el evaporador anterior. El sistema más utilizado por las industrias del sector son las balsas de evaporación.
2. Reutilización: actualmente continúan las investigación en la regeneración de salmueras madres para su reutilización. De momento no ha habido resultados positivos al reutilizarla en posteriores fermentaciones, pero sí han sido aceptables en otros usos, fundamentalmente en el proceso de envasado, además de en otras secciones que requieren aporte de salmuera como suelen ser el deshueso, el relleno, etc.

Las dos tecnologías que han dado resultados más favorables y que parecen más prometedoras para la recuperación de salmueras han sido de tipo físico-químico mediante:

- Tratamiento con carbón activo y filtración tangencial.
- Ultrafiltración.

Las balsas de evaporación

Es la última opción que se debe tomar a la hora de deshacerse de los vertidos de la industria. Pero muchas veces no queda otra opción.

El único método de eliminación que no necesita el suministro de grandes cantidades de energía es la evaporación en lagunas o balsas. La evaporación depende de la climatología y puede oscilar entre 5 y 10 mm al día, por lo que el volumen y superficie de las mismas ha de tener en cuenta la pluviometría y la producción de la fábrica.

A pesar de las numerosas investigaciones realizadas es la forma más extendida de evitar la contaminación por esta agua residual. Su empleo debe considerarse sólo como una etapa transitoria.

Las balsas recogen la lejía que no sea reutilizada en el proceso de cocción de la aceituna de verdeo, así como las aguas procedentes de los lavados posteriores. Asimismo, en ocasiones la salmuera de fermentación es vertida conjuntamente con dichas aguas alcalinas, resultando un agua residual con un pH de 7'2-7'3 como máximo.

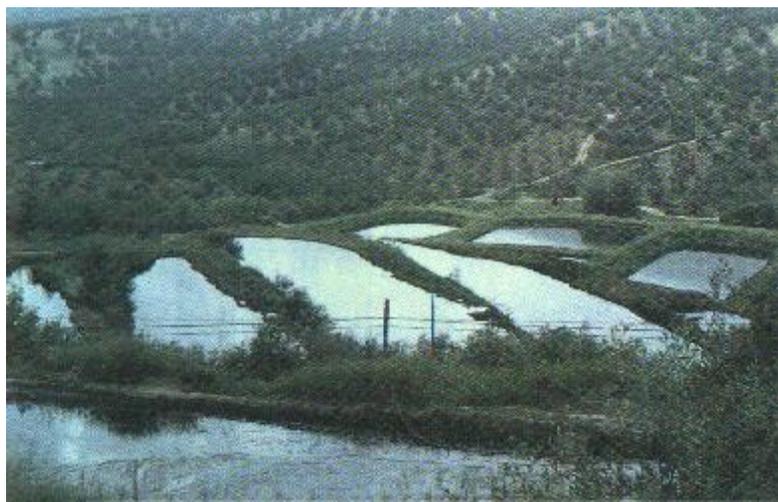


Ilustración 3, balsa de evaporación típica

5. Descripción detallada de la alternativa seleccionada.

Como ya se ha explicado anteriormente, los tratamientos más eficaces para el tratamiento de estas salmueras son los físicos-químicos mediante:

- Tratamiento con carbón activo y filtración tangencial (microfiltración).
- Ultrafiltración-ósmosis inversa.

5.1 Características de la regeneración mediante tratamiento con carbón activo y filtración tangencial

Una de las principales ventajas que tiene este método es su versatilidad, ya que la intensidad del tratamiento y, por tanto, el coste puede ajustarse de acuerdo con la finalidad que se vaya a dar a la salmuera regenerada. Si ésta se destina al envasado, se requerirá la casi total eliminación del color y, en este caso, se deberá recurrir a la utilización de una mayor cantidad de carbón activo.

Pero, sin embargo, cuando se vaya a emplear para el "requerido", completar bombonas después de la clasificación, etc., puede ser suficiente sólo una filtración. También, el concentrado pudiera ser fácilmente secado y quemado en la propia industria si esta dispusiera de caldera de orujillo, con lo cual el desprenderse de este residuo resultaría fácil en este caso.

Asimismo, la elección del tipo de carbón activo es decisiva, ya que el comportamiento de los mismos es muy desigual. En la siguiente tabla se muestran los efectos de diferentes carbones activos, utilizados a dos concentraciones, sobre algunos parámetros de las salmueras.

Efecto de diferentes carbones activos, utilizados a dos concentraciones, sobre algunas características de las salmueras

	Salmuera original	Proporción de carbón activo					
		5 g/l			10 g/l		
		GA(1)	EA	GPG	GA	EA	CPG
pH	4,20	4,20	4,25	4,23	4,24	4,32	4,30
Acidez libre (g ac. láctico/l)	7,5	7,00	7,00	6,90	6,70	6,40	6,40
Polifenoles (g ac. tánico/l)	3,54	2,06	2,51	2,06	1,62	1,65	1,01
Color ($A_{440}-A_{700}$) [*]	0,64	0,15	0,57	0,48	0,05	0,45	0,31

Tabla 4, efectos de diferentes carbones activos sobre una salmuera

En la misma se aprecian claramente las dos consideraciones anteriores. De los diversos carbones ensayados hasta ahora, sólo el tipo GA, industrias Kerm, es el que presenta las características más adecuadas, pudiéndose utilizar en una proporción entre 5 y 10 g/l, para obtener una regeneración suficiente como para poder destinar el líquido al envasado de frascos.

El reúso de los líquidos de fermentación a escala de laboratorio y de planta piloto ha demostrado que su empleo no produce efectos desfavorables sobre el color ni el sabor del producto. Más recientemente se han efectuado también experiencias a nivel industrial.

El tratamiento completo consiste en un proceso de adsorción con carbón, seguido de filtración tangencial a través de un filtro cerámico con un tamaño de poro de 0,2 mieras. La salmuera regenerada se reutiliza en diferentes proporciones, en el líquido de gobierno de los envasados.

Efecto en las salmueras de envasado de la reutilización en diversas proporciones de salmueras regeneradas por tratamiento con diferentes porcentajes de carbón activo.

	Tipo de salmuera							
	Regenerada						Blanca	
	0,6%(1)			0,0%			Lisa	Desh
	70(2)	35		70	35			
Lisa	Lisa	Desh	Lisa	Lisa	Desh	Lisa	Desh	
pH	4,55	4,40	4,35	4,57	4,42	4,54	4,20	4,13
NaCl (% p/v)	5,90	5,60	5,60	5,90	5,70	5,80	5,70	5,60
Acidez libre (g ac. láctico/l)	5,80	5,80	5,20	6,00	5,80	5,50	5,70	5,60
Acidez combinada (mN)	82,00	81,00	82,00	99,00	93,00	88,00	76,00	64,00
Color ($A_{440}-A_{700}$)	0,36	0,37	0,33	0,59	0,48	0,55	0,34	0,29

Tabla 5, características de una salmuera regenerada por carbón activo

Carbón activo

Carbón activado es un término genérico que describe una familia de absorbentes carbonáceos altamente cristalinos y una porosidad interna altamente desarrollada.

Existe una amplia variedad de productos de carbón activado que muestran diferentes características, dependiendo del material de partida y la técnica de activación usada en su producción.

Es un material que se caracteriza por poseer una cantidad muy grande de microporos (poros menores a 1 nanómetro de radio). A causa de su alta microporosidad, un solo gramo de carbón activado puede poseer una superficie de 500 m² o más.

El carbón activado se utiliza en la extracción de metales (v. gr. oro), la purificación de agua potable (tanto para la potabilización a nivel público como doméstico), en medicina veterinaria y medicina humana para casos de intoxicación, en el tratamiento de aguas residuales, clarificación de jarabe de azúcar, purificación de glicerina, en máscaras antigás, en filtros de purificación y en controladores de emisiones de automóviles, entre otros muchos usos.

Características del carbón activo

El carbón activado puede tener un área superficial mayor de 500 m²/g, siendo fácilmente alcanzables valores de 1000 m²/g. Algunos carbones activados pueden alcanzar valores superiores a los 2500 m²/g. A modo de comparación, una cancha de tenis tiene cerca de 260 m².

Bajo un microscopio electrónico, la estructura del carbón activado se muestra con una gran cantidad de recovecos y de grietas. A niveles más bajos se encuentran zonas donde hay pequeñas superficies planas tipo grafito, separadas solamente por algunos nanómetros, formando microporos. Estos microporos proporcionan las condiciones para que tenga lugar el proceso de adsorción. La evaluación de la adsorción se hace generalmente mediante nitrógeno gaseoso a 77 K en condiciones de alto vacío.

El carbón activo saturado se puede regenerar mediante la aplicación de calor. Los aerogeles de carbón, que son más costosos, tienen superficies efectivas muy altas y encuentran uso similar al carbón activado en aplicaciones especiales.

Sus principales características son:

- **Área superficial:** Es la extensión de la superficie de los poros desarrollada dentro de la matriz del carbón activado.
- **Radio polares:** La determinación de la distribución de los tamaños de los poros es una forma extremadamente útil de conocer el comportamiento del material.
- **Dureza:** La dureza es un factor importante en el diseño del sistema, la vida útil de los filtros y la forma de manipulación. Presenta grandes variaciones, dependiendo del material original y su nivel de actividad.
- **Tamaño de las partículas:** Cuanto más fino es el tamaño de las partículas de un determinado carbón activado, mejor es el acceso al área superficial y más rápida es la tasa de cinética de adsorción. En sistemas de fase vapor, esto se debe considerar junto con la caída de presión, que afecta los costos energéticos. Una elección cuidadosa del tamaño de las partículas puede proveer significativos beneficios operativos.

5.2 Características de la regeneración mediante ultrafiltración.

La parte esencial de esta tecnología la constituye, sin duda, la membrana filtrante. Del tamaño del poro depende la capacidad de decoloración y las características finales de la salmuera.

Para que se consiga una buena clarificación debe emplearse un corte molecular igual o inferior a 1.000 daltons. La composición química de la misma es, asimismo, determinante, pudiéndose afirmar que las de polisulfona no muestran dificultades especiales y se regeneran razonablemente bien.

Previamente es recomendable hacer una decantación puesto que la filtración sólo consigue una mejora reducida: sin embargo, la floculación con bentonita en una proporción de 2 g/l (solución de imbibición del 2-6%) favorece de una forma muy sensible el caudal, que pasa casi al doble. Por ello, es de suponer que la actuación de la misma va más allá de la separación de los sólidos en suspensión, si bien, aún no se han estudiado las causas de este efecto.

Todas estas características deben tenerse presentes a la hora de diseñar los tratamientos con los equipos correspondientes, ya que de su optimización dependerá la cuantía de las inversiones iniciales necesarias y el coste de funcionamiento.

El proceso de ultrafiltración con la membrana seleccionada modifica sólo ligeramente las condiciones iniciales de la salmuera, manteniendo bien los porcentajes de NaCl y de acidez, los polifenoles, en general, disminuyen entre el 10 y el 30%. Sin embargo, la eliminación de vanillina, ácido cafeico y ácido a-hidroxibenzoico se produce de manera más selectiva y en proporciones más elevadas (55-80%).

Influencia de la ultrafiltración en las características físico-químicas de las salmueras de fermentación

Características	Salmuera Permeado Concentrado original		
pH	3,70	3,68	3,70
Acidez libre (g ac. láctico/l)	8,10	7,50	9,80
Acidez combinada (mN)	63,00	54,00	68,00
NaCl (g/l)	80,00	78,00	88,00
Polifenoles (g ac. tánico/l)	2,10	1,45	4,50
Color ($A_{440}-A_{700}$)*	0,44	0,06	>2,00

Tabla 6, características físico-químicas de las salmueras por efecto de la ultrafiltración

Si mezclamos esta salmuera regenerada con otra pura, quedaría con las siguientes características:

Características de las salmueras de envasado conteniendo el 45% de salmuera regenerada por ultrafiltración.

	Tipo de salmuera	
	Blanca	Regenerada
pH	3,67	4,05
NaCl (g/l)	48,00	45,00
Acidez libre (g ac. láctico/l)	7,60	6,90
Acidez combinada (mN)	65,00	100,00
Color ($A_{440}-A_{700}$)*	0,07	0,09

Tabla 7, características de las salmueras de envasado a un 45% regenerada

A pesar de la acidez combinada original, los valores de pH son aceptables para un producto pasteurizado. Tampoco, en este caso la textura, el color ni las características organolépticas de las aceitunas se modificaron con respecto a los testigos.

Bentonita

La **bentonita** es una arcilla de grano muy fino (coloidal) del tipo de montmorillonita que contiene bases y hierro, utilizada en cerámica. El nombre deriva de un yacimiento que se encuentra en Fort Benton, Estados Unidos. El tamaño de las partículas es seguramente inferior a un 0,03% al del grano medio de la caolinita.

El tipo más normal es la cálcica. La sódica se hincha cuando toma contacto con el agua. El hierro que contiene siempre le da color, aunque existe también una bentonita blanca. Este tipo dará un mejor color en reducción que en la oxidación cuando se emplea en cuerpos de porcelana. Existen diversos tipos de bentonita que varían tanto en la plasticidad como en la dureza. Existen unas pocas, como la tierra de batán, que carecen totalmente de plasticidad.

Es una arcilla muy pegajosa con un alto grado de encogimiento (los enlaces entre las capas unitarias permiten la entrada de una cantidad superior de agua que en la caolinita) y tiene tendencia a fracturarse durante la cocción y el enfriado. Por ese motivo no conviene trabajarla sola o como materia predominante de una masa. Su gran plasticidad puede servir de gran ayuda a cuerpos del tipo porcelana. También ayuda a la suspensión del barniz.

6. Tecnología de membranas

La tecnología de membrana se ha convertido en una parte importante de la tecnología de la separación en los últimos decenios. La fuerza principal de la tecnología de membrana es el hecho de que trabaja sin la adición de productos químicos, con un uso relativamente bajo de la energía y conducciones de proceso fáciles y bien dispuestas. La tecnología de la membrana es un término genérico para una serie de procesos de separación diferentes y muy característicos. Estos procesos son del mismo tipo porque en todos ellos se utiliza una membrana. Las membranas se utilizan cada vez mas a menudo para la creación de agua tratada procedente de aguas subterráneas, superficiales o residuales. Actualmente las membranas son competitivas para las técnicas convencionales. El proceso de la separación por membrana se basa en la utilización de membranas semi-permeables.

El principio es bastante simple: la membrana actúa como un filtro muy específico que dejará pasar el agua, mientras que retiene los sólidos suspendidos y otras sustancias. Hay varios métodos para permitir que las sustancias atraviesen una membrana. Ejemplos de estos métodos son la aplicación de alta presión, el mantenimiento de un gradiente de concentración en ambos lados de la membrana y la introducción de un potencial eléctrico.

La membrana funciona como una pared de separación selectiva. Ciertas sustancias pueden atravesar la membrana, mientras que otras quedan atrapadas en ella.

La filtración de membrana se puede utilizar como una alternativa a la floculación, las técnicas de purificación de sedimentos, la adsorción (filtros de arena y filtros de carbón activado, intercambiadores iónicos), extracción y destilación.

Hay dos factores que determinan la efectividad de un proceso de filtración de membrana: selectividad y productividad. La selectividad se expresa mediante un parámetro llamado factor de retención o de separación (expresado en $l/m^2 h$). La productividad se expresa mediante un parámetro llamado flujo (expresado en $l/m^2 h$). La selectividad y la productividad dependen de la membrana.

La filtración de membrana se puede dividir en micro y ultra filtración por una parte y en nanofiltración y ósmosis inversa (RO o hiperfiltración) por la otra.

Cuando la filtración de membrana se utiliza para retirar partículas más grandes, se aplican la microfiltración y la ultrafiltración. Debido al carácter abierto de las membranas su productividad es alta mientras que las diferencias de presión son bajas.

Cuando se necesita desalinizar el agua, se aplican la nanofiltración y la ósmosis inversa. La nanofiltración y las membranas de RO no actúan según el principio de porosidad; la separación ocurre por difusión a través de la membrana. La presión requerida para realizar la nanofiltración y la ósmosis inversa es mucho más alta que la requerida para la micro y ultra filtración, mientras que la productividad es mucho más baja

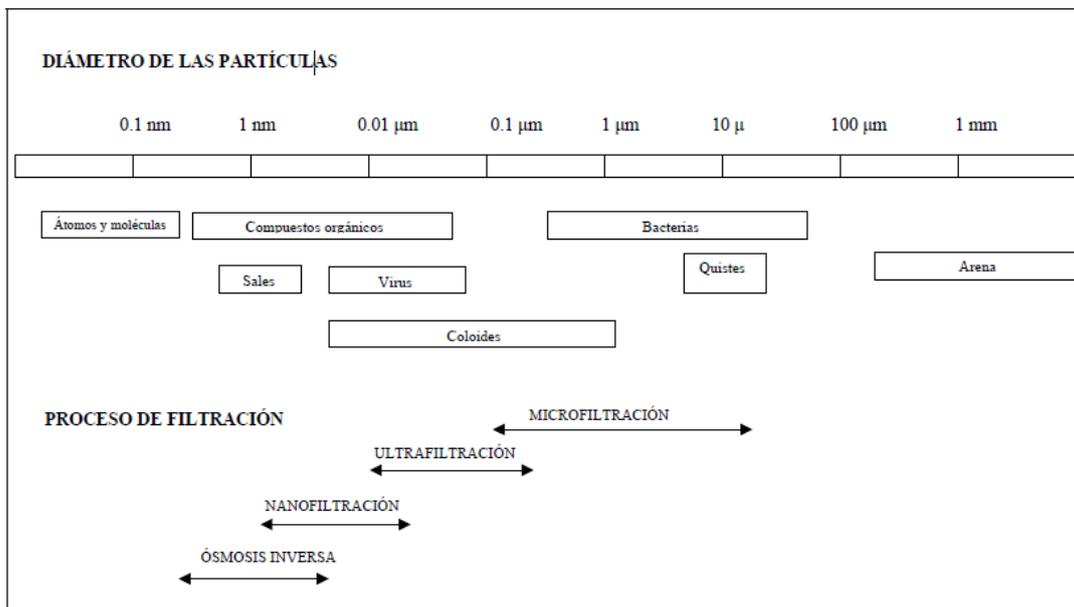


Ilustración 4, procesos de membrana según tamaño de partícula que son capaces de separar

MICROFILTRACIÓN

La microfiltración tangencial es una técnica semejante a las otras técnicas de filtración con membranas como la ósmosis inversa y la ultrafiltración. Es la respuesta a varios tipos de problemas en los cuales los aparatos existentes de separación líquido-sólido convencional no tienen una prestación suficiente. Es en particular el caso cuando las partículas que se quieren separar tienen un tamaño inferior a la micra, en cuyo caso se requiere aparatos técnicamente muy avanzadas como ultracentrífugas o elutriadores de gran velocidad, o con un flujo de filtración muy limitado y un cambio muy frecuente del medio filtrante.

La microfiltración tangencial se caracteriza como la técnica en la cual existe en la vecindad del medio filtrante y paralelamente a este medio, un campo de cizallamiento, que esencialmente impide la deposición de las partículas a separar. Este movimiento se obtiene al impulsar una velocidad relativa de la suspensión, bien sea en movimiento lineal, bien sea en movimiento rotativo respecto a la superficie del medio filtrante.

Esta definición se puede complementar indicando que la microfiltración tangencial puede considerarse como una técnica de separación de fase, es decir entre una fase dispersada y una fase dispersante de un medio polifásico; no es el caso de la ultrafiltración y de la ósmosis inversa, cuyo objetivo es la separación de constituyentes (moléculas o iones) disueltos en una sola fase.

Se puede también añadir que estas técnicas tratan partículas de algunas micras o algunos décimos de micras, partículas que se sitúan en el campo de transición en el cual el movimiento browniano empieza a tornarse significativo, y donde las fuerzas superficiales empiezan a dominar las fuerzas que tienen que ver con la masa o el volumen (Van der Waals).

La producción de ese cizallamiento en la vecindad de la superficie de la membrana implica un gasto energético que debe siempre tomarse en cuenta al evaluar un proceso de filtración tangencial.

En la puesta en práctica de un sistema de filtración tangencial con un material filtrante dado y en la concepción de los módulos operacionales, se deben tomar en cuenta tres factores:

1. La relación entre el área de la superficie filtrante y el volumen del filtro debe ser lo más grande posible.
2. La degradación energética debe resultar esencialmente de la fricción en la capa límite y de la transferencia al filtrado de una parte de la energía cinética.
3. Es su principio mismo, la microfiltración depende en gran parte del medio filtrante utilizado, mientras que el flujo de filtrado está influenciado por otros factores tales como:
 - La naturaleza de las partículas en suspensión (cristalina, pastosa, etc.)
 - La dimensión de las partículas.
 - La viscosidad del líquido.

APLICACIONES DE LA MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL

El campo de aplicación potencial de la microfiltración tangencial es muy amplio; citamos entre otros:

- El tratamiento de las aguas, en que se puede concebir como una filtración directa sobre membrana después de una floculación.
- La depuración de aguas usadas, en las cuales las técnicas de ultrafiltración ya se están utilizando en la escala industrial para concentrar la biomasa activa.
- La descontaminación de líquidos que interesa a la industria de componentes electrónicos ya como la industria farmacéutica.
- Las biotecnologías en las cuales la microfiltración tangencial encontrará su sitio para separar los substratos, y concentrar la biomasa (incluso para constituir el corazón de un proceso como es el caso de bioreactor de la membrana).
- La química fina en la cual la filtración tangencial es la solución de problemas de separación difíciles, tales como:
 - * Recuperación de sales metálicas cristalizadas (ZnS).
 - * Concentración de suspensiones de látex, etc.
- Las tecnologías propias: La microfiltración tangencial podría permitir la

recuperación y la valorización mediante el reciclaje de partículas "finas" que actualmente están arrastradas por los efluentes y constituyen así una fuente suplementaria de contaminación.

ULTRAFILTRACIÓN

La ultrafiltración es la continuación lógica de la microfiltración cuando se quiere detener fragmentos de materia aún más pequeños. Se encuentran en ultrafiltración los mismos módulos que aquellos utilizados en filtración tangencial; las diferencias principales con la microfiltración son las siguientes:

- 1) La presión de trabajo es más elevada, típicamente entre 4 y 8 atmósferas, por el hecho de que el tamaño de poros de la membrana de ultrafiltración es más pequeño.
- 2) Las especies a separar no son en realidad partículas en suspensión sino compuestos de tipo macromolecular o coloidal susceptibles de poseer fuertes interacciones fisicoquímicas con el material de la membrana.

APLICACIONES DE LA ULTRAFILTRACIÓN

La ultrafiltración se ha vuelto una técnica importante en el tratamiento de las aguas y de los efluentes industriales. Puede utilizarse directamente en la producción de agua potable gracias a su capacidad de retener las bacterias y los virus. Puede igualmente servir en el tratamiento de efluentes para bajar la demanda biológica en oxígeno DBO y la DCO antes de devolver el efluente al medio natural.

En algunos otros casos puede utilizarse como pretratamiento antes de la nanofiltración o de la ósmosis inversa. En el caso de las industrias agroalimentarias es en el tratamiento de la leche que la ultrafiltración ha sido más utilizada en particular para la concentración del lactosuero. Otro proceso en este campo es la ultrafiltración de la leche que conduce a la fabricación de queso por concentración de proteínas.

En las industrias del tratamiento de superficie, la ultrafiltración se utiliza para la regeneración de los baños de pintura por cataforéisis utilizados en la industria

automovilística. En el campo de la bioquímica, la ultrafiltración sirve para separar y concentrar enzimas, virus o principios activos que sirven a la fabricación de vacunas.

La ultrafiltración puede igualmente utilizarse para separar emulsiones aceite-en-agua. Las gotículas de aceite quedan retenidas mientras que el agua pasa a través de la membrana.

2. CÁLCULOS

CÁLCULOS

Bases generales de diseño

- **Capacidad y calidad de producción:**

Las dos plantas para la que se diseña el sistema de recuperación de salmuera será de $50\text{m}^3/\text{año}$ y se utilizará una cantidad igual para ambos procesos

El diseño del sistema depende directamente de la capacidad de la planta, y se diseña considerando que todo funciona a pleno rendimiento.

- **Función del sistema 1: tratamiento con carbón activo y microfiltración**

La función del sistema se distribuirá de la siguiente manera:

1. Almacenamiento: el proceso empieza con la salmuera almacenada en los tanques de fermentación.
2. Tratamiento con carbón activo: la duración del proceso será de 1 hora, disponemos de 2 tanques agitado de almacenamiento de 6000 litros de capacidad cada uno, como la cantidad a tratar es de 50t necesitaremos un total de 5 turnos para tratar toda la salmuera
3. Filtración tangencial: en este proceso se someterá a la salmuera almacenada a una filtración tangencial que eliminará los sólidos en suspensión, de este modo obtendremos la salmuera clarificada y con los parámetros deseados.
4. Almacenamiento: una vez tenemos la salmuera adecuada, pasaremos a almacenarla en unos depósitos de fibra de vidrio.

DISEÑO DEL TRATAMIENTO CON CARBÓN ACTIVO Y FILTRACIÓN TANGENCIAL

- **Cintas transportadoras**

Inicialmente diseñaremos el transporte de carbón activo al depósito de fibra de vidrio y resina de poliéster, el tratamiento será con 7 gramos de carbón activo por cada litro de salmuera:

$$C = S \times c = 5.000 \times \frac{7g}{l} = 35000g \text{ de carbón o } 35kg$$

C: cantidad total de carbón necesario

S: cantidad de salmuera en el tanque

c: gramos de carbón por litro de salmuera

En el transporte de materiales, materias primas, minerales y diversos productos se han creado diversas formas; pero una de las más eficientes es el transporte por medio de bandas y rodillos transportadores, ya que estos elementos son de una gran sencillez de funcionamiento, que una vez instaladas en condiciones suelen dar pocos problemas mecánicos y de mantenimiento.

Las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones, cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y regular para conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

Bandas transportadoras de pvc son las elegidas para el proyecto que se presenta. Se emplean para el transporte interior de productos manufacturados y/o a granel, en la mayoría de los sectores industriales: alimentación, cerámica, madera, papel, embalaje, cereales, etc.

Sus ventajas son:

1. Por que agiliza la producción ya que este sistema posee una velocidad constante y sin interrupción.
2. Es higiénico lo cual hace que el producto no se conmine con bacterias suciedades u otros factores que modifiquen el producto.
3. Puede ser instalado en interiores para obtener una mayor protección del producto.
4. El diseño propio de los sistemas de transportadores, ha requerido reducir el control a botones de accionamiento en los diferentes tramos del transportador, y que además pueden ser controlados desde estaciones permanentes de control.

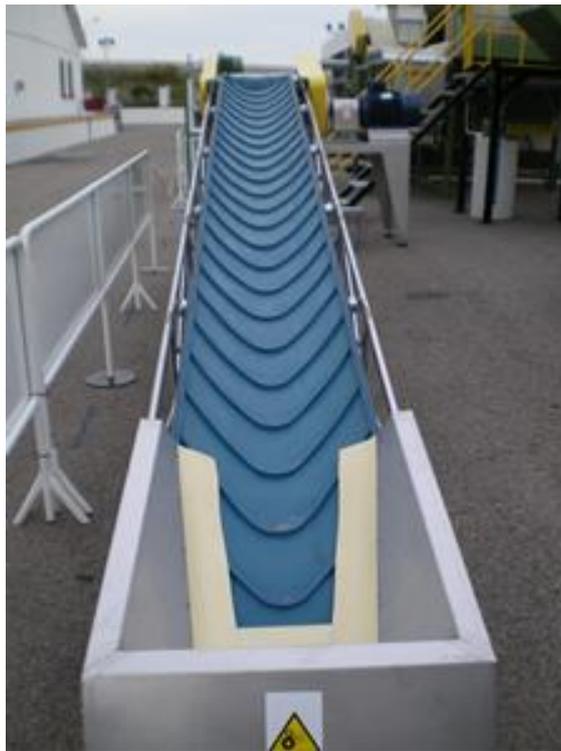


Ilustración 1, cinta transportadora de PVC

La capacidad de transporte viene determinada por el ancho y la velocidad de la banda. Además influyen factores como la granulometría y el ángulo de sobrecarga del material y la inclinación y tipo de transportador.

Capacidad efectiva en volumen:

$$Q_v = Q \times \varphi \times k \text{ (m}^3/\text{h)}$$

El coef. k depende de la granulometría del producto: $k = 0,75 - 0,85$

Θ = peso específico del material (t/m³)= carbón activo 0.8(t/m³)

Capacidad efectiva en masa:

$$Q_m = Q_v \times \Theta \text{ (t/h)}$$

Capacidad en m³/h

	En V a 20°		Artesa 30°					
VEL	Ancho		Ancho (mm)					
m/s	400	500	500	650	800	1000	1200	1400
0,52	23	36	39	61	107	178	250	358
0,66	29	46	49	86	136	226	317	455
0,84	37	59	62	110	173	287	403	579
1,00	44	70	74	131	206	342	480	690
1,31	58	92	97	172	270	448	629	904
1,68	74	118	124	220	346	574	806	1160
2,09	92	146	155	274	430	714	1000	1442

Tabla 1, tipos de cintas transportadoras y sus características

Realizando los cálculos, optaríamos por una cinta transportadora en V, nervada, de 400mm de espesor y una velocidad de 0.52m/s para echar la cantidad necesaria

- **Silo de carbón activo:**

El total de carbón activo a utilizar es de:

$$C = N^{\circ} \text{ciclos de los dos tanques} \times \text{carbón} = 10 \times 35\text{kg} = 350\text{kg carbón activo}$$



Ilustración 2, silo de carbón activo

En nuestro caso, necesitaremos un silo con capacidad para 350kg de carbón activo, así tenemos suficiente para la temporada entera.

- **Tanque agitado**

Una de las ventajas del equipo es la utilización en la construcción del P.R.F.V. que da a los equipos plena garantía de estanqueidad y de resistencia a la corrosión y al tiempo así como permiten unas condiciones isotermas que protege de los cambios bruscos de temperatura.

Cualidades del P.R.F.V. (poliéster reforzado con fibra de vidrio):

1. Alta resistencia química ante los agentes corrosivos. En este sentido se convierte en un elemento de construcción ideal para plantas de depuración, debido a la fuerte capacidad corrosiva de las aguas residuales.

2. Alta resistencia mecánica. Los tanques prefabricados en P.R.F.V. pueden ser enterrados a una profundidad de hasta dos metros y medio.
3. Material ligero. Se facilita enormemente la tarea de instalación gracias a la manejabilidad de los tanques.
4. Perdurabilidad. La resistencia química y su inalterabilidad hacen que una instalación fabricada con estos materiales dure para siempre.
5. Material Isotermo. El P.R.F.V. es un material térmicamente aislante. Las bacterias que realizan los procesos de depuración biológica, son sensibles a los cambios bruscos de temperatura, lo que evita el tanque de P.R.F.V.
6. Flexibilidad. El P.R.F.V. es un material flexible a la hora de trabajarlo, por lo que permite la realización de múltiples formas y diseños, pudiéndose adaptar a muchas exigencias.
7. Material Estanco. Hay garantía de una completa estanqueidad.

- **Dimensiones tanque agitado**

El tanque tiene que tener la capacidad suficiente para soportar el proceso en situación de máxima carga, es decir con 5000 litros de salmuera y 70 kg de carbón activo. Para asegurarnos de que el depósito tendrá la suficiente capacidad usaremos uno de 6000 l.

	Altura (metros)							
Diametro (metros)	1.20	1.30	1.50	1.70	2.00	2.50	2.75	3.00
Capacidad (litros)								
1000	1.10							
2000	1.80							
3000	2.70	2.30						
4000		3.00	2.25					
5000			2.85	2.20				
6000			3.40	2.70				
8000				3.50	2.60			
10000					3.20			
12000					3.80			
15000					4.80	3.05		
20000						4.10	3.35	
25000						5.10	4.20	3.55
30000							5.50	4.25
35000								4.95

Ilustración 3, dimensiones del tanque de PVC

1400 3318

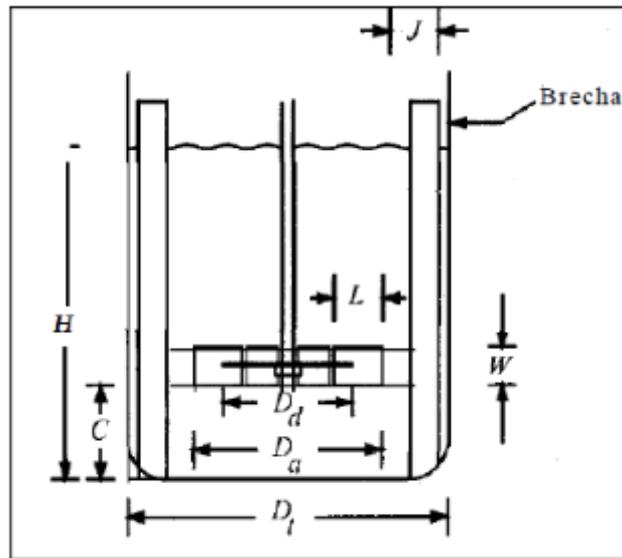
- **Diseño agitador.**

Para asegurar el rápido contacto entre el carbón activo y la salmuera, nuestro tanque dispondrá de un agitador de hélices.

Estas hélices poseen elementos impulsores de hojas cortas (menos de $\frac{1}{4}$ del diámetro del tanque); es un agitador de flujo axial, que opera con una velocidad media (60 rpm) y se emplea para líquidos que son poco viscosos. Los agitadores de hélice más pequeños, giran a toda la velocidad del motor.

Las corrientes de flujo, que parten del agitador, se mueven a través del líquido en una dirección determinada hasta que son desviadas por el fondo o las paredes del tanque. La columna de remolinos de líquido de elevada turbulencia, que parte del agitador, arrastra en su movimiento al líquido estancado, generando un efecto considerablemente mayor que el obtenido mediante una columna equivalente creada por una boquilla estacionaria. Las palas de la hélice cortan o friccionan vigorosamente el líquido. Debido a la persistencia de las corrientes de flujo, los agitadores de hélice son eficaces para tanques de gran tamaño.

Estos son algunos de los parámetros de interés en un agitador de hélices



De los cuales calcularemos los siguientes:

$$C = 0.3 \times D_t = 2 \times 0.3 = 0.6m$$

$$D_a = 0.2 \times D_t = 0.20 \times 1.70 = 0.34m$$

Ya tenemos la posición del agitador dentro del tanque y sus medidas básicas.

La velocidad del agitador será de 60rpm, con lo cual calcularemos el número de Reynolds

$$Re = \frac{D_a^2 * N * \rho}{\mu}$$

Donde:

D_a = diámetro hélice, 0.34m

N = velocidad 1 rps

μ =viscosidad, 1.2cp o 1.2×10^{-3} kg/m.s

ρ = densidad, 1.100kg/m³

De ahí obtenemos que el Re:

$$Re = \frac{0.34^2 \times 1 \times 1100}{1.2 \times 10^{-3}} = 105966$$

Observamos un Re alto, régimen turbulento que es lo que buscamos

- **Cálculos de pérdidas de cargas y potencia de bombas.**

En todos los cálculos utilizaremos la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_p - h_f = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

En este apartado vamos a calcular las pérdidas de carga debidas a la longitud de la tubería y a la longitud equivalente de los accesorios para seleccionar la bomba adecuada a nuestro sistema.

1. Fermentador al tanque agitado.

Aplicando un Bernoulli y realizando la tabla, obtenemos el siguiente resultado.

$$h_f = 4f \frac{L + L_{eq}}{D} \cdot \frac{u^2}{2g} = 18.15$$

H_f : Pérdidas debido a la fricción

L: longitud de tubería, 15m.

L_{eq} : longitud equivalente, dos codos y una válvula, total 15 m

Diámetro interior (=)mm	u (=)m/s	Re	ϵ/D	4f	$(-\Delta P)$ (=)m
60	3,54	2,16E+05	2,10E-02	0,05	18.15

Cálculo caudal y potencia:

$$Q = S \cdot u = \pi R^2 \cdot u = \pi \cdot 0.030^2 \cdot 3.54 = \frac{0.01m^3}{s}$$

La potencia de la bomba la obtendremos mediante la siguiente fórmula:

$$P = h_p \cdot \dot{m} \cdot g = 18.15 \times 11 \times 9.8 = 1956 \text{ W}$$

m : flujo másico



Ilustración 4, bomba centrífuga

2. Tanque agitado a sistema filtración tangencial:

Las condiciones a la entrada de del equipo de filtración tangencial requiere entradas de baja presión, con 2 atmósferas de presión a la entrada nos valdría

$$h_f = 4f \frac{L + L_{eq}}{D} \cdot \frac{u^2}{2g} = 10.15$$

H_f : Pérdidas debido a la fricción

L: longitud de tubería, 10m.

Leq: longitud equivalente, 3 codos y 1 válvula, 33.7m en este caso

Diámetro interior (=)mm	u (=)m/s	Re	ϵ/D	4f	$(-\Delta P)$ (=)m
70	4,33	3,09E+05	1,10E-04	0,017	10.15

$$h_p = 24,2$$

Cálculo caudal y potencia:

$$Q = S \cdot u = \pi R^2 \cdot u = \pi \cdot 0.035^2 \cdot 4.33 = \frac{0.016 m^3}{s}$$

La potencia de la bomba la obtendremos mediante la siguiente fórmula:

$$P = h_p \cdot \dot{m} \cdot g = 24.2 \times 17 \times 9.8 = 4003 W$$

Podemos utilizar la misma bomba que en el apartado anterior

Filtración tangencial

Para prevenir que las membranas sean dañadas por partículas duras y cortantes, el agua debe ser pre-filtrada antes de realizar los procesos de microfiltración o ultrafiltración.

Los poros de la unidad de pre-filtración deben estar entre 0.5 y 1.0 mm, dependiendo de la composición del agua residual. Cuando se realice la microfiltración y la ultrafiltración no será necesario un pre-tratamiento adicional del agua.

Una vez realizada la filtración previa, las aguas pasan al equipo de microfiltración, donde se efectuará la filtración tangencial, que tiene las siguientes características:

- Introducción de componente tangencial del flujo
- Fluido circula de forma paralela al membrana
- Surgen fuerzas de cizalla entre capas
- Consecuencia de la viscosidad y el rozamiento.
- Contrarresta el aporte convectivo, por erosión.

Factores que influyen al flujo de permeado durante el proceso de filtración

- Presión transmembrana

La presión transmembrana es la fuerza impulsora de los procesos de membranas bajo presión, y se define como la diferencia de presión entre el costado del retenido y el del permeado.

$$PTM = \frac{P_e + P_s}{2} - P_p = \frac{2+1}{2} - 1 = 0.5 \text{ bar}$$

Donde,

PTM es la presión transmembrana.

Pe es la presión a la entrada de la membrana.

P_s es la presión a la salida de la membrana.

P_p es la presión del flujo de permeado, normalmente atmosférica

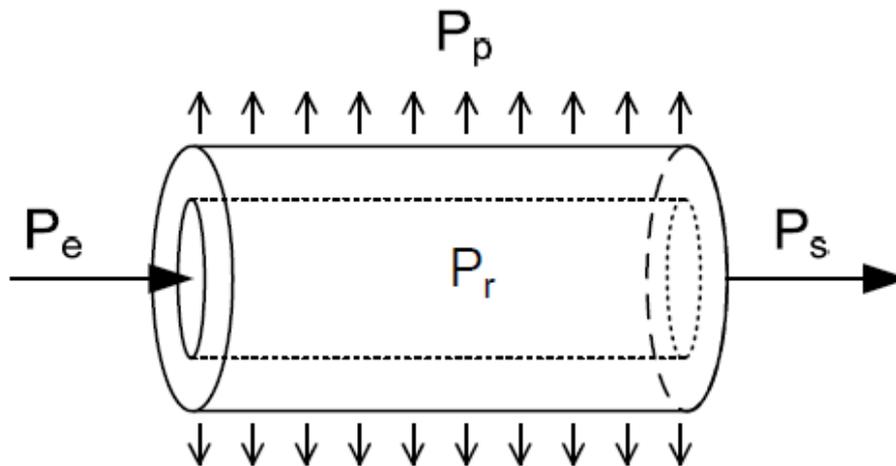


Ilustración 5, esquema de la filtración tangencial

- Flujo de permeado (l/m^2h):

Aumenta con la PTM pero disminuye incrementando la resistencia de la membrana. La relación entre el flujo y la resistencia de la membrana se modela mediante la ecuación de Darcy.

$$J = \frac{PTM}{\mu \cdot R_{tot}}$$

El flujo de permeado incrementa con la PTM pero la relación entre ellos solamente es lineal cuando la alimentación es agua pura. Si la alimentación es otra, el flujo pasa a ser independiente de la presión cuando se sobrepasa el llamado flujo límite (al que se llega cuando la capa de concentración de polarización alcanza un alto grado). Antes de llegar al flujo límite, el flujo de permeado aumenta con la presión.

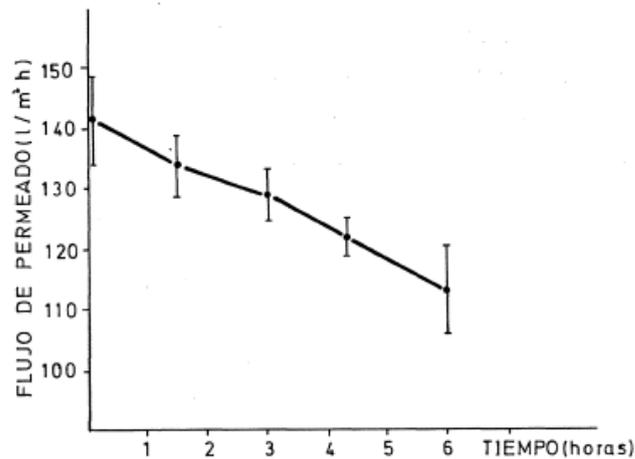


Ilustración 6, evolución del flujo de permeado en el tiempo

Para poder recuperar los valores iniciales de caudal de filtrado es imprescindible aplicar correctamente las instrucciones de lavado y regeneración del filtro

- Velocidad lineal o de flujo tangencial

La velocidad lineal es la velocidad a la cual la alimentación fluye dentro de la membrana. Para una membrana tubular la velocidad lineal se puede definir como la relación entre el flujo de entrada y la sección interior de la membrana.

$$Vl = \frac{F}{A} = \frac{0.016}{\pi \cdot 0.05^2} = 2$$

Donde:

F: el flujo de alimentación. [m³/s]

A: es la sección interior de la membrana. [m²]

Trabajaremos con velocidades tangenciales de 2 m/s, habrá que buscar en el catálogo la membrana adecuada para obtener esa velocidad



Ilustración 7, formas de membranas porosas en el mercado

Selección en un catálogo de una máquina que se adapte a nuestras necesidades

MODELO	MF-3	MF-5	MF-10	MF-15
Caudal de filtrado (Kg/h máx)	3.000	5.000	10.000	15.000
Dimensiones (LxAxH) (mm)	43000x2300 x2700	5000x2700 x2700	5500x3100 x3100	5800x3500 x3500
Espacio mínimo instalación (LxAxH) (mm)	5000x2500x 3100	5500x3100 x3100	6200x4000 x3900	6500x4500 x4300
Superficie de membranas (m2)	144	256	412	750
Presión de trabajo (bar)	de 1 a 3			
Ciclo de trabajo (h filtrado / h limpieza)	10/2			
Consumo aire (L/min a bar)	500 a 5			
Consumo vapor (kg.v/h a bar)	47 a 4	47 a 4	59 a 4	59a 4
Consumo agua tratada (m3/h. limpieza)	2,5	4	7,75	7,75
Potencia eléctrica (kW)	12	16	30	44

Tabla 2, modelos de equipos de microfiltración

Vemos que la MF-3 es más que suficiente para las necesidades de nuestro proyecto



Ilustración 8, equipo de microfiltración

Depósito almacenamiento

Una vez tengamos toda la salmuera tratada y recuperada para meterla en nuestro proceso de envasado, tenemos que almacenarla en depósitos de fibra de vidrio. Necesitaremos 5 contenedores de 10.000 litros para poder absorber los 50.000 litros tratados.

Una vez almacenado se incorporará al proceso de envasado con la salmuera de refresco.



Ilustración 9, depósito almacenamiento

- **Función del sistema 2: ultrafiltración**

La función del sistema se distribuirá de la siguiente manera:

1. Almacenamiento: el proceso empieza con la salmuera almacenada en los tanques de fermentación.
2. Pretratamiento con bentonita: disponemos de 2 tanques agitado de almacenamiento de 6000 litros de capacidad cada uno, como la cantidad a tratar es de 50t necesitaremos un total de 5 turnos para tratar toda la salmuera
3. Ultrafiltración: en este proceso se someterá a la salmuera almacenada a una ultrafiltración que clarificará la salmuera hasta dejarla en los parámetros requeridos
4. Almacenamiento: una vez tenemos la salmuera adecuada, pasaremos a almacenarla en unos depósitos de fibra de vidrio.

DISEÑO DEL TRATAMIENTO MEDIANTE ULTRAFILTRACIÓN

- Pretratamiento con bentonita

A medida que la carga de la solución original es mayor, se opone más resistencia a su regeneración. La filtración sólo consigue una mejora reducida: sin embargo, la floculación con bentonita en una proporción de 2 g/l favorece de una forma muy sensible el caudal, que pasa casi al doble. Por ello, es de suponer que la actuación de la misma va más allá de la separación de los sólidos en suspensión.

Todas estas características deben tenerse presentes a la hora de diseñar los tratamientos con los equipos correspondientes, ya que de su optimización dependerá la cuantía de las inversiones iniciales necesarias y el coste de funcionamiento.

Cantidad de bentonita necesaria:

Disponemos de 50.000 litros de salmuera a tratar, el pretratamiento es con 2g/l de bentonita:

$$B = S \times b = 50.000 \times 2 = 100.000g \text{ de bentonita, } 100 \text{ kg}$$

Siendo,

B, cantidad total de bentonita, en gramos

S, salmuera total a tratar, en litros

b, concentración por litro de bentonita, en g/l

El transporte se hará en cinta transportadora que será la misma que en el proceso anterior.

Los depósitos de fibra de vidrio y el agitador también serán los mismos, así como la bomba que envía la salmuera al tanque agitado.

Las diferencias vienen en el equipo de alta presión que se tendrá que utilizar y la máquina de ultrafiltración.

- Decantador bentonita:

En el decantador se realiza la sedimentación de los sólidos en suspensión procedentes del tratamiento con bentonita.

Tiene que tener una capacidad de 2000 litros, que es la misma cantidad de salmuera que viene del tanque agitado anterior. Recurriremos al catálogo de cualquier empresa para adquirir uno.

- Diseño del sistema de ultrafiltración.

En el comportamiento de las membranas y, sobre todo, en el flujo que se obtiene influyen una serie de, cuyos efectos se comentan a continuación:

Presión:

El permeado obtenido aumenta con la presión aplicada. En consecuencia, debe operarse a la máxima posible. En este caso se recomienda 18 bar, con lo que aún queda un adecuado margen de seguridad para el equipo.

Para conseguir esa presión realizamos un Bernouilli y calculamos las necesidades de potencia de la bomba.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_p - h_f = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

$$h_f = 4f \frac{L + L_{eq}}{D} \cdot \frac{u^2}{2g} = 18.15$$

La tubería tendrá las mismas características que en primer tratamiento, siendo los parámetros:

H_f : Pérdidas debido a la fricción

L : longitud de tubería, 15m.

Leq: longitud equivalente, dos codos y una válvula, total 15 m

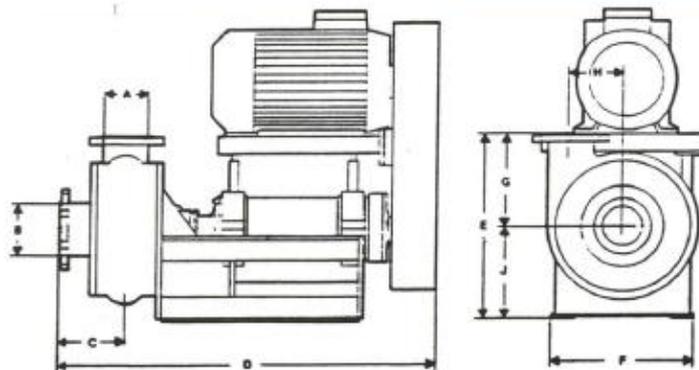
Diámetro interior (=)mm	u (=)m/s	Re	ϵ/D	4f	($-\Delta P$) (=)m
70	4	3,09E+05	1,10E-04	0,017	10.15

$$h_p = 171m$$

Con estos datos calculamos la potencia de la bomba,

$$P = h_p \cdot \dot{m} \cdot g = 171 \times 17 \times 9.8 = 28590W$$

Buscamos en el catálogo una que se adapte a esas condiciones



Bomba Tipo	Impulsión A	Aspiración		D	E	F	G	H	J	Motor Máximo	Peso Aprox. (kg)	
		B	C								Goma	Metal
H-30/25	25	32	55	600	333	285	173	100	160	7,5 KW	60	65
H-75/50	50	65	125	780	540	528	230	155	310	11 KW	160	175
H-100/80	80	100	178	1090	510	430	250	141	260	30 KW	250	280
H-125/100	100	125	178	1090	530	430	270	173	260	30 KW	280	330
H-175/150	150	165	225	1240	635	490	305	243	330	45 KW	400	490
H-250/200	200	250	277	1570	830	650	405	309	425	90 KW	800	1000

En este catálogo comercial se puede apreciar como la bomba H-100/80 cumple con las características necesarias.

- Presión transmembrana

La presión transmembrana es la fuerza impulsora de los procesos de membranas bajo presión, y se define como la diferencia de presión entre el costado del retenido y el del permeado.

$$PTM = \frac{P_e + P_s}{2} - P_p = \frac{18+1}{2} - 1 = 8.5 \text{ bar}$$

- Flujo de permeado (l/m²h):

$$J = \frac{PTM}{\mu \cdot R_{tot}}$$

Los flujos de permeado pueden oscilar entre 16-18 l/m² h, a 16°C hasta 22-25 l/m²h, a 20-25°C

Con estos valores vamos al catálogo y adquirimos un equipo de ultrafiltración que se adapte a nuestras condiciones

Item Modelo	HF-4
Material de membrana	Polipropileno (PP)
Diámetro interior y exterior de fibra	0.4mm/0.5mm
Corte de peso Molecular	100,000 dalton
Tamaño de componente	Ø160X1330mm
Superficie de membrana	48.5m ²
Flujo de agua pura (L/H, 0.12Mpa, 25°C)	4880
Producción de agua (L/H)	27-90L/m ² .H
Material de carcasa	UPVC
Material de sellado	Resina de epoxi



3. PLANOS

PLANOS

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques es la representación gráfica del funcionamiento interno de un sistema, que se hace mediante bloques y sus relaciones, y que, además definen la organización de todo el proceso interno, su entrada y sus salidas.

Diagrama de flujo

Este diagrama representa gráficamente todas las líneas y la instrumentación del proceso

Diagrama de bloques del proceso 1: tratamiento con carbón activo y microfiltración

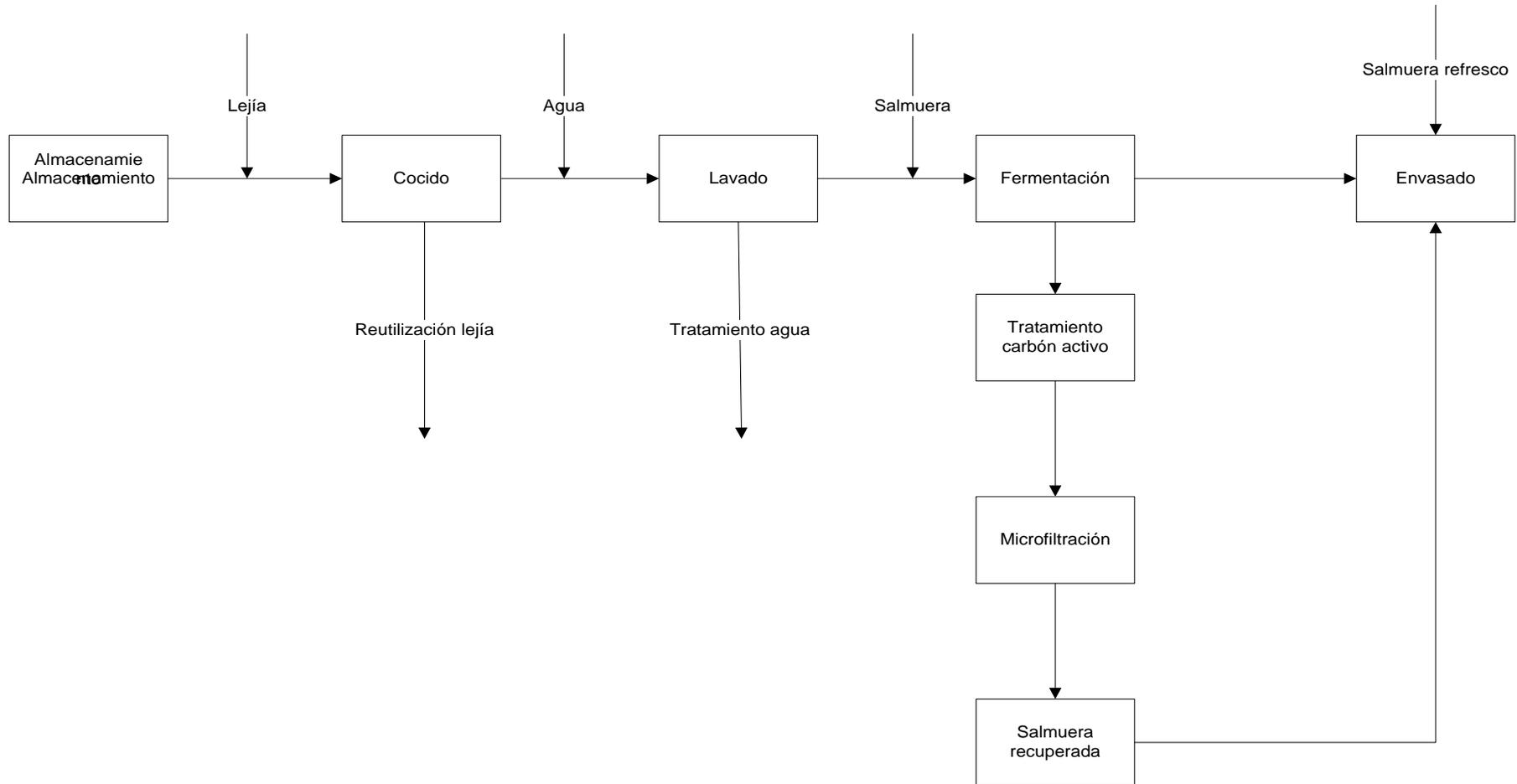


Diagrama de bloques del proceso 2: tratamiento mediante ultrafiltración

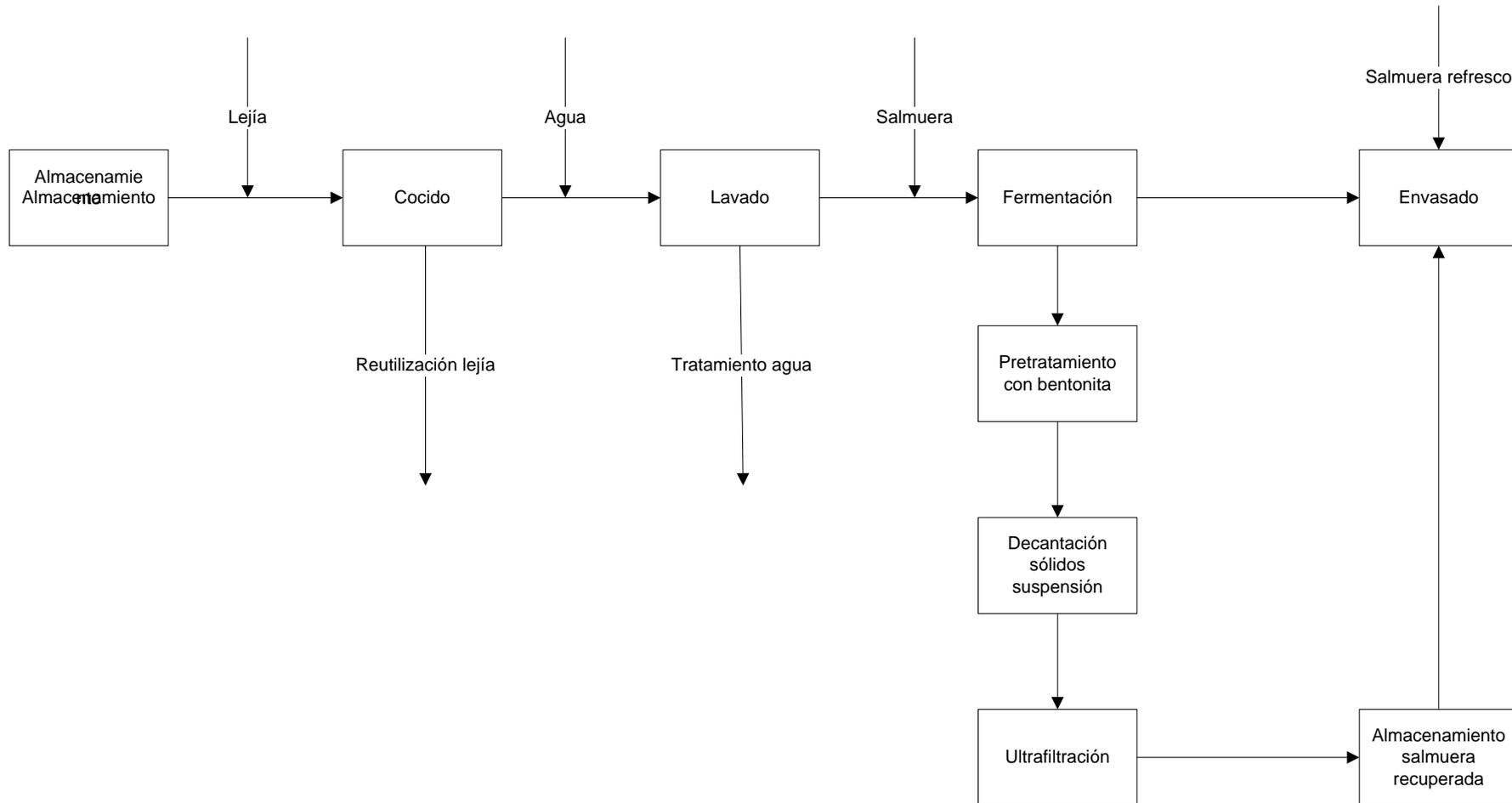


Diagrama de flujo proceso 1

TK-101
Tanque con
salmuera

M-101
Tanque
agitado

TK-102
Depósito
carbón activo

MF-101
Equipo
ultrafiltración

TK-103
depósito
salmuera
recuperada

E-101
Envasadora

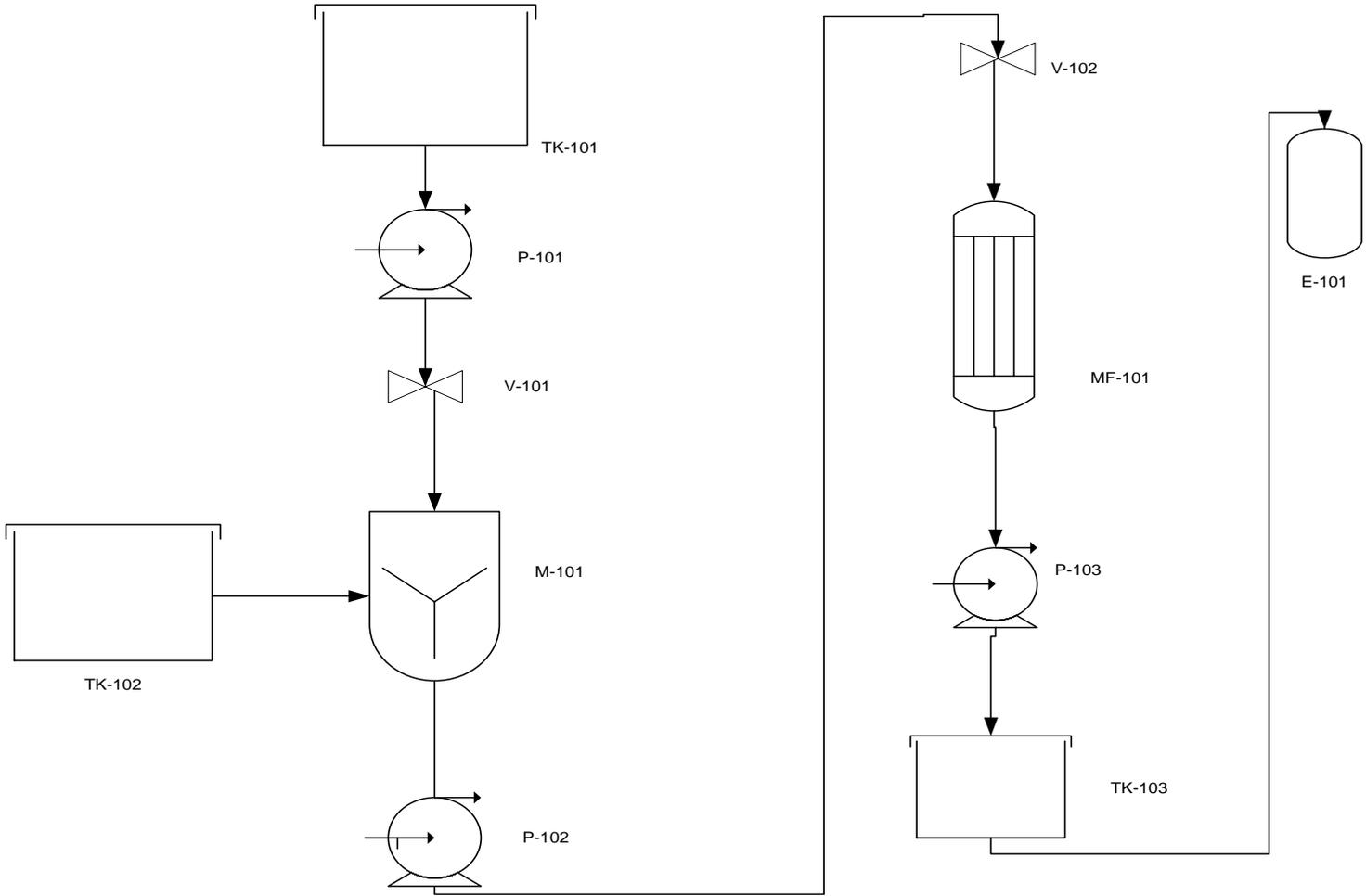
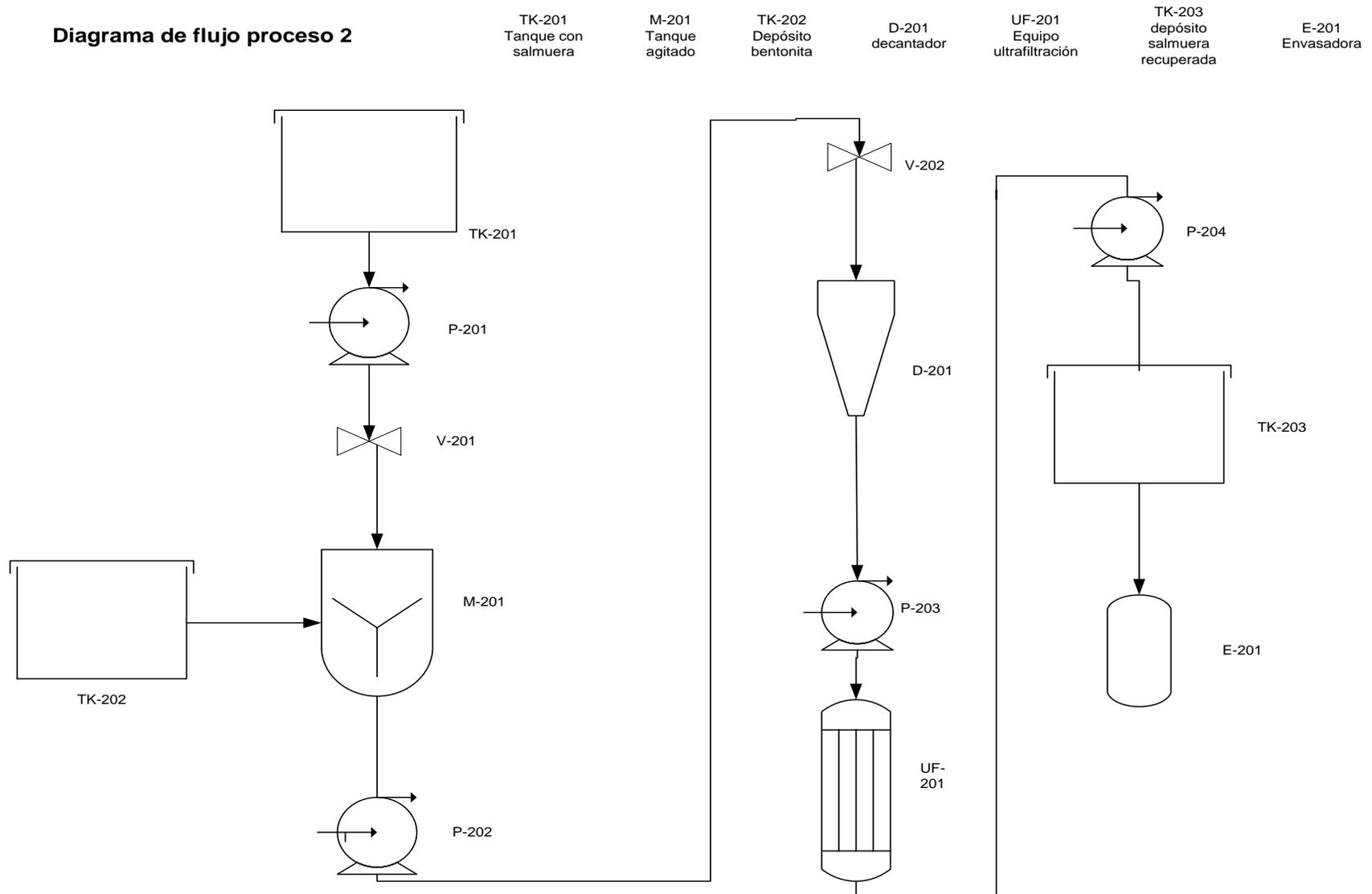


Diagrama de flujo proceso 2



4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica de un proyecto es fundamental para justificar su realización y estudiar su viabilidad ya que el objetivo de cualquier planta o empresa es la obtención de beneficios.

En este caso no buscamos obtener beneficios, sino el compromiso ecológico y social que toda empresa tiene que acometer. Además de reducir la contaminación mediante los vertidos de salmuera, podremos reutilizar dicha salmuera, con el consiguiente ahorro de dinero.

La evaluación económica de este trabajo se llevó a cabo tomando datos proporcionados por varias empresas, proveedores, entamadoras industriales y catálogos comerciales.

Aunque un estudio económico de este tipo puede llevarse a cabo mediante las siguientes fuentes de información.

1. A partir de presupuestos realizados por las empresas suministradoras de los equipos necesarios, entamadoras que hayan realizado un proyecto similar al estudiado en este trabajo. Es un método fiable para una buena estimación de costes ya que dichas empresas proporcionan datos reales y recientes.
2. A partir de información de archivo o basada en experiencia propia. Como por ejemplo la que suministran las empresas de ingeniería o las consultoras.
3. Acudir a la bibliografía, actualizando los precios por medio de los índices que, periódicamente, edita el Instituto Nacional de Estadística.

Costes de producción de la planta diseñada

Vamos a considerar, a efecto de costes, que la planta objeto de estudio trabaja con 50.000 litros de salmuera. Por tanto realizaremos una comparativa de los dos métodos realizados, para elegir en función de la inversión el más adecuado y económico.

En cuanto al personal necesario en la planta, precisaremos de dos trabajadores a jornada completa. Puesto que es un proyecto diseñado para trabajar únicamente en la época de invierno, los trabajadores tendrán contrato temporal, que es cuando ha terminado la fermentación. Dichos operarios trabajarán en turno de mañana.

INVERSIÓN TOTAL DEL CAPITAL

Es la suma de la inversión fija y los costes de operación.

Costes fijos

Son los costes requeridos para construir el proceso. Se clasifican en costes directos e indirectos.

1. Costes directos

Son los costes de adquisición e instalación de los equipos para construir la planta al completo.

Incluyen los llamados costes “dentro de los límites de batería” y “fuera de los límites de batería”.

Costes dentro de los límites de batería (Onsite o ISBL): son los costes de instalación de los equipos presentes en el diagrama de flujo del proceso, es decir, los costes de los equipos que constituyen el proceso en sí. Incluyen:

1. *Costes de compra de equipo*: lo que cuestan todos los equipos que aparecen en un diagrama de flujo completo, repuestos, tolerancias relativas a la inflación, seguros, etc. Equipos de proceso, depósitos, planta piloto para la continua mejora de la calidad, licencias...
2. *Costes de instalación de los equipos*: costes de la instalación de todos los equipos listados en un diagrama de flujo completo, incluyendo soportes estructurales, aislamiento y pintura. Instalación, recepción, expediciones, calorífugado y pintura.
3. *Costes de instrumentación y control*: engloba la compra, instalación y calibración. Sondeas y control de la instalación.
4. *Costes de las tuberías*: supone el coste de las tuberías, sus soportes, válvulas, aislamiento y demás equipamiento.
5. *Costes de los equipos y materiales eléctricos*: abarcan la compra e instalación del equipo eléctrico necesario, incluyendo interruptores, motores, cableado, tomas de tierra, paneles luminosos, etc. Instalación eléctrica de fuerza e instalación eléctrica general.

Descripción de los conceptos y características que se incluyen:

Proceso 1, tratamiento con carbón activo y microfiltración:

Equipo	Precio unidad (€)	Total (€)
3 bombas centrífugas	992	2976
Depósito 400 kg de carbón activo	355	355
Equipo filtración tangencial (microfiltración)	45000	45000
2 depósito 6000 l de PVC agitados	4200	8400
350 kg carbón activo	4,5	1575
Cinta transportadora	3499	3499
35 m tuberías de PVC	3,24	113,4
5 Válvulas PVC	1,25	6,25
5 depósitos PVC 12000 litros	2250	11250
	Total	73147.65

Tabla 1, precio de diseño del sistema 1

Proceso 2, tratamiento con ultrafiltración:

Equipo	Precio unidad (€)	Total (€)
2 bombas centrífugas	992	1984
1 bomba alta presión	6500	6500
Depósito 100 kg para bentonita	285	285
100kg bentonita	4,5	450
2 depósito 6000 l de PVC agitados	4200	8400
Cinta transportadora	3499	3499
50 m tuberías de PVC	3,24	162
5 Válvulas PVC	1,25	6,25
Decantador	8500	8500
Ultrafiltración	55000	55000
5 depósitos PVC 12000 litros	2250	11250
	Total	96036.25

Tabla 2, precio diseño sistema 2

Costes fuera de los límites de batería (Offsite o OSBL): suponen los costes directamente relacionados con el proceso pero que se ubican en localizaciones separadas del equipo principal del proceso.

Estos gastos son comunes a ambos procesos

- Costes de los edificios:

Edificios auxiliares (mobiliario, almacén y taller): 20.000 €

Edificios de servicio (fontanería, protección contra incendios): 15000 €

Total.....35000 €

- Obra civil:

Son los costes del desbroce del terreno, su urbanización, construcción de carreteras, vallas, aparcamiento, medida correctoras sobre el paisaje...

Total.....32000€

- Costes de los terrenos:

Total.....25.000€

Total costes fuera de los límites de batería: 92.000 €.

2. Costes indirectos:

Son aquellos que no están directamente relacionados con el trabajo que se realizará dentro de la futura planta. Comprenden la ingeniería, supervisión e inspección, gastos de construcción, etc. además de incluir una partida relativa a imprevistos (problemas meteorológicos, cambios en los precios...).

Imprevistos:	75,0 €
Gastos administrativos, teléfonos, oficina, etc...	100,0 €

Total: 175 € diarios = 15750 €/temporada trabajo.

a) Costes de operación: son los costes necesarios para operar en la planta.

- Costes de materias primas y servicios:

Electricidad: 2500€ para ambos procesos aproximadamente

- Costes de mantenimiento y mano de obra:

Mantenimiento: 5500€

Mano de obra: 45000€

En conclusión, los gastos totales son:

- Costes directos: $73147.65+95000=168147.65€$
- Costes indirectos: $15750+53000=68750€$
- Total gastos: 236825.65€

INGRESOS

Cantidad salmuera reciclada: 50.000 litros

Precio unitario: 0.05€

Ahorro total: $0.05 \times 50.000 = 2500$ €

Subvenciones Unión Europea: 50% obra

Hay que valorar la opción de trabajar para otras empresas de encurtidos el resto del año, que nuestra planta esté parada, para así obtener mayor beneficio.

5. EVALUACIÓN IMPACTO AMBIENTAL

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Introducción y conceptos básicos

Objetivo de las evaluaciones de impacto ambiental (EIA):

Evitar posibles errores o deterioros ambientales, costosos de corregir después.

Definición de impacto ambiental:

Se dice hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Los impactos ambientales pueden ser directos o indirectos, a corto o largo plazo, de corta o larga duración, acumulativos, reversibles o irreversibles...

Un impacto directo es la alteración que sufre un elemento o atributo ambiental por la acción directa del hombre como dicho atributo. Las consecuencias derivadas de los impactos directos son los indirectos o secundarios.

Se dice que un impacto ambiental es a corto plazo cuando se produce inmediato a la realización de la acción. Si aparece después de cierto tiempo de realizada la acción, el impacto es a largo plazo.

E.I.A

Son estudios que se realizan para identificar, predecir e interpretar, así como para prevenir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones, planes, programas o proyectos pueden causar a la salud y el bienestar humanos y al entorno.

Gestión ambiental:

Se entiende por gestión ambiental el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa,

protección y mejora del medio ambiente, basándose en una coordinada información multidisciplinar y en la participación ciudadana.

Funciones básicas de las EIA:

Se asignan cuatro funciones básicas a las E.I.A, que son:

1. Conocimiento. Estos estudios son la mejor herramienta para un conocimiento profundo de la incidencia de un proyecto en una determinada localización.
2. Coordinación y racionalización. La E.I.A. obliga a abordar la consideración de los impactos ambientales desde un punto de vista global por lo que se involucran todos los sectores.
3. Flexibilidad. Presenta una mayor flexibilidad que la rígida normativa legal general
4. Consenso. Las E.I.A. permiten un diálogo amplio basado en una información completa, con los distintos grupos sociales.

Los estudios suelen comenzar por un estudio preliminar que realiza la Administración responsable de la protección del medio ambiente. Se efectúa a partir de los datos de proyecto facilitados por el promotor de la actividad: nombre del promotor, relación de productos a fabricar, procesos de fabricación, alternativas, descripción, creación de empleo...

Criterios de valoración:

Los criterios de valoración a la hora de hacer una E.I.A. son principalmente los siguientes:

Principios éticos

- Principios éticos sociales
- El principio de equidad, se basa en que todos los seres humanos tienen los mismos derechos, y por tanto no se debe perjudicar a otro ser humano.
Los costes y los beneficios de una actividad deberán recaer de forma equitativa entre los miembros del grupo social que lo realiza.
- El principio de responsabilidad, se basa en que aquel que produce un daño a la sociedad debe compensar los daños que produce.

- El principio de prevención y el principio de cautela, se basa en que la mejor forma de abordar problemas medioambientales es la prevención.
 - Los principios de información y participación pública, cuanto mayor sea esta participación mejor estará realizada la valoración final.
 - Principios éticos ambientales
- La conservación de la diversidad, es un principio basado en la protección de todas las especies del medio.
- La sostenibilidad y el desarrollo sostenible, se busca que el desarrollo actual no comprometa el desarrollo y la calidad de vida de las generaciones futuras.
 - Sostenibilidad económica.
 - Sostenibilidad social.
 - Sostenibilidad ambiental.

Contenido de las E.I.A.

Medio ambiente natural o físico	Medio ambiente social
Contaminación atmosférica	Demografía
Contaminación de las aguas	Aspectos económicos de la protección del medio ambiente
Ruido y vibraciones	Marco jurídico
Deterioro del suelo	Conflictos sociales en las áreas urbanas deterioradas
Protección y correcto manejo del recurso tierra	Problemática de asentamientos humanos
Protección de espacios naturales	Concienciación y participación ciudadana
Protección de especies amenazadas	Conservación del patrimonio histórico y cultural
Protección de recursos vivos del mar	Educación ambiental
Utilización racional de los recursos naturales	Ambiente rural y ambiente urbano
Efectos de las radiaciones ionizantes	
Correcto tratamiento de los recursos sólidos	

Las E.I.A. deben incluirse en la planificación de los proyectos, antes de que comience la construcción y una vez se ha ubicado el proyecto en una localización concreta. Los factores ambientales en la localización industrial pueden resumirse en lo siguientes:

- El mercado de consumo.
- El mercado de abastecimiento de materias primas, agua y energía.
- La mano de obra o recursos humanos.
- El transporte.
- El terreno.
- La posibilidad de obtención de capital.
- Factores de tipo jurídico, social y fiscal.
- Existencia de economías externas (infraestructuras, equipamiento...).

Factores ambientales:

Correspondientes al impacto geobiofísico	Correspondientes al impacto socioeconómico
Contaminación atmosférica: partículas sólidas, gases, vapores, humos, aerosoles	Territorio: uso inadecuado del territorio y los recursos naturales, sustracción del territorio, expropiación de terrenos.
Contaminación de las aguas: caudal, variaciones de flujo, calidad	
Físicos: temperatura, turbidez, densidad	Alteración del paisaje
Químicos inorgánicos: oxígeno, pH, nitrógeno, fósforo, azufre, halógenos	
Químicos orgánicos: biodegradables, no biodegradables	Aspectos humanos y socioculturales: patrones culturales, molestias debidas a la congestión urbana, cambios en el estilo de vida, lugares histórico-artísticos afectados.
Biológicos: organismos patógenos, DBO, organismos eutrofizantes	
Suelo: precipitación, decantación, contaminación, alteración de la cubierta vegetal	Aspectos económicos: Estabilidad económica regional, ingresos y gastos para el sector público, consumos e ingresos per capita, empleos que pueden generarse,
Sustancias radiactivas	

Ruido	vivienda, infraestructura viaria, infraestructura sanitaria, servicios comunitarios, otros.
Recursos naturales: flora, explotación forestal, usos ganaderos del suelo	
Factores biológicos: fauna, flora, especies en peligro, diversidad de especies, estabilidad del ecosistema	

Indicadores de impacto ambiental

Se llaman indicadores de impacto ambiental a los elementos o parámetros que proporcionan la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible, en el cuantitativo.

El presente estudio de evaluación de impacto ambiental está dividido en los siguientes apartados:

1. Identificación del impacto.
2. Predicción de impactos.
3. Valoración del impacto ambiental.
4. Prevención del impacto ambiental.
5. Comunicación de los impactos.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La fase de identificación de los impactos es muy importante porque una vez conocidos los efectos, se pueden valorar las consecuencias, con más o menos precisión.

El objetivo del presente proyecto es el diseño de dos alternativas para la regeneración de las salmueras de fermentación procedentes del aderezo de aceitunas

Localización:

La instalación se localizará en cualquier planta de aderezo de aceituna que requiera un sistema como el explicado.

Alternativas al proyecto:

Las posibles alternativas de trabajo de la instalación han sido descritas anteriormente en la memoria. Como ya se ha dicho antes también, este proyecto es una alternativa ambientalmente viable puesto que los subproductos del proceso son reutilizados o sometidos a tratamiento.

La instalación proyectada cumple con la legislación medioambiental vigente y trata en la medida de lo posible de optimizar la gestión del espacio.

Un resumen de las acciones que se van a llevar a cabo en el proyecto y que son susceptibles de producir algún impacto se describe en la siguiente tabla:

Fase	Labor	Acción
Construcción	Construcción de edificios	Excavaciones Cimentación Explotación forestal
	Construcción de las redes de infraestructura (agua, electricidad)	Excavación de zanjas Colocación de tubos y protecciones
	Resto de acciones	Ocupación del suelo por las instalaciones Tránsito de maquinaria de obras
Explotación	Mantenimiento de las instalaciones	Limpieza de las instalaciones Mantenimiento de la maquinaria
	Vertidos y residuos	Agua de lavado y sanitaria R.S.U
	Fallos en el	Fugas de gases

	funcionamiento y escapes	Vertido de efluentes
	Labores de restauración	Revegetación Control de la erosión
	Resto de acciones	Emisión de polvo y ruido
Abandono	Desmantelamiento de instalaciones	Desmantelamiento de las instalaciones Restauración de terrenos
	Uso del suelo	Áreas revegetadas Cultivo agrícola

Impactos existentes.

Impactos durante la fase de realización

En la fase de construcción se consideran todas las actividades como susceptibles de producir impacto:

- Transporte de materiales de construcción, que producen compactación de suelos no destinados a red viaria, ruidos, y humos de los medios de transporte, etc.
- Impactos visuales producidos por el almacenaje de materiales de construcción provisionales.
- Contaminación del aire por arrastre de partículas y dispersión de restos por los camiones de transporte.
- Contaminación del agua por arrastre de solutos de los materiales de construcción.
- Destrucción de suelos por erosión durante las fases de construcción, por los vehículos del transporte, movimiento de tierras, exposición a la acción del agua....
- Ruidos y vibraciones por las maquinas encargadas de la construcción.
- Alteraciones en la topografía que modifican los sistemas de drenaje superficial y subterráneo, y alteran las condiciones de humedad, con la posibilidad de destruir pequeñas zonas húmedas.

Estos impactos pueden tener gran incidencia aunque suelen ser a corto plazo y se pueden solucionar con medidas correctoras del tipo:

- Control de emisiones a la atmósfera si fuera necesario.
- Límites de ruido.
- Medidas preventivas para la conservación de suelos.
- Uso racional de recursos naturales.
- Protección de ecosistemas sensibles.
- Ordenación de la zona en lo que se refiere a planeamiento urbanístico.
- Defensa de áreas de flora y fauna de la zona si fuera necesario.

A pesar de las medidas correctivas hay impactos durante esta fase que no pueden ser eliminados en su totalidad.

Impactos durante la fase de funcionamiento

Los impactos durante esta fase que no sean corregidos serían impactos a largo plazo e irreversibles por lo que aunque finalizara la acción no desaparecerían.

- Eliminación de la capa de flora del terreno ocupado por la instalación permanentemente.
- Impacto visual, producido por la instalación y su infraestructura. Todas las actuaciones que se realicen para mejorar la homogeneidad del paisaje serán favorables: incrementar el decoro de los edificios, jardinería, arbolado, setos...
- El impacto subterráneo que podría producir el sistema de abastecimiento desaparece tras al fase de construcción una vez puesta en servicio la instalación.
- Modificación del uso del suelo y de la apariencia del terreno.
- Se modifican los recorridos de la fauna y de la corriente superficial al cambiar la estructura topográfica natural, y al aparecer tránsito rodado y vallas. Es necesario destacar el peligro del tráfico para pequeños animales de la zona.
- Varía el recorrido superficial del agua y las tasas de percolación, es previsible una disminución de la percolación y una modificación de los puntos de desagüe final del terreno.

- Contaminación por vertidos:
 - Residuos sólidos urbanos y asimilables a urbanos: serán recogidos por los servicios municipales para su tratamiento en los vertederos. Aquí se incluyen las materias separadas en la fase de pretratamiento como el carbón activo o la limpieza de los filtros
 - Emisiones gaseosas: no existen en este diseño

Inventario ambiental

En el Inventario Ambiental se describe el estado actual del ambiente y de los procesos que actúan sobre el medio en ausencia del proyecto.

A continuación se describirá el entorno y los factores que podrían quedar afectados por el proyecto.

Entorno y factores afectados.

- Geología

No será alterado en la construcción de nuestro proyecto, el impacto que tiene es mínimo ya que apenas precisa construcción de nuevos edificios.

- Contaminación atmosférica

No existe en ningún proceso del proyecto emisiones de gases contaminantes en este proyecto

- Clima

El clima influye de manera importante en las condiciones físicas del terreno por lo que debe ser estudiado.

- Vegetación y usos del suelo

Inicialmente la construcción e instalación de los equipos necesarios no supondrá ningún riesgo para la fauna, debido a que ya estará en el terreno ocupado por una plana de aderezo de aceitunas

- Fauna

No se ha encontrado ninguna especie que deba ser especialmente protegida.

Los principales riesgos para esta fauna son, el tránsito de vehículos, el ruido producido por las diferentes instalaciones y la desaparición de la cubierta vegetal de la zona.

- Ruido

El ruido existente en la zona no afecta directamente a áreas urbanas al estar situada la instalación en el campo pero, como ya se ha dicho, puede ser perjudicial para la fauna de la zona.

Quizás fueran necesarias medidas para controlar los límites de ruido en todo el polígono.

- Alteración del paisaje y su percepción

Las características más importantes para definir el paisaje del territorio son:

- Geomorfología y pendientes: la situación de la instalación en una zona llana hace que no se tengan en cuenta pendiente o elementos que incrementen la valoración del paisaje.
- Vegetación: como ya se ha dicho, la vegetación no es un elemento importante en esta zona aunque la existencia de vegetación siempre es favorable ante el impacto visual.
- Estructuras artificiales: se incluyen todas las del polígono y sus infraestructuras asociadas, como vías de acceso.
- Presencia de agua: no existen corrientes de agua en la zona que deban ser tenidas en cuenta para este estudio.

Al situarse la instalación en el campo el impacto y alteración en el paisaje de la zona es prácticamente nulo al estar ya alterado previamente.

- Aspectos humanos y socioculturales

En cuanto a aspectos culturales, históricos, etc. esta instalación no destruye ni altera la calidad de vida existente. Ningún lugar histórico-artístico queda afectado.

Al estar en el campo no provoca molestias debidas a la congestión urbana y de tráfico.

En cuanto a la demografía, la zona puede llegar a aumentar su población en un futuro debido a la creación de empleos permanentes en la zona.

- Variables económicas

El presente proyecto aporta estabilidad económica regional, produce ingresos al sector público y aumentará la infraestructura viaria de la zona.

Se crearán empleos en la zona durante la construcción del proyecto así como empleos fijos durante el funcionamiento de la instalación. Esto repercutirá en la compra de viviendas, aumento del consumo en la zona, servicios...

Al aumentar la población en el futuro podrían aumentar también los servicios comunitarios y equipamiento urbano.

Entre todos estos impactos es necesario seleccionar los más relevantes, los que se refieran a datos cuantificables físicamente y que sean representativos del entorno afectado.

Se pueden representar mediante un árbol de factores.

Los factores incluidos dentro de cada elemento pueden ser tantos como sea necesario:

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Físico - Biótico	Físico	Aire	Fugas de gases, contaminación...
		Tierra-suelo	Erosión, depósitos...
		Agua	Vertidos, efluentes, ríos...
		Procesos del medio físico	Erosión,...
	Biótico	Flora	Especies de la zona Especies afectadas...
		Vegetación	Vegetación dominante Vegetación afectada...
		Fauna	Especies de la zona Especies afectadas...
	Perceptual	Paisaje	Visual...
		Núcleos de población	Concentración de la población

	Territorial		Aumento de la población...
		Red viaria	Desarrollo de la red...
		Usos del suelo	Alteración del uso del suelo...
Socio - Económico	Demográfico	Evolución	Cambios en la población...
		Movimientos	Migraciones, aumentos...
		Población activa	Aumento o disminución de la población activa...
	Económico	Sector primario	Creación de empleo...
		Sector secundario	Creación de empleo...
		Sector terciario	Creación de empleo...
	Socio-cultural	Patrimonio histórico-artístico	Patrimonio histórico en riesgo
		Rasgos culturales de la población	Tradiciones culturales
	Planeamiento	Desarrollo urbanístico	Aumento de la población, desarrollo urbanístico...

En resumen:

Medio físico: morfología; suelos; aguas superficiales y subterráneas; composición de la atmósfera; ruidos; clima; erosión del suelo; inundaciones; sedimentación; inestabilidad del suelo; disolución y compactación...

Medio biótico: vegetación herbácea; flora; aves; animales terrestres; microfauna...

Medio socioeconómico: demografía; usos del suelo; infraestructura; economía; panorama cultural; paisajes...

PREDICCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Relación proyecto-medio

Esta fase consiste en predecir las interacciones entre el proyecto y el medio. El método elegido para ello es la matriz de Leopold.

Matriz de Leopold

Fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas.

Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes.

No se aplicarán a cada proyecto todas las interacciones, normalmente el número de interacciones estudiadas es de 25 a 50.

Un primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se consideran primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro de este proyecto y después para cada acción se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados, trazando una diagonal en la cuadrícula. Una vez marcadas todas las interacciones se procede a dar valores a las cuadrículas:

- Magnitud, según un número del 1 al 10, en el que el 10 corresponde a la alteración máxima.
- Importancia, (ponderación), que da el peso relativo que el factor ambiental tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Los valores de magnitud van precedidos de un signo + si son positivos para el medio, o – si son negativos.

Los criterios que se han tenido en cuenta para evaluar los impactos son:

1. Criterios culturales y estéticos: se refieren a la integración del proyecto en el entorno natural y su compatibilidad con la persistencia de las culturas de la zona. También se pretende una atracción de la población a la zona, una atracción del viajero por el paisaje, etc.

2. Criterios socio-económicos: se estudiará las variaciones inducidas por la actuación sobre los parámetros económicos y sociales del entorno. El objetivo es que el proyecto fomente la creación de empleo, tanto durante la fase de construcción como durante su funcionamiento, y como consecuencia el aumento de la población en la zona y el crecimiento de la infraestructura en transportes y servicios.
3. Criterios medioambientales: se tendrá en cuenta la flora y fauna de la zona, su resistencia a las acciones desarrolladas en el proyecto y la posibilidad de recuperación del ecosistema en caso de fallo de funcionamiento o si la instalación desapareciera después de cierto tiempo de funcionamiento.

Para un estudio más completo de la incidencia de cada acción del proyecto en cada factor ambiental se divide el cuadro de cruce entre una determinada acción y un factor del medio en 8 casillas que representan lo siguiente:

Naturaleza	Intensidad
Extensión	Momento
Persistencia	Reversibilidad
Posibilidad de medida correctora	Importancia

Naturaleza: se refiere a la naturaleza de las distintas acciones sobre los factores considerados. Es difícil de cualificar sin estudios, pero diremos si es positivo (+) o negativo (-).

Intensidad: se refiere al grado de incidencia sobre el medio, se valora de 1 (intensidad baja) a 3 (intensidad alta).

Extensión: valora el área teórica de influencia de impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto localizable de forma pormenorizada dentro del ámbito espacial, consideramos que el impacto tiene carácter

puntual (1); si no admite una ubicación precisa y tiene influencia generalizada sobre al zona entonces dicho impacto es extenso (3). Las situaciones intermedias se valoran con el valor 2.

Momento: es el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y la aparición del efecto sobre el factor contemplado. Si el periodo de tiempo es cero se valora con 3; si es de 1 a 3 años se valora con 2; si es más de tres años se valora como de largo plazo, con el valor 1.

Persistencia: la persistencia del impacto está ligada con el tiempo que supuestamente permanecería el efecto, a partir de la aparición de la acción. Si el efecto producido es temporal se valora como 1 y si es permanente como 3.

Reversibilidad: hace referencia a la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el efecto. Se puede caracterizar como corto, 1, medio, 2, largo plazo, 3, o imposible,4.

Posibilidad de acciones correctoras: sirve para denotar si es posible emplear medidas correctoras de los impactos. Se consideran: medidas correctoras en fase de proyecto (P), en fase de obra (O), en la fase de funcionamiento (F) o imposibles (N).

Importancia: la importancia del impacto viene determinada por un número que se deduce de los códigos anteriores.

$$\text{Importancia} = 3 \cdot \text{intensidad} + \text{extensión} + \text{momento} + \text{persistencia}$$

También conviene resaltar que la industria de la aceituna tiene una valoración positiva en este estudio debido a la creación de empleo, aumento de población así como mejoras futuras de la red de transportes y servicios.

Para la predicción de la magnitud de los impactos es necesario un estudio desarrollado por especialistas utilizando herramientas experimentales y de simulación sofisticada, como, por ejemplo:

- Modelos de difusión y dispersión atmosférica.
- Modelos de difusión y dispersión de efluentes líquidos. Capacidad de autodepuración del agua.
- Modelos para prever alteraciones en los ecosistemas, interacción entre especies, contaminación, escenarios comparados, utilización de índices (diversidad, evolución, etc..).
- Efectos sobre la salud en función de la normativa existente de parámetros admisibles en las variables físicas.
- Análisis de preferencias de la sociedad.
- Indicadores económicos, sociales y físicos para prever la calidad de vida y establecer impactos en el medio social. Se utilizan técnicas de participación pública y de investigación social.

El impacto se estima como la pérdida del valor ambiental de una localidad concreta del territorio, suponiéndose en ella la realización de una determinada actividad. La valoración de la calidad ambiental sin proyecto debe incluir la evolución tendencial prevista; su valoración con proyecto supone la predicción del estado de los factores del medio una vez alterados por la actuación y la valoración del impacto neto se calcula por simple diferencia entre el valor ambiental con y sin proyecto.

VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Será necesaria una valoración de todos los factores del medio implicados en el proyecto, habrá que homogeneizar las unidades de medida y, por último, expresarlas todas ellas en unidades abstractas de valor ambiental.

La transformación de unidades heterogéneas en unidades de valor ambiental se realiza por medio de tablas o funciones de transformación, distintas para cada factor. Estas expresan la relación entre el valor que alcanza el indicador o unidad en que se predice el impacto ambiental expresado en unidades abstractas.

En el ejemplo anterior para cada valor de área afectada por la explotación forestal en m^2 correspondería un valor de la calidad ambiental dado por una función de transformación. La conservación del bosque sin ninguna pérdida correspondería a un

valor de calidad ambiental 1 y la destrucción de todo el ecosistema, 3000 m², sería un valor 0; entre estos dos valores habría distintos valores de calidad ambiental dados por la función de transformación correspondiente.

PREVENCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Una vez estudiados los posibles impactos ambientales es preciso introducir medidas correctoras en la actuación o en el medio; es lo que se conoce como prevenir el impacto ambiental y su objetivo es corregir los efectos negativos, incrementar los positivos y aprovechar mejor las oportunidades del medio para el mejor funcionamiento del proyecto.

Según la forma de actuación las medidas de minimización pueden clasificarse en medidas preventivas o protectoras, medidas correctoras y medidas compensatorias.

Se denominan medidas preventivas aquellas que evitan la aparición de un efecto ambiental negativo mediante un diseño adecuado, modificando la tecnología o con la ubicación adecuada de los elementos de la obra.

Son medidas correctoras aquellas que al modificar las acciones consiguen anular, corregir o atenuar un impacto recuperable.

Son medidas compensatorias las que ni evitan, ni atenúan la aparición de un efecto negativo pero contrarrestan la alteración del factor al realizar acciones con efectos positivos.

El análisis de costes de estas medidas es un elemento fundamental para la decisión, considerándose:

De nivel 5 si el coste supera al 20% del coste del proyecto.

De nivel 4 si el coste está entre el 10% y el 20% del coste del proyecto.

De nivel 3 si el coste está entre un 5 y un 10% del coste del proyecto.

De nivel 2 si el coste está entre un 1 y un 5% del coste del proyecto.

De nivel 1 si el coste es menor del 1% del coste del proyecto.

Medidas preventivas

Las medidas preventivas que se aplicarán son:

- Control de las emisiones sonoras durante la fase de construcción.
- Diseño cuidadoso de la localización estudiando el tránsito de maquinaria pesada.
- Diseño de carreteras y caminos adaptándolos al terreno para no estropear en lo posible el paisaje.
- Situar el elemento inferior de la carretera 1,5 metros por encima de la capa freática para no afectar a la hidrología.
- Diseño del trazado de la ubicación de la obra de forma que pase a una distancia considerable de las zonas urbanizadas.
- Correcto diseño del vertido de aceites y grasas de limpieza de maquinaria y drenaje de aguas superficiales y subterráneas intentando modificar lo mínimo posible las vertientes existentes.
- Vigilancia en los procesos de movimiento de tierras.
- Utilización de mano de obra local.
- Señalización y vallado adecuados de la zona de obra y de los caminos de acceso como medida de protección del suelo y la vegetación.
- Protección del arbolado.
- Diseño de pantallas visuales.
- Protección contra incendios naturales o provocados.
- Programa de eliminación de residuos.

Medidas correctoras

Las medidas correctoras a aplicar para el presente proyecto se describen a continuación:

--- Durante la fase de construcción

- Almacenar los materiales en lugares definidos para ello, estableciendo medidas para evitar su dispersión. Estos residuos serán materiales de escombros y restos de la construcción por lo que son materiales inertes que se pueden enterrar y

restituir la capa vegetal o enviar a vertederos destinados a estos fines que es la mejor opción.

- Con objeto de reducir el impacto visual se intentará replantar la vegetación y adaptar la instalación lo más posible al entorno.
- La eliminación de superficie forestal se compensará con su repoblación en zonas cercanas.

--- Durante la fase de funcionamiento

- Los residuos procedentes de los equipos, ultrafiltración, carbón activo etc,etc. Se tratarán de acuerdo a la legislación vigente
- El transporte de materiales, desechos, o materiales que puedan ser dispersados por el viento se realizará con lonas para evitar que sean arrastrados y se produzcan sedimentos.
- En cuanto al ruido, se tendrá especial cuidado durante las épocas de nidificación y reproducción (primavera y verano), para evitar fuertes vibraciones que ocasionen daños a la fauna.
- Los R.S.U. acumulados en la instalación serán recogidos por el servicio municipal de basuras.
- Programa de reforestación y plantación de vegetación en los bordes de la obra que creen un efecto barrera (acústica, paisajística...)
- Regar el suelo durante la ejecución de la obra para disminuir las emisiones de polvo y partículas.

Programa de vigilancia ambiental

En la legislación se establece la obligatoriedad de un programa de vigilancia ambiental que debe controlar:

- Forma de llevar a cabo las medidas preventivas, correctoras y compensatorias.
- Grado de eficacia de cada una.
- Medida real de los impactos una vez realizado el proyecto.
- Medidas correctoras y la medida de otros impactos que hayan surgido en la fase de ejecución posteriormente a los proyectados.

Se debe realizar una vigilancia previa mediante la medida de las variables antes de la realización del proyecto para determinar las condiciones existentes, rangos de variación y procesos de cambio.

La vigilancia de efectos se realiza midiendo las variables durante la ejecución y operación del proyecto, para determinar los cambios producidos como consecuencia del mismo. El control de verificación, es un muestreo periódico y con medidas continuas de niveles de vertidos de residuo, ruidos o emisiones para comprobar que se cumple lo establecido.

El indicador de realización señala si la medida se ha realizado de la forma convenida, y el indicador de efecto, si se consigue con ella los efectos previstos.

Para cada medida que deba controlarse en el Programa de Vigilancia Ambiental, se puede confeccionar una ficha resumida, que permita de forma rápida y sencilla conocer qué se quiere controlar y cómo hacerlo.

6. HOJAS DE ESPECIFICACIONES

Regeneración salmueras fermentación	HOJA DE ESPECIFICACIONES LÍNEA DE TUBERÍA		FECHA: Septiembre 2014	
			HOJA N°	1
Descripción: línea de tubería de llegada de los fermentadores al tanque agitado				
Características de la tubería ¾-BIO-06-AI				
Material	PVC			
Temperatura	°C	20		
Presión de operación	bar	1		
Velocidad	m/s	3.54		
Sección	m ²	2.82x10 ⁻³		
N° de catálogo		40 S		
Diámetro nominal	pulg.	2-½		
Diámetro interior	pulg.	2.65		
Diámetro exterior	pulg.	2.87		
Peso tubería	lb/ft	5.79		
Espesor	pulg.	0,203		
Longitud	m	14		
Accesorios		3 codos 90° 1 válvula Salida normal		
Rugosidad relativa	m	0,0001		
Factor de fricción		0,017		
Perdida de carga	m	7.83		
Máxima presión de operación	bar	1		
Características del fluido				
Fluido circulante		salmuera		
Densidad	Kg/m ³	1.100		
Observaciones				

Regeneración salmueras fermentación	HOJA DE ESPECIFICACIONES BOMBA ACEITUNAS		FECHA Septiembre 2014	
			HOJA N°	2
Descripción: bomba situada entre el tanque agitado y el equipo de microfiltración				
Características de la bomba				
Tipo: bomba centrífuga				
Fluido circulante		Salmuera.		
Presión de operación máxima		bar	10	
Caudal máximo		m ³ /h	15	
Presión a la salida de la bomba		atm	2	
Altura diferencial máxima		ft	72	
Temperatura de trabajo		°C	20	
Rendimiento		%	65	
Potencia al freno Na		C.V.	2	
Velocidad de giro		rpm	1880	
Tamaño rodete		pulg.	5	
Potencia		kW	5.5	
Tipo bomba			centrífuga	
Observaciones				

Regeneración salmueras fermentación	HOJA DE ESPECIFICACIONES BOMBA ACEITUNAS		FECHA Septiembre 2014	
			HOJA N°	3
Descripción: bomba situada entre el tanque agitado y el equipo de ultrafiltración				
Características de la bomba				
Tipo: bomba centrífuga				
Fluido circulante		Salmuera.		
Presión de operación máxima		bar	25	
Caudal máximo		m ³ /h	50	
Presión a la salida de la bomba		atm	18	
Altura diferencial máxima		ft	150	
Temperatura de trabajo		°C	20	
Rendimiento		%	60	
Potencia al freno Na		C.V.	2.5	
Velocidad de giro		rpm	6550	
Tamaño rodete		pulg.	5.5	
Potencia		kW	35	
Tipo bomba			centrífuga	
Observaciones				

Regeneración salmueras fermentación	HOJA DE ESPECIFICACIONES TANQUE PRINCIPAL		FECHA Septiembre 2014	
			HOJA N°	4
Descripción: Tanque agitado				
Características del tanque				
Fluido circulante		Salmuera		
Material			PRFV	
Peso Específico a 23°C		g/cm3	1.2	
Capacidad máxima		l	6000	
Resistencia tracción		Kg/cm2	630	
Resistencia flexión a 25°C		Kg/cm2	1300	
Resistencia compresión		Kg/cm2	2100	
Altura		mm	2700	
Diámetro interno		mm	1700	
Diámetro externo		mm	1850	
Observaciones				

Regeneración salmueras fermentación	HOJA DE ESPECIFICACIONES CINTA TRANSPORTADORA		FECHA Septiembre 2014	
			HOJA N°	5
Descripción: cinta transportadora de carbón activo o bentonita a tanque agitado				
Características de la cinta				
Fluido circulante		Aceitunas		
Material			Acero inoxidable	
Material cinta			PVC	
Ancho		mm	400	
Ángulo de inclinación		°	20	
Velocidad		m/s	0.52	
Coeficiente granulometría			0.80	
Capacidad efectiva en volumen.		m ³ /h	20	
Observaciones				

7. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Estudio de aguas residuales del proceso de elaboración de aceitunas, Garrido Fernández A. (1990).

Instituto de la grasa, www.ig.csic.es

Mecánica de fluidos / Frank M. White, 2012

Brenes, M. y Garrido, A. (1994).- "Regeneración de salmueras de aceitunas verdes estilo español con carbón activo y tierras decolorantes".

Sánchez, A.H. y de Vicente, J. (1989).- "Caracterización de las aguas residuales de las industrias envasadoras de aceitunas. Estudio y aplicación de sistemas de depuración"