

ANEXO V

Estudio económico sobre la viabilidad de las alternativas de valorización de la lana y la implantación de fases de procesado en el territorio, en colaboración con el grupo Innovawool

Autores

Rubén Rebollar Rubio

Iván Ildón López

Jenyfer Nataly Mayorga Tapia



G2PM
Group in Product
and Project Management
Universidad Zaragoza

Índice

1.	Introducción	4
2.	Contexto	5
3.	Marco legislativo	6
4.	Descripción de productos a obtener	8
4.1.	Bioplástico	8
4.2.	Aislante térmico de construcción	9
5.	La raza ovina “Rasa Aragonesa”	12
5.1.	Introducción	12
5.2.	Características de la lana	13
6.	Ubicación	14
7.	Proceso productivo	19
8.	Dimensionado previo	23
8.1.	Almacén	24
8.2.	Lavadero	25
8.3.	Línea de tratamiento de efluentes	28
8.4.	Dimensionado del resto de maquinaria y zonas.	32
9.	Descripción de la nave y espacios considerados	34
9.1.	Almacenes	35
9.2.	General	35
9.3.	Personal	35
9.4.	Residuos SANDACH	36
10.	Reaprovechamiento de subproductos generados en el tratamiento de efluentes	37
10.1.	Lodos	37
10.2.	Grasa de lana cruda (Lanolina en crudo)	37
11.	Estimación subproductos y contaminantes a obtener:	38
12.	Consideraciones	42
12.1.	Producción	42
12.2.	Optimización del proceso	42
12.3.	Procesos adicionales	42

12.4.	Contaminación	43
Análisis económico		44
13.	Inversión inicial	45
13.1.	Terreno	45
13.2.	Maquinaria	45
13.3.	Depuradora	46
14.	Gastos anuales	47
14.1.	Precio por compra de lana	47
14.2.	Gastos de producción	47
14.3.	Gastos de producción de lavado	47
14.4.	Parámetros de procesamiento baño de sales de borax	48
14.5.	Gastos de producción del resto de maquinaria	49
14.6.	Parámetros por contemplar	49
14.7.	Transporte	49
14.8.	Gasto de personal	50
14.9.	Balance de gastos anuales	50
15.	Ingresos	51
15.1.	Producción	51
15.2.	Lana limpia cardada	52
15.3.	Preparación para bioplásticos	52
15.4.	Aislante térmico	53
15.5.	Lanolina	53
15.6.	Balance de ingresos anuales	53
16.	Balance gastos beneficios	55
17.	Posibles escenarios	56
18.	Conclusiones	57
19.	Referencias	58

1. Introducción

El objetivo del proyecto es evaluar la viabilidad técnica y económica de establecer una planta en la provincia de Teruel para producir biomateriales a partir de lana de oveja, con el fin de revalorizar la lana local. El proyecto se centra principalmente en la producción de aislantes para la construcción y/o en la preparación previa para la transformación en bioplásticos. Adicionalmente también se producirá lana limpia cardada como materia prima para diferentes tipos de producción tanto artesanal como industrial.

Cuando se menciona la lana de oveja utilizada para la fabricación de biomateriales, generalmente se habla de lanas no merinas. La lana merina, conocida por su alta calidad y elevado contenido de grasa, es ideal para la industria textil. Este proyecto se enfoca en las lanas entrefinas, con un diámetro de fibra entre 26 y 34 micras, que son comunes en la región de Aragón. Entre 2010 y 2020, estas lanas tuvieron un precio medio de entre 0,40 € y 0,50 € por kilogramo. Actualmente, su precio oscila entre 0 € y 0,10 € por kilogramo en los casos en que se comercializan.

Para tratar esta materia prima antes de su transformación en aislantes de construcción y/o bioplásticos, es necesario disponer de lana limpia. Por lo tanto, también se estudia la viabilidad de instalar un lavadero propio o, en caso de no ser posible, transportar la lana a uno de los tres lavaderos existentes en España.

Un aspecto clave del proyecto es minimizar el coste del mantenimiento anual de la planta, considerando que el mercado de la lana de oveja en Aragón está paralizado. Como resultado, las ganaderías tienen grandes cantidades de lana almacenada, al igual que las cooperativas que gestionan la compra y venta de este producto. En este contexto, cualquier iniciativa que permita retirar la lana de las ganaderías donde se almacenan es un factor positivo para considerar.

De acuerdo con el Análisis provincial del número de animales esquilados, 2023 realizado por el Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, se obtuvieron 20.745 toneladas de lana en España. [1]

2. Contexto

Actualmente, la lana de oveja se clasifica como un subproducto animal SANDACH 3 (subproductos animales no destinados a consumo humano). Esto implica que debe someterse a un tratamiento adecuado tanto para usos industriales como para aplicaciones fuera de la explotación de origen. Pertenece a un grupo de materiales generados en la producción primaria ganadera que, por razones comerciales o sanitarias, no forman parte de la cadena alimentaria y, por lo tanto, requieren una gestión específica para su transporte, almacenamiento y transformación.

Para los ganaderos es considerada un residuo debido a los costos económicos que implica para las explotaciones. Esto se debe a la drástica caída del precio de la lana, lo que ha eliminado cualquier beneficio económico de esta materia prima. Como resultado, los ganaderos y grandes cooperativas almacenan la lana en sus explotaciones y almacenes, lo que puede convertirse en un foco de plagas. Además, los ganaderos deben pagar por el esquilado, el transporte y la gestión de residuos al no poder venderla.

Esta situación es especialmente prevalente en el País Vasco, Navarra y Aragón, regiones con una alta proporción de ovejas de lana basta.

El esquilado no es opcional, ya que ayuda a reducir el estrés térmico y disminuye el riesgo de transmisión de parásitos.

3. Marco legislativo

Normativa de obligado cumplimiento de subproductos SANDACH para una nave de las características requeridas, expuesta en Anexo I.

ESTATAL

- *Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen normas aplicables a los subproductos animales y productos derivados no destinados al consumo humano, tiene como objetivo adaptar el régimen jurídico nacional al nuevo marco normativo de la Unión Europea en relación a las normas sanitarias aplicables a estos subproductos y productos derivados, y en particular, realiza la distribución de competencias entre las autoridades implicadas en la gestión de los SANDACH.*
- o *Real decreto 476/2014, de 13 de junio, por el que se regula el Registro Nacional de Movimientos de subproductos animales y productos derivados no destinados al consumo humano.*

EUROPEA

- o *Reglamento (UE) nº 749/2011 de la Comisión de 29 de julio de 2011 que modifica el Reglamento (UE) n o 142/2011, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n o 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano, y la Directiva 97/78/CE del Consejo en cuanto a determinadas muestras y unidades exentas de los controles veterinarios en la frontera en virtud de la misma.*
- o *Reglamento (UE) nº 142/2011 de la Comisión de 25 de febrero de 2011 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n o 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano, y la Directiva 97/78/CE del Consejo en cuanto a determinadas muestras y unidades exentas de los controles veterinarios en la frontera en virtud de la misma.*
- o *Reglamento (CE) 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales).*

De acuerdo con la normativa mencionada anteriormente, según la dotación mencionada, la planta se clasificaría de la siguiente forma:

- La lana es un subproducto animal de la categoría 3
- SECCIÓN IX: PLANTAS TÉCNICAS (FINES FUERA DE LA CADENA ALIMENTARIA)

SECCIÓN IX: P. TÉCNICAS

PLANTAS EN LAS QUE SE UTILIZAN LOS SUBPRODUCTOS ANIMALES PARA PRODUCIR PRODUCTOS TÉCNICOS, QUE SON AQUELLOS PRODUCTOS DERIVADOS DIRECTAMENTE DE ALGUNOS SUBPRODUCTOS ANIMALES, DESTINADOS A FINES DISTINTOS DEL CONSUMO HUMANO O ANIMAL.

*Sección: Sección IX - P. Técnicas

*Actividad:

Sección	Actividad
	Leche, productos a base de leche, productos derivados
	Otras plantas técnicas
	P. de estéril
	P. de gelatina y cola
	P. de grasas extraídas y derivados de las grasas
	P. de huesos, cuernos y pezuñas y productos a base de
	P. de lana, pelo, cerdas, plumas y partes de las plumas
	P. de pieles curtidas y tratadas y productos derivados
	P. de sangre y hemoderivados procedente de équidos
	P. de sangre, productos hemoderivados y productos sa
	P. de trofeos de caza, taxidermia y otras preparaciones
	P. pescado y productos derivados del pescado
	Subproductos de la apicultura

- CATEGORÍA: C3
- CÓDIGO PRODUCTO: LANA

4. Descripción de productos a obtener

Se plantea la venta de lana limpia cardada para uso artesanal, lana preparada para su transformación en bioplástico y rollos de aislante térmico para construcción.

4.1. Bioplástico

El objeto del proyecto es preparar la lana en las condiciones óptimas para la extrusión y posterior procesamiento. Esta lana se fusionará con polímeros como el PLA (ácido poliláctico).

Producto:

Mecha obtenida tras el cardado envasada.

Proceso:

El tratamiento de lana orientado a este uso se adecuará a los parámetros requeridos por el informe técnico realizado por Aitiip para el Proyecto Innovawool.

- Aplicación en termoestables les interesa principalmente emplear fibra larga no tejida.
- Aplicación en termoplásticos inyectados, el tipo de fibra tiene que ser “corta” (inferior a 12 mm).

1. Lavado.

PARÁMETROS CLAVE LAVADO



La grasa de la lana tiene una temperatura de fusión de 40°C y la queratina se rompe a partir de 80°C.



Para evitar la rotura de las fibras es importante el tipo de agitación elegido.



Para eliminar la grasa de las fibras es necesario realizar una reacción de saponificación mediante el uso de un álcali o un jabón.



Hay que adecuar el tiempo de lavado para eliminar toda la suciedad.

Tratamiento	Disolvente	Agitación	Temperatura	Tiempo
1	Sosa 0.1M	Placa magnética	Alta	Menos de un día
		US	Alta	
2	Jabón blando potásico	Placa magnética	Alta	Menos de un día
		US		
3	Jabón blando potásico + Na_2CO_3	Placa magnética	Alta	Menos de un día
		US		
4	Jabón blando potásico	Mecánica	Moderada	Un día

2. Cardado: Se mezcla y ordena las fibras, aportando uniformidad y dirección a los pelos.

3. Cortado de fibras.

4.2. Aislante térmico de construcción

Producto:

Cantidad deseada a obtener: Los rollos óptimos de aislamiento de lana de oveja son densidad media, (18 kg/m³) y tienen una conductividad térmica de 0.0385 W/m²k. [12]



https://www.sasmak.com/lana-de-oveja-10000x600x40-mm-paquete-6-m2.html?srsId=AfmBOortVYh7_-QzAIAOnQX6f107Us6TeoNawb7VDL7ZQ8408IVph5hg

Características:

Fibra natural de muy baja conductividad térmica con las que se puede fabricar mantos, placas y producto a granel con distintas densidades, grosores y capacidades aislantes. Se trata de materiales cálidos en verano y frescos en invierno, ya que cuando la temperatura exterior sube y las fibras se calientan, liberan humedad y se enfrían, refrescándose el ambiente. Cuando la temperatura exterior baja las fibras se enfrían, absorbiendo humedad y calentándose, templando el ambiente. Por tratarse de materiales higroscópicos, absorben y liberan la humedad, ayudando a mantener el ambiente interior seco y a evitar daños en otros materiales de paredes y techos. Sus característica también limitan la transmisión de ruido de aire.

Parámetros clave de la lana responsables de la resistencia natural de la lana a las llamas [14]:

- Temperatura de ignición elevada (570-600 °C)
- Índice de oxígeno limitante elevado (25-26%): Mayor que la concentración de oxígeno en el aire.
- Calor de combustión bajo y una liberación de calor baja: La llama se propaga lentamente y es fácil de extinguir.
- Alto contenido en nitrógeno (14%)
- Alto contenido de humedad
- No se derrite ni gotea

Los principales tipos de aislamiento sostenible para rehabilitación se aplican en:

- Paredes

-
- con Cavidades: inyección de material aislante.
 - trasdosados de placa de yeso laminado con un producto aislante térmico adherido
 - de Obra de Fábrica Maciza: aislamiento externo proyectado o fijado mecánicamente y protegido con sistemas de fachada ventilada o con un revoco de mortero.
 - Cubiertas:
 - o Bajo Cubierta: aislamiento entre y sobre las vigas.
 - o Sobre Cubierta: aislamiento sobre el faldón y protegido con el sistema de cobertura.
 - Suelos:
 - o Aislamiento rígido bajo el acabado.

Proceso:

1. Lavado.
2. Tratamiento antipolillas: Tratamiento con sales de borax. Este proceso dota al aislante de propiedades fungicidas, anti-insectos y retardante de fuego. Se utiliza principalmente para sector del aislamiento y de moquetas y alfombras.

Para este tratamiento se requiere de un tanque grande para disolver el borax en agua caliente, una bomba hidráulica para mezclar y distribuir la solución de borax y un sistema de nebulización o atomización para aplicar uniformemente el tratamiento sobre toda la lana. Se embebe en sales de boro a 90º. Se agrega a una tasa del 3% del peso del relleno de aislamiento
3. Cardado.
4. Lapeado: La máquina se utiliza para plegar en cruz las fibras cardadas y colocarlas uniformemente en una capa de fibra con un cierto grosor y ancho.
5. Punzonado: La capa de fibra transportada por la máquina de lapeado cruzado es muy esponjosa y se suelta fácilmente. Por lo que se somete el material a un punzonado con agujas, lo que dota al material de esponjosidad, elasticidad, resistencia y durabilidad.
6. Cortado y bobinado: Se cortan los bordes irregulares y divide el producto terminado en diferentes tamaños según los requisitos del cliente.

Consideraciones:

El proceso del baño con sales de borax requiere de las siguientes medidas adicionales:

- Sistema de ventilación: Debido al polvo generado durante el proceso, es crucial instalar un sistema de ventilación adecuado para eliminar los vapores y partículas finas de bór y humedad. El tratamiento se hará en un área cerrada

-
- Protección personal: Utilizar equipo personal protector incluyendo mascarillas NIOSH N100, guantes impermeables, gafas de protección y ropa resistente al polvo 2.
 - Manejo seguro de productos químicos: Seguir estrictamente las instrucciones del fabricante del bór y seguir protocolos de manejo de productos químicos peligrosos.
 - Tratamiento de aguas residuales.

5. La raza ovina “Rasa Aragonesa”

5.1. Introducción

En Aragón, el ganado ovino de carne es predominantemente autóctono, destacando la raza Rasa Aragonesa. El término “Rasa” hace referencia a la corta longitud de su vellón, mientras que “aragonesa” indica su principal área de distribución en la comunidad autónoma de Aragón. Esta raza se concentra principalmente en el valle del Ebro, aunque también se encuentra en otras regiones como Castilla y León, Castilla-La Mancha, Navarra, La Rioja y Cataluña.

Se trata de una raza de aptitud cárnica, que produce un tipo de cordero característico de la región denominado Ternasco con una calidad de carne totalmente reconocida por su terneza y sabor. Esta calidad de la carne queda reconocida a nivel europeo por la Indicación Geográfica Protegida “Ternasco de Aragón”.

Raza con un tipo de lana entrefina, diámetros medio de fibra de 37 micras. El peso del vellón oscila entre 3 kg para machos y 1,8 kg para hembras.

Producción lanar

Tipo de lana: Lana entrefina

Peso del vellón machos
(media, kg): 3

Peso del vellón hembras
(media, kg): 1,8

Color del vellón: Blanco uniforme

Extensión del vellón: Su extensión debe cubrir el tronco, alcanzando el cuello como máximo hasta la nuca y dejando el tercio superior del borde traqueal. En las extremidades anteriores, podrá alcanzar hasta la zona media del antebrazo. En las posteriores no descenderá por debajo del corvejón. El vientre puede estar o no cubierto de lana.

Diámetro de la fibra (media, micras): 37



De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística recogidos durante el censo realizado en 2020, según el informe sectorial de ovino y caprino de 2020 por el ministerio de agricultura, pesca y alimentación, España ocupó la segunda posición en lo que a censo de ovino se refiere, por detrás de Reino Unido (22,8 millones de cabezas de ovinos aproximadamente) con 15,5 millones de cabezas de ovino.

Exponiendo estos datos a nivel nacional, Aragón es la quinta comunidad con mayor número de cabezas de ovino. Datos SITRAN 1 de julio de 2024:

CCAA CON MAYOR NÚMERO DE CABEZAS DE OVINO	NÚMERO DE CABEZAS DE OVINO	% RESPECTO AL TOTAL NACIONAL
1. EXTREMADURA	3.478.497	25%
2. CASTILLA LA MANCHA	2.171.884	16%
3. CASTILLA Y LEÓN	2.152.986	16%
4. ANDALUCÍA	2.055.171	15%
5. ARAGÓN	1.436.688	11%
ESPAÑA	13.682.072	

En cuanto al estudio del censo ovino, cabe resaltar la disminución en cuanto a la población y el número de explotaciones, como se puede observar en la imagen adjunta.

OVINO		CENSO			SUBEXPLOTACIONES		
	2021	15.788.535	(-1,64%)		2021	113.763	(-0,79%)
	2022	15.281.113	(-3,21%)		2022	112.219	(-1,36%)
	2023	14.290.846	(-6,48%)		2023	111.539	(-0,61%)
	2024	13.682.072	(-4,26%)		2024	109.539	(-1,79%)

Ilustración: Informe SITRAN: Evolución de los datos registrados en el sistema.

https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/informesectorialdeovinoycaprino_2020_tcm30-109565.pdf

5.2. Características de la lana

De acuerdo con el documento “Análisis provisional del número de animales esquilados en 2023” realizado por el Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. En Aragón se obtiene lana entrefina o negra:

	LANA BLANCA			LANA NEGRA	TOTAL
	FINA	ENTREFINA	BASTA		
ARAGÓN	0	1.598		32	1.630

Tabla: Análisis de producción (toneladas), 2023

6. Ubicación

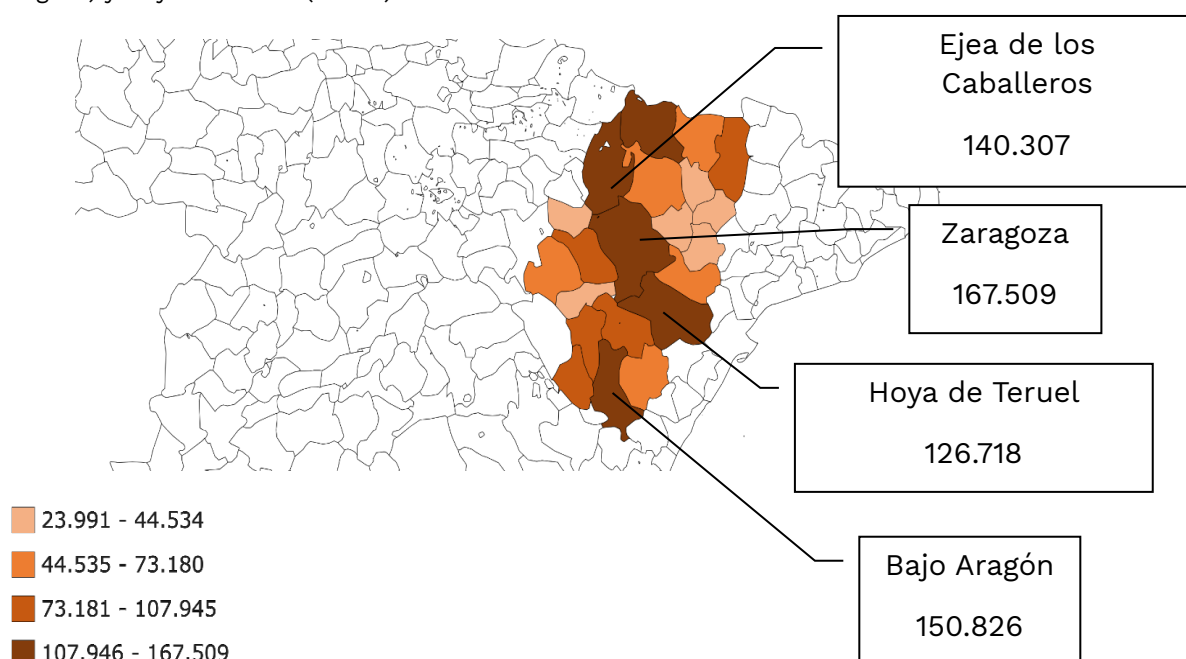
La elección de la ubicación se basará en la problemática específica existente con la lana de la raza Rasa Aragonesa. Cabe destacar que Aragón cuenta con una red de carreteras compleja y bien desarrollada, que incluye autovías, autopistas y carreteras nacionales y autonómicas.

La distribución de cabezas de ovino en la comunidad de Aragón es la siguiente:

PROVINCIAS	NÚMERO DE CABEZAS DE OVINO
Huesca	498.826
Zaragoza	590.473
Teruel	565.487

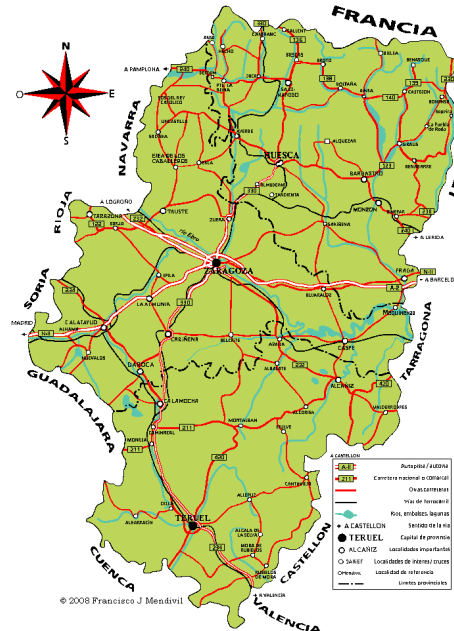
Tabla: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA 2020

Se observa una distribución similar entre la provincia de Teruel y Zaragoza. Destacando que se concentra un mayor número de cabezas de ganado comarca de Zaragoza, Bajo Aragón (Teruel), Ejea de los Caballeros (Zaragoza) y Hoya de Teruel (Teruel).



Para la elección de la ubicación de la nave en la provincia de Teruel se prioriza la cercanía a la provincia de Zaragoza mediante acceso con autovías, carreteras y otras infraestructuras, ya que el transporte supone un coste recurrente y se busca obtener el máximo aprovechamiento en el transporte.

El proyecto se centra en la recogida de lana procedente de Aragón, por lo que se priorizará un fácil acceso a la autovía Mudéjar, A-23, que atraviesa Aragón de norte a sur. La ubicación cerca de esta autovía hará que el transporte sea mucho más eficiente. Una vez cubierto este tramo, se considerará la proximidad a Castilla-La Mancha, la segunda comunidad con mayor número de ovejas, facilitando el acceso a la carretera N-211. La ubicación situada un poco más al sur de la provincia de Zaragoza se debe a la búsqueda de un acceso a explotaciones en ubicaciones menos accesibles situadas en Teruel.



<https://www.aragonesasi.com/aragonca.php>

De acuerdo con la imagen anterior, el cruce de conexiones se produce en la comarca de Jiloca. Ciudad que además cuenta con fácil acceso a la N-330, una importante ruta nacional que conecta con Madrid y el Levante. Esta cuenta incluso con estación ferroviaria

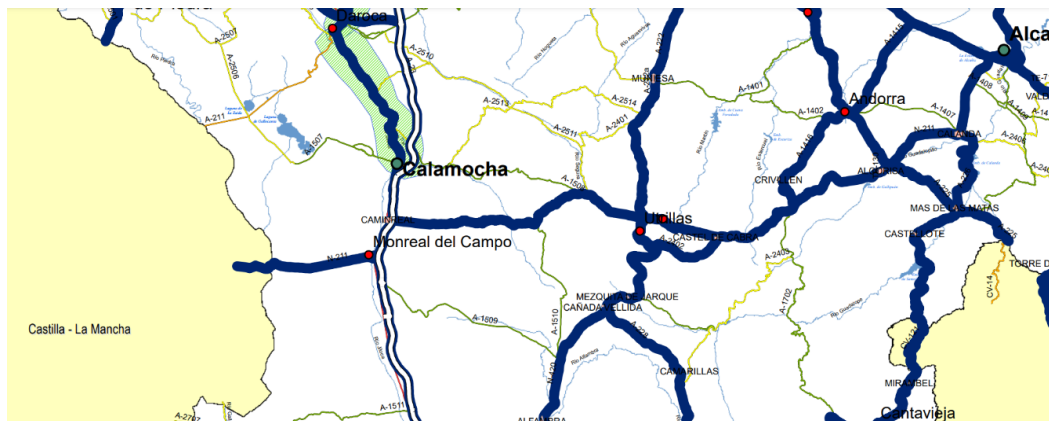
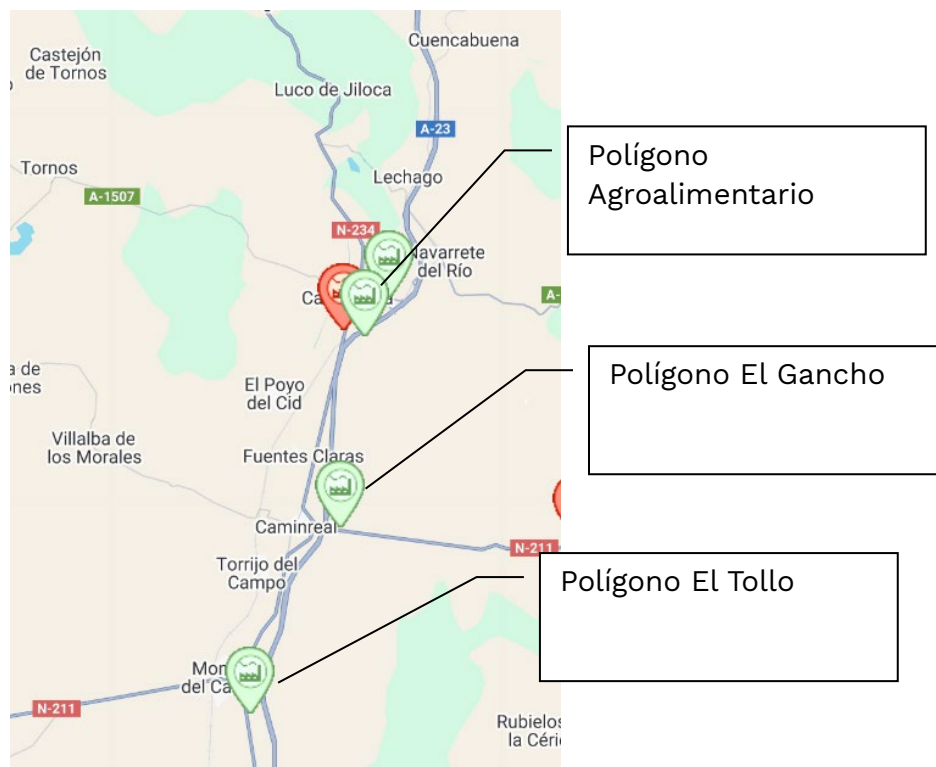


Ilustración: . ESQUEMA ESTRUCTURAL MALLADO DE CARRETERAS PARA ARAGON. PLAN DE CARRETERAS 2013-2024

https://transparencia.aragon.es/sites/default/files/documents/plangeneralcarreteras_2013-2024.pdf

Una vez seleccionada la ubicación se contemplan los siguientes polígonos cercanos a las conexiones requeridas.



<https://iaf.es/poligonos/mapa>

A continuación, se listan los polígonos con parcelas disponibles en la comarca de Jiloca, ubicación que cumple con los requerimientos planteados.

Polígonos	Ubicación	Depuradora	Precio medio venta (€/m2)	Factores adicionales
Industrial Agroalimentario	Calamocha	EDAR	17,73	El polígono cuenta con iluminación exterior, suministro eléctrico de alta y baja tensión, suministro de gas natural y acometidas de agua.
El Gancho	Caminreal	Depuradora municipal	9,15	Superficie máxima de parcela: 12.715
El Tollo	Monreal del Campo	No	12,00	Cualquier tipo de empresa puede instalarse en este polígono siempre y cuando sea compatible con el resto de las empresas existentes y las Ordenanzas de Medio Ambiente del Plan General. Ayudas

Para este proceso, el principal requerimiento es la disponibilidad de Estación Depurada de Aguas Residuales (EDAR) en el polígono debido a la generación de aguas residuales durante el proceso. En el polígono el gancho se descarta debido a la superficie máxima de parcela, se estima que se requerirá alrededor de 12.000 m², limitando además una posible ampliación futura. El Tollo también se desestima porque el polígono no cuenta con depuradora.

Debido a las justificaciones anteriores, se selecciona el polígono Agroalimentario situado en Calamocha, municipio con una población de alrededor de 4500 habitantes, tercer municipio de Teruel con mayor número de habitantes.

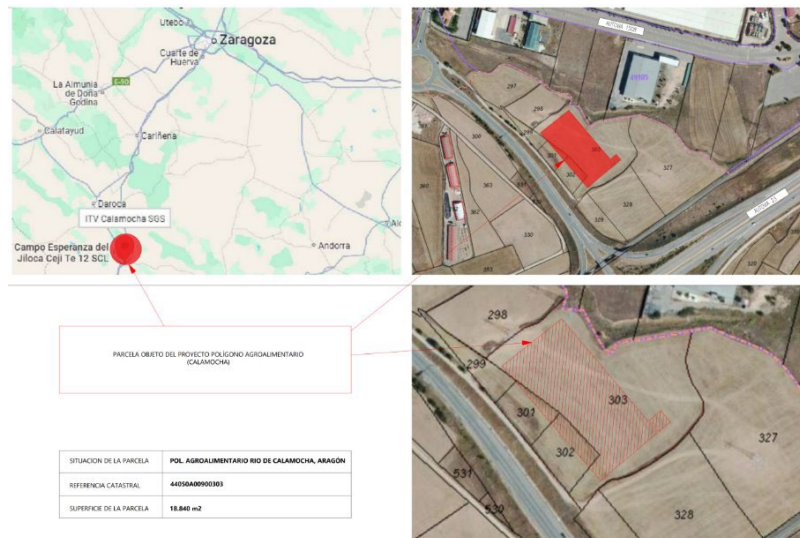


Ilustración. Polígono Industrial Agroalimentario. MAPS

Dado que las parcelas designadas para este propósito están actualmente ocupadas, el emplazamiento se ha ubicado provisionalmente en un terreno clasificado como urbanizable, adecuado para uso industrial general. El Instituto Nacional de Fomento proporciona los siguientes datos sobre el polígono Agroalimentario de Calamocha:

- Promotor: Ayuntamiento de Calamocha
- Parcela mínima: 500 m²
- Parcela máxima: No consta.
- Precio medio de venta: 17,73.
- Procedencia agua: Depósito.
- Lugar vertido: Red municipal.
- Depuradora: EDAR
- Coeficiente de edificabilidad: 1,13 m²
- Altura máxima: 12(PB+2)

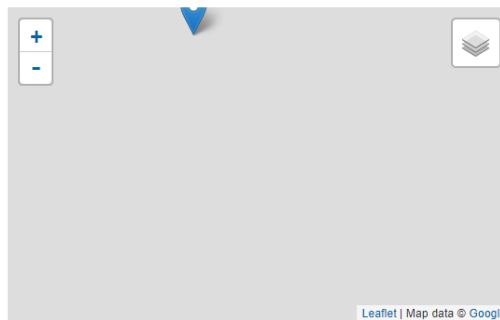
- Otros:
 - o Ocupación 60%
 - o Altura mínima: 4,5 m nave (1 planta)
 - o Se preverá dentro de la parcela una plaza de aparcamiento por cada 250 m2 construidos.
 - o En ejecución de ampliación de 84.840 m2

En la siguiente imagen se muestran los datos de EDAR de Calamocha:

EDAR de Calamocha

Datos generales

Provincia: Teruel
Municipio: Calamocha
Caudal de entrada: 25.000 h.e.
Población de diseño: 25.000 h.e.
Nº 2 EN ARAGÓN
Nº 508 EN ESPAÑA



Tipo de tratamiento

Tratamiento primario:	Sí
Tratamiento secundario:	Sí
Otro tratamiento:	No
Eliminación de nitrógeno:	No
Eliminación de fósforo:	No
Desinfección Ultravioleta:	No
Cloración:	No
Ozonización:	No
Filtro de arena:	No
Microfiltración:	No
Otros tratamientos:	No

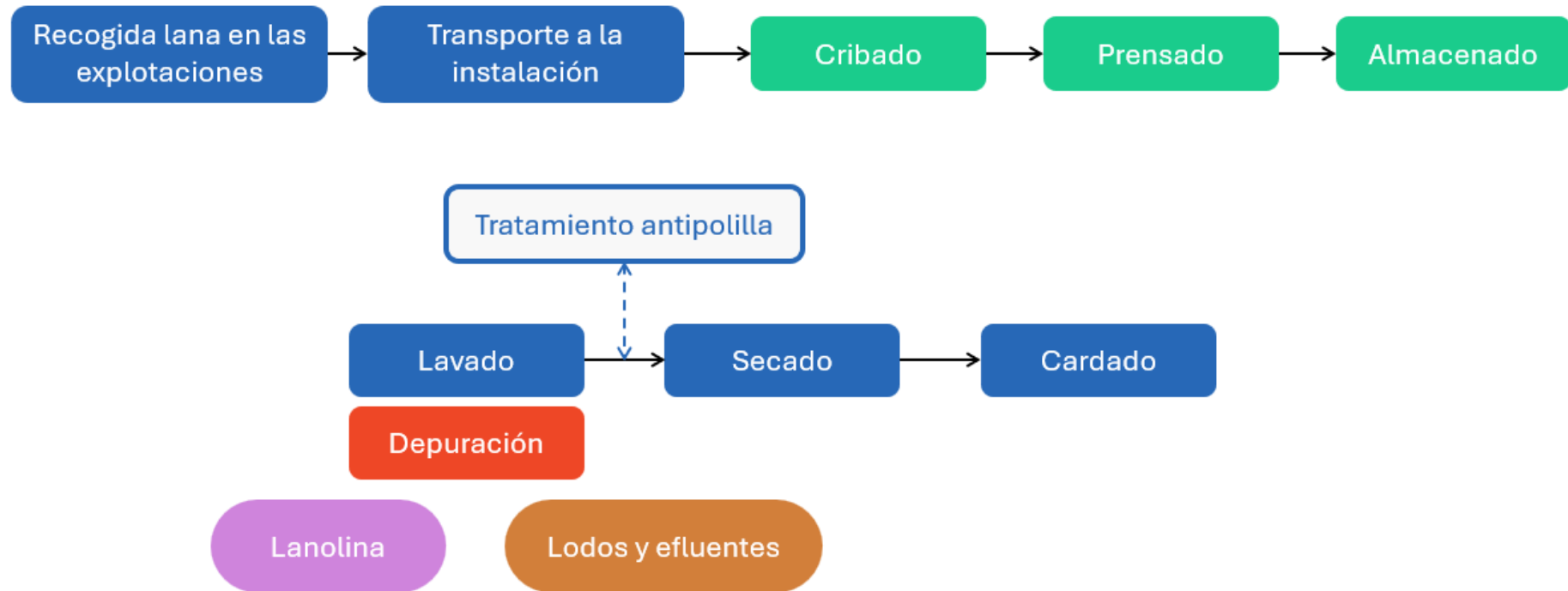
Rendimiento del tratamiento

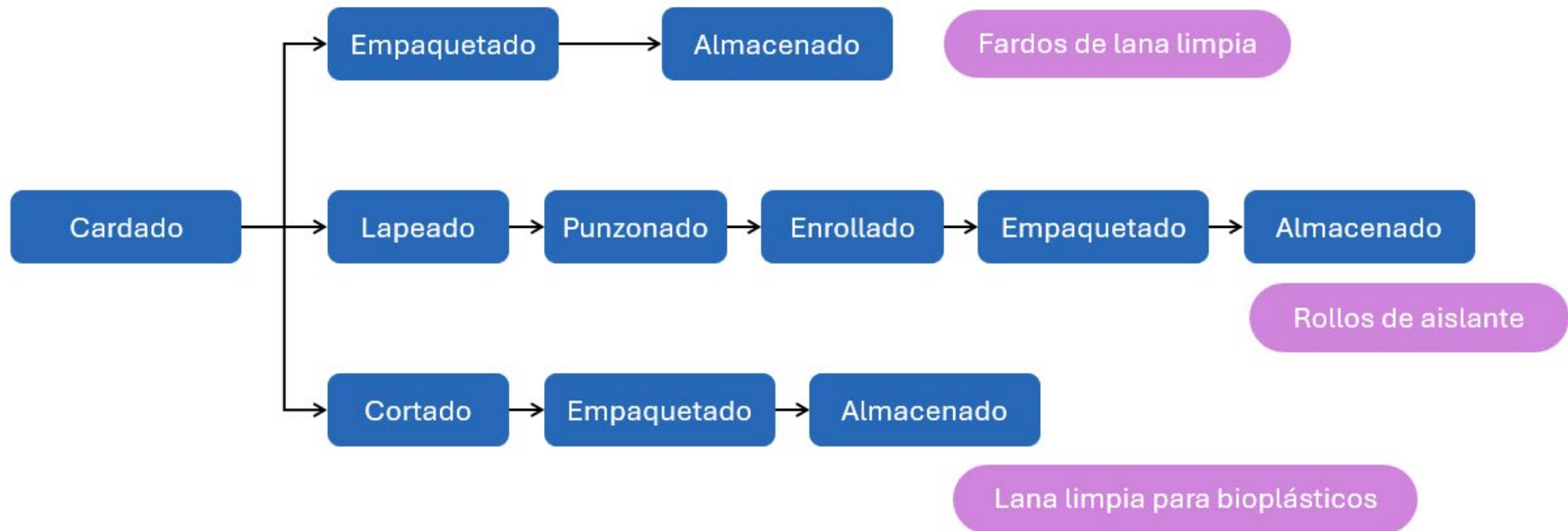
Rendimiento en eliminación de DBO5:	Aprobado
Rendimiento en eliminación de COD:	Aprobado
Rendimiento en eliminación de SST:	Aprobado
Rendimiento en eliminación de Nitrógeno:	Irrelevante
Rendimiento en eliminación de Fósforo:	Irrelevante

<https://www.iagua.es/data/infraestructuras/edar/calamocha>

- Tratamiento: Fangos activados en aireación prolongada

7. Proceso productivo





En la explotación ganadera, la lana suele encontrarse a granel, formando una pila. Sin embargo, para su transporte, es necesario envasarla en sacas o balas. Las sacas tienen una capacidad aproximada de 65 kg de lana. Por otro lado, las balas, fabricadas con fibras de plástico duro, pueden contener alrededor de 90 kg cada una. Utilizando una estriba, se amarra una saca o bala que se va llenando de lana por la parte superior. Para maximizar la cantidad de lana en cada envase, un operario se sube a la estriba y pisa la lana, compactándola en el interior del envase. Finalmente, los envases se cierran: las sacas con cuerda e hilo, y las balas con grapas de acero.

La lana se pesará en la propia explotación. Al peso bruto habrá que descontar la tara (el peso de los envases, que variará dependiendo de si se trata de sacas de yute, de plástico o balas).

Se procede al transporte hasta el emplazamiento de la nave, quedando reflejado el origen, cantidad y destino de las lanas en el correspondiente documento comercial para el traslado de material SANDACH de la Categoría 3.

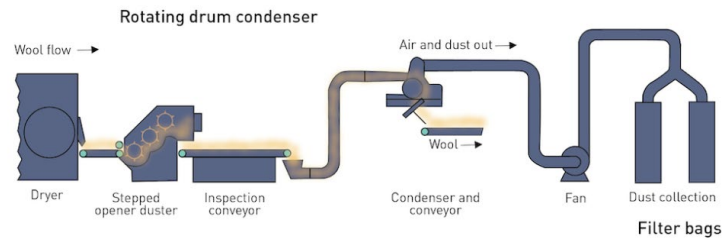
Las balas y sacas se descargan y apilan por medio de una carretilla elevadora.

Tras la descarga de las balas o sacas, empieza el proceso:

1. Cribado manual de partículas bastas: Retirada manual de restos grandes. Se separará lo obtenido para transformarlo en abono posteriormente.
2. Prensado de vellones: Reducir el volumen de la lana sucia previo a almacenamiento en sacos de nylon que vienen a pesar con un peso de entre 50kg y 65 kg por saco. Se recomienda no guardar en sacos de rafia, pues la rafia es plástica y puede dar problemas.
3. Almacenamiento: Almacenes regulados por normativa SANDACH.
4. Línea de lavado.
5. Secado: Cuando la lana lavada sale del recipiente de enjuague final, se exprime mecánicamente para extraer el exceso de agua antes de enviarla a un secador térmico para reducir aún más los niveles de humedad. El presecado mecánico se lleva a cabo normalmente mediante una compresión a alta presión o una compresión doble.

Después de la extracción mecánica, la lana lavada aún puede tener un contenido de humedad de alrededor del 150 por ciento. El secado térmico (aire caliente) se utiliza para extraer el exceso de humedad restante.

Eliminador de polvo: Después del secado, la lana se abre nuevamente para deshacer los grumos de lana, permitiendo que el polvo restante atrapado en los grumos de fibra caiga.



6. Cardado

7. Control de calidad:

- El objetivo del análisis de la lana lavada es analizar la calidad de esta y el rendimiento del proceso de lavado. Las muestras se deben tomar del extremo de la secadora.
 - Es necesario realizar un muestreo adecuado de los circuitos de recuperación de contaminantes y de la planta de tratamiento de aguas residuales para evaluar y gestionar el rendimiento.
 - Parámetros de cardado
 - Análisis de subproductos obtenidos: Cera de lana.
 - Agua reciclada
 - Aguas residuales: Para controlar el rendimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. Si la planta de tratamiento de aguas residuales no funciona correctamente, los vertidos finales pueden no cumplir con los estándares de cumplimiento y podría haber un desperdicio de recursos.
8. Empaquetado de lana limpia en fardos: En los sistemas semiautomáticos, un peso fijo de lana se envasa automáticamente en fardos, cuyo material se coloca manualmente en el equipo de enfardado.
9. Tratamiento de efluentes.

8. Dimensionado previo

Para estimar el dimensionado de la nave, las variables que condicionarán principalmente el tamaño, será la producción de lana anual en la Comunidad de Aragón, el ritmo de transporte y la producción.

La cantidad de lana que se obtuvo durante el esquileo en la Comunidad Autónoma de Aragón en 2023 fue de 1.630 toneladas. En 2024 los censos indican que hay una población aproximada de 1.436.688 de ovejas cuyo peso medio de vellón es 1,44 kg [2], esto supone aproximadamente 2068,83 t de lana. Como dato de partida se tomarán las 1.630 toneladas que constan en registro ya que no se esquila la totalidad de cabezas de ovino.

El producto para almacenar en primera instancia será la lana de oveja sucia, esta es considerada un subproducto animal SANDACH 3, por lo que se requerirá que los espacios y los procesos cumplan estas condiciones.

Cabe resaltar que el flujo de almacenamiento variará de forma estacional, llegando a su máximo durante la época de esquileo, a lo largo de tres meses, y disminuyendo de acuerdo con la capacidad de las instalaciones a diseñar.

La recogida de la lana se hacen las siguientes hipótesis [4]:

- En Aragón el tamaño medio de las explotaciones de ovino es de 1000 kg de lana por explotación.
- Los camiones, que van por pequeñas explotaciones, transportan entre 4 t y 5 t
- Los camiones que van a explotaciones grandes transportan hasta 12 t.

Si en el proyecto se incluye un lavadero de lana, el ritmo de lavado será de aproximadamente 6,27 toneladas de lana sucia al día [3]. En caso de que no se incluyan, se planteará el almacén como centro de recogida donde se guarde la lana hasta alcanzar al menos a 20 toneladas, para conseguir un porte de transporte óptimo. [4].

$1630/260 \text{ días laborales} = 6,26 \text{ t de lana sucia diarias} = 261 \text{ kg/h} = 2,8 \text{ toneladas de lana limpia diaria}$

En España actualmente, existen dos lavaderos de lana de oveja, se encuentran en Castilla y León, la segunda comunidad con más cabezas de ovino.

- Wooldreamers en Mota de Cuervo, Cuenca: Lava a diario 1.600 kg de lana, no operan las 24 h.
- Castilwool en Villalón de Campos, Valladolid: Lava a diario 50.000 kg, sus instalaciones funcionan las 24 h.
- Lanas Payo en Paredes de Nava, Palencia. Se desconocen los datos actuales de lavado



8.1. Almacén

Se parte de una hipótesis de lavado de 6,27 t de lana diarias, cuyo rendimiento de lavado es del 45%, esto se traduce en que obtendría 2,82 t de lana limpia diarias [5].

Independientemente de cómo sea el proceso, habrá que almacenar la lana. De acuerdo con datos proporcionados por almacenes de Aragón, 1 m³ de lana sucia envasada pesaría entre 50 kg y 65 kg [4]. Para la lana limpia se estima una dimensión de 1,5x1,5x1 m con un peso de 350 kg [4].

ALTURA APILAMIENTO (m)	7,5
PARÁMETROS LANA ENVASADA SUCIA	
DIMENSIÓN (m ³)	1
PESO (kg)	65
PARÁMETROS LANA ENVASADA LIMPIA	
DIMENSIÓN (m ³)	1,5x1,5x1
PESO (kg)	350

Con los valores de transporte y lavado diarios, se puede aproximar el almacenamiento máximo requerido de acuerdo con el ritmo de producción diaria. Se estudia principalmente el ritmo de lavado debido a que la suciedad y otras impurezas representan más de la mitad de los compuestos del vellón.

A continuación, se muestra una tabla que contempla el escenario más desfavorable, el cual muestra el día en el que se acumulará mayor cantidad de lana sucia y se tendrá producto preparado retenido en los almacenes.

TONELADAS DE LANA BASTA EN ARAGÓN		1630			
	DÍAS HÁBILES RECOGIDA	LANA BASTA RECOGIDA DIARIO (t)	LANA BASTA LAVADA DIARIO (t)	LANA LIMPIA DIARIA TRAS LAVADO (t)	RENDIMIENTO
TOTAL	109	15	6,27	2,82	0,45

Con estos datos, se puede calcular la superficie mínima de almacenamiento que se requerirá si se contempla la lana que se esquila anualmente en Aragón.

SUPERFICIE ALMACENAMIENTO MÍNIMO LANA SUCIA (m2)	1.941,85
SUPERFICIE ALMACENAMIENTO MÍNIMO LANA LIMPIA (m2)	188,27
SUPERFICIE MÍNIMA DE ALMACENAMIENTO TOTAL (m2)	2.130,12

El escenario menos favorable para el almacenamiento sería tener un lavadero en las instalaciones, pues requiere mayor capacidad de almacenamiento limitada por la capacidad de lavado. En el caso de transportar la lana a un lavadero existente, habría que acumularla en el almacén hasta alcanzar un mínimo de 20 t para alcanzar un porte de transporte óptimo.

El almacén de productos de lana sin tratar deberá cumplir el *REGLAMENTO (UE) N o 142/2011 DE LA COMISIÓN de 25 de febrero de 2011*, especificaciones detalladas en el Anexo I.

8.2. Lavadero

La lana debe limpiarse antes de poder procesarse para obtención de los biomateriales. El objetivo del lavado es eliminar los contaminantes de la lana mediante la agitación en una solución de detergente. La

agitación se realiza de forma que se minimice el enredo o el apelmazamiento, al tiempo que se eliminan adecuadamente los contaminantes.

Debido a la energía necesaria para calentar el agua y el encendido para poner en movimiento la maquinaria, se buscará que estas instalaciones funcionen las 24 horas, lo que supone tres turnos de trabajo. El funcionamiento será de lunes a viernes y durante el fin de semana si limpiarán las instalaciones.

Se tendrán en cuenta los siguientes requerimientos a nivel legislativo y productivo:

- Requisito marco legal de los SANDACH: *También se considerará que alcanza la condición de punto final la lana y el pelo de especies distintas a la especie porcina siempre que se haya lavado en fábrica mediante baños de agua, jabón e hidróxido de sodio o potasio.* [6]

La dimensión de la zona de lavado se condiciona principalmente por las línea de lavado:

Equipamiento línea de lavado	
Potencia total	83,5 kW
Área	100x10=1000 m ²
Peso	70 t
Consumo de agua	10-15l/kg de lana sucia
Listado de maquinaria	Máquina de alimentación de lana (2). Máquina de apertura y limpieza de cinco cilindros. Tanques de lavado (5). - Volumen tanques: 1-2 de 10,5 m³ y 3-5 de 8,5 m³, esto es igual a 46500 l. Máquina de rodillos (5). Secador. Cabina eléctrica (Cabina de control).

Se propone el proceso sugerido por Australian Wool Innovation [7]:

SISTEMA DE TRANSPORTE:

Presente en todas las etapas del lavado.

CALENTAMIENTO DE PACAS:

Para facilitar la apertura de las balas.

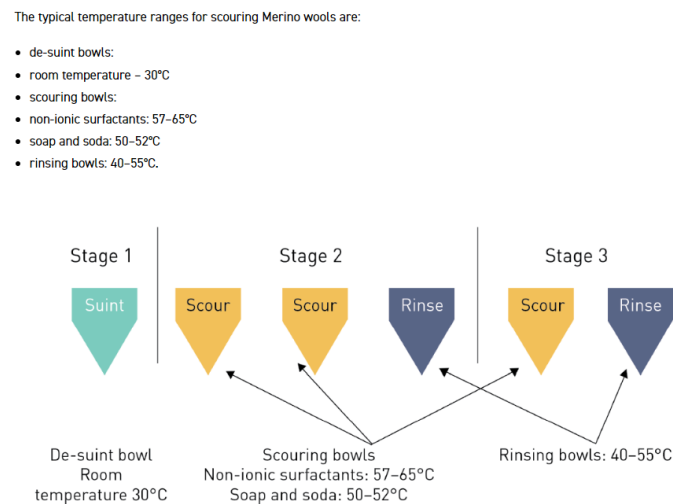
EQUIPO DE APERTURA DE LANA

RECIPIENTE DE PESAJE

RECIPIENTE DE LAVADO:

Tendrán la función de desgrasado, fregado y enjuague. Suelen tener dimensiones de 2-6 m de largo y 2-3 de ancho.

Se propone un sistema de lavado con seis multi-tolvas con una longitud total de lavado de 20 a 30 m. Una línea de lavado típica para procesar lana australiana llamada multi-hopper-bottom system que consta de seis bañeras. De esta forma, se vigilan parámetros como el nivel de enredo de la fibra y se asegura la limpieza y la calidad. Como la lana se utiliza para otro objetivo con unas exigencias de lavado menores, es posible que se requiera un número de tanques menor.



Los tanque tendrán estas funciones:

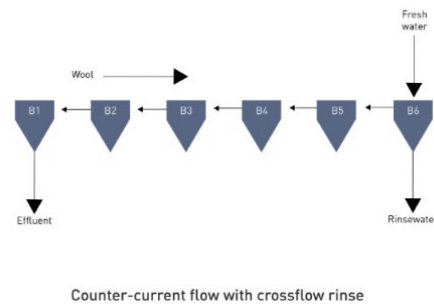
Desgrasado (Suint): Tanque 1. Elimina la mayor cantidad posible de suciedad y grasa sin quitar la cera de lana. Se realiza a una temperatura inferior al punto de fusión de la cera de lana y utiliza poco o ningún surfactante en el recipiente.

Fregado (Scour): Tanque 2,3 y 5. Elimina la mayor parte de los contaminantes de la lana cruda, especialmente la cera de lana, y se caracteriza por una temperatura superior a 50 °C.

Aclarado (Rinse): Tanque 4 y 6. Elimina los contaminantes atrapados en el líquido de desengrase y que se trasladan a la lana con agua limpia, elimina los contaminantes poco adheridos y evita que los contaminantes vuelvan a depositarse.

Con sistema de recirculación de agua de forma que el agua fluya del recipiente de aclarado al recipiente de desgrase antes de ser descargada. Este flujo parcial a contracorriente es el método más común para

usar agua en los lavadores de lana modernos. Esta recirculación es crucial debido a la gran cantidad de agua necesaria.



8.3. Línea de tratamiento de efluentes

Contaminantes presentes en el lavado

A continuación, se definen los contaminantes que se encuentran en la lana de oveja para adecuar el proceso de lavado: Grasa de lana, sudor, suciedad, contaminantes proteínicos (p. ej. restos de piel y proteínas que no son de lana), materia fecal y orina, semillas, rebabas o ramitas, pesticidas, marcadores de identificación...

Los contaminantes no se removerán de forma homogénea. Durante el lavado se tendrá la siguiente distribución del porcentaje de partículas removidas frente al número de bañeras por las que pasa la lana. De acuerdo con la siguiente imagen, se necesita un mínimo de tres bañeras para que el lavado sea efectivo. La mayoría de las líneas modernas tienen al menos seis bañeras.



[7]

Los contaminantes fáciles de eliminar comprenden hasta el 80-90% del total de contaminantes en la lana previa a lavado y generalmente se eliminan por completo en la tercera bañera. Este grupo estará

formado por cera de lana no oxidada, un poco de cera de lana oxidada, componentes fácilmente solubles de, tierra mineral suelta, suciedad orgánica adherida.

Los contaminantes difíciles de eliminar representan hasta el 10% del total de contaminantes, de los cuales una proporción sustancial permanece en la lana después del fregado. Contienen restos de cera de lana oxidada, componentes menos solubles de suarda, suciedad mineral fina, suciedad proteica que se hincha lentamente y se adhiere fuertemente a la fibra de lana.

Suarda: Mugre o suciedad, y especialmente la grasa que segrega la piel del ganado ovino y que impregna la lana.

Diseño

El proceso consiste en la extracción de la lanolina y posterior tratamiento de efluentes antes de su recirculación y paso por la EDAR del polígono.

El concepto es un sistema de tratamiento de agua modular para adaptar la tecnología disponible a los residuos producidos. En consecuencia, si alguna condición cambia (por ejemplo, si aumentan los costos del agua), se pueden instalar otros módulos para cumplir con los nuevos requisitos ambientales.

Para la elección de la línea de tratamiento se considera:

- Tipos de contaminantes presentes en el agua.
- Normativa relacionada con los vertidos ambientales.
- Límites de vertido: Existen límites a las cantidades de concentraciones de contaminantes, como aceite, grasa y azufre que pueden descargarse. PGOU Calamocha, página 172.

Parámetro-Unidad	Nota	Valores límite
Aluminio (mg/l)	(H)	2
Arsénico (mg/l)	(H)	1
Bario (mg/l)	(H)	20
Boro (mg/l)	(H)	10
Cadmio (mg/l)	(H)	0,5
Cromo III (mg/l)	(H)	5
Cromo VI (mg/l)	(H)	1
Hierro (mg/l)	(H)	10
Manganeso (mg/l)	(H)	10
Níquel (mg/l)	(H)	2
Mercurio (mg/l)	(H)	0,05
Plomo (mg/l)	(H)	1
Selenio (mg/l)	(H)	1
Estaño (mg/l)	(H)	2
Cobre (mg/l)	(H)	2
Cinc (mg/l)	(H)	5
Tóxicos metálicos	(J)	3
Cianuros (mg/l)	--	2
Cloruros (mg/l)	--	2000
Sulfuros (mg/l)	--	2
Sulfatos (mg/l)	--	2
Sulfatos (mg/l)	--	2000
Fluoruros (mg/l)	--	12
Fósforo Total (mg/l)	--	20
Ídem (mg/l)	(K)	0,5
Amoniaco (mg/l)	(L)	50
Nitrógeno Nitrato (mg/l)	(L)	20
Acetatos y Grasas (mg/l)	--	40
Fenoles (mg/l)	(M)	5
Aldehídos (mg/l)	--	2
Detergentes (mg/l)	(N)	6
Pesticidas (mg/l)	(P)	0,05

Tabla 4. Concentración máxima de productos químicos en vertidos líquidos.

NOTAS:

(H) El límite se refiere al elemento disuelto, como ión o en forma compleja.

(J) La suma de las fracciones concentración real/límite exigido relativa a los elementos tóxicos (arsénico, cadmio, cromo VI, níquel, mercurio, plomo, selenio, cobre y cinc) no superará el valor 3.

(K) Si el vertido se produce a lagos o embalses, el límite se reduce a 0,3, en previsión de brotes eutróficos.

(L) En lagos o embalses el nitrógeno total no debe superar 10 mg/l.

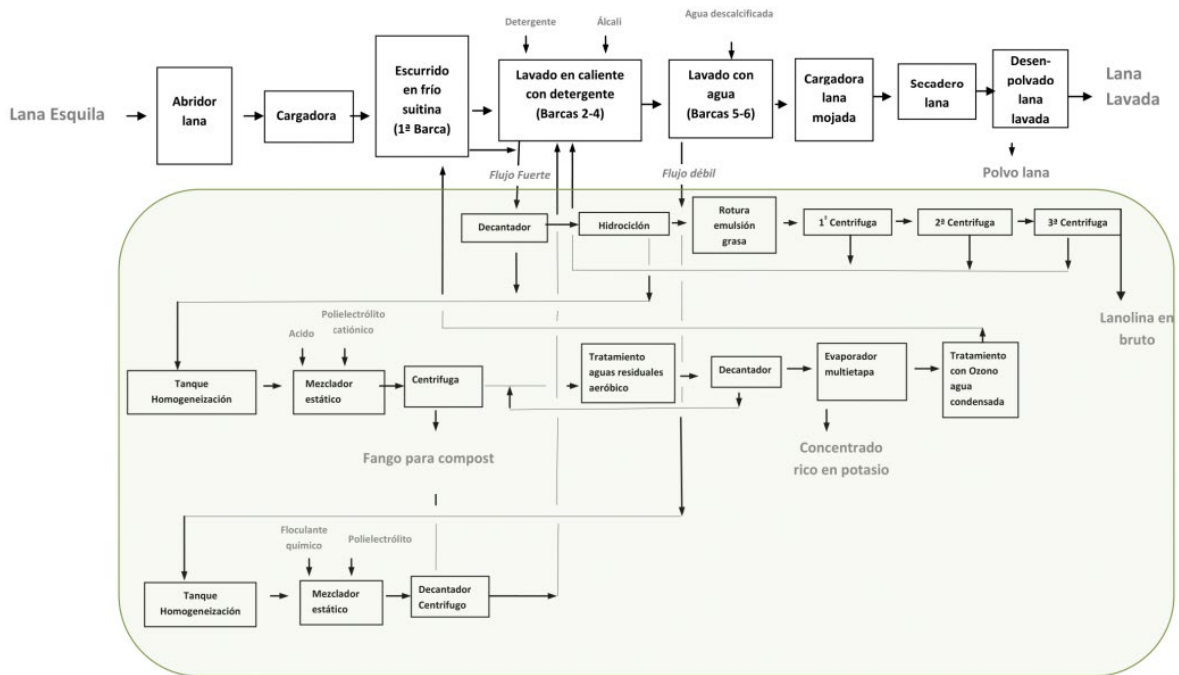
(M) Expresado en $C_{10}H_{12}$.

(N) Expresado en lauril-sulfato.

(P) Si se tratase exclusivamente de pesticidas fosforados puede admitirse un máximo de 0,1 mg/l.

- Opciones para el tratamiento de vertidos: Destacan los costos de energía y productos químicos, junto con la disponibilidad de espacio y tecnología desarrollada.

Ante las diferentes necesidades, se presenta el siguiente diagrama de procesos como ejemplo:

Lavado de Lana acuoso convencional con las operaciones de tratamiento de las aguas residuales¹

¹ Basado en el proceso modular Enviroloop de Andar (Zona en color oliva)

Layman-WDS-V6-ES.pdf

En la ilustración previa, se observan recirculaciones hacia el primer silo y los silos de lavado (barcas 2-4). Se destaca la extracción de lanolina, este esquema de procesos es habitual en las instalaciones que la incluyen. Independientemente del método empleado, el objetivo principal es el tratamiento de los efluentes para obtener un efluente final que cumpla con los límites de concentración establecidos, y la separación adecuada de los lodos.

La empresa Australian Wool Innovation propone un sistema de recuperación contaminantes para recuperar cera de lana y suciedad:

CIRCUITO DE RECUPERACIÓN DE AGUA DE LA FASE DE ACLARADO

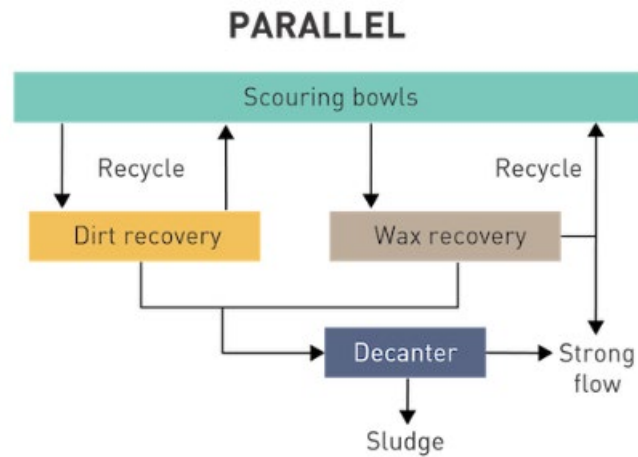
El agua de enjuague contiene niveles relativamente bajos de contaminantes en comparación con los efluentes de desengrase o de lavado, por lo que se pueden utilizar diferentes tecnologías de eliminación de suciedad, que permiten reciclar el agua tratada.

Si el agua de enjuague se trata utilizando una pequeña cantidad de un coagulante inorgánico y un floculante polimérico, el agua clarificada se puede reciclar sin afectar la calidad de la lana lavada.

CIRCUITO DE TRATAMIENTO EFLUENTES

Las plantas de lavado modernas utilizan sistemas de eliminación de suciedad (dirt recovery) y cera de lana (wax recovery) en paralelo, buscando gestionar las corrientes por separado ya que tienen

características diferentes, que requieren tecnologías diferentes para un tratamiento óptimo. En este sistema, los suministros a los dos sistemas se toman de los puntos óptimos de los silos de lavado.

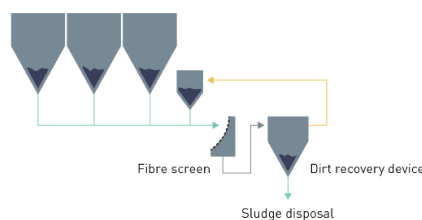


La alimentación del circuito de “dirt recovery” se hará desde el fondo de los silos y del “wax recovery” desde el lateral debido a las características fisicoquímicas de los residuos, esto puede variar con las características de la línea de lavado ya que intervienen otros factores.

El efluente Strong flow se compone de descargas de los circuitos de recuperación de suciedad y cera y del flujo de concentrado que baja de la centrifugadora de grasa primaria.

Antes de que el efluente pase a la línea de tratamiento debe haber un filtro (fibre strainer) de fibras para que retenga las fibras de lana de oveja.

OPERATING DIRT RECOVERY DEVICES



Para eliminar los contaminantes del efluente de desgrase, se llevan a cabo dos tipos de recuperación, los cuales se basan en la diferencia de densidades.

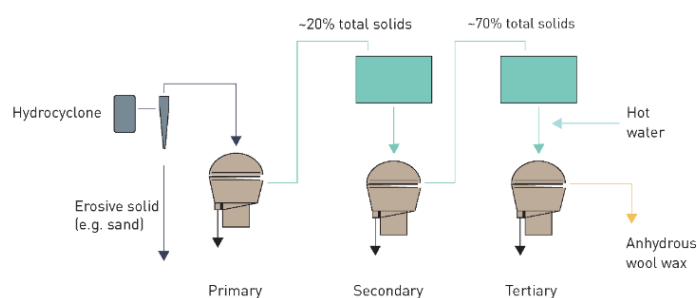
- Separación sólido-líquido: la sedimentación de la suciedad (lodo).

Australian Wool Innovation señala como óptima la colocación de hidrociclones con un pequeño sedimentador de láminas (lamella settler), siendo un sistema de recuperación de suciedad de dos etapas puede ayudar a limitar las pérdidas de cera de lana

- Separación líquido-líquido: la recuperación de la cera de lana en forma de crema mediante centrifugación (centrifugación a altas velocidades para permitir la separación por densidad) de efluentes de desgrase. La cera de lana es un líquido a la temperatura del desgrasante y se encuentra en forma de emulsión.

Se utilizan las centrifugas de disco (disc centrifuges) para recuperar la cera de lana del efluente de desengrasado. Las centrifugas utilizan la fuerza centrífuga, en lugar de la gravedad, para separar la emulsión de cera de lana del agua extraída de los recipientes de desengrasado. Los sistemas de recuperación de cera de lana también deben tener un hidrociclón grande (100 mm) para eliminar los sólidos erosivos, como la arena, para proteger las máquinas de tratamiento posterior.

Se utilizará un sistema de recuperación de tres etapas para minimizar las pérdidas de cera y maximizar la pureza. Las dos primeras centrifugadoras de disco reducen el nivel de partículas sólidas. La tercera centrifugadora actúa como centrífuga purificadora, ya que concentra aún más la crema antes de invertirla en una emulsión de agua en aceite para producir cera de lana anhidra



Estas plantas de tratamiento se diseñan para satisfacer diversas necesidades específicas, como se ha mencionado anteriormente. Lo que conlleva la posibilidad de usar diferentes tratamientos para los efluentes a tratar y maquinaria con diferentes dotaciones y dimensiones a su vez. Por consiguiente, no es posible definir las completamente en este estudio preliminar.

8.4. Dimensionado del resto de maquinaria y zonas.

Para el dimensionado de la zona de procesamiento posterior, se ha tenido en cuenta la maquinaria necesaria adecuada a la producción estimada.

Sumando con las dimensiones mínimas de almacenamiento de acuerdo con la producción, existe una necesidad de espacio mínima de 3.365,18 m² para almacenamiento y maquinaria, sin tener en cuenta un espacio destinado al tratamiento de efluentes, espacio habilitado para personal, pasillos, zonas de preparación, etc.

Para estimar la dimensión adecuada de la planta de tratamiento de agua, se puede realizar una comparación con otros proyectos similares. Un caso relevante es el de la planta de Standard Wool S.A.,

cuya producción es casi tres veces mayor que la proyectada en este estudio. En función de sus necesidades, se diseñó una planta de tratamiento con una superficie de 203,62 m². La siguiente imagen ilustra la comparación entre el tamaño requerido para la producción y el tratamiento de efluentes en Standard Wool S.A., donde el número 1 representa la planta de procesos y el número 4 la planta de tratamiento.

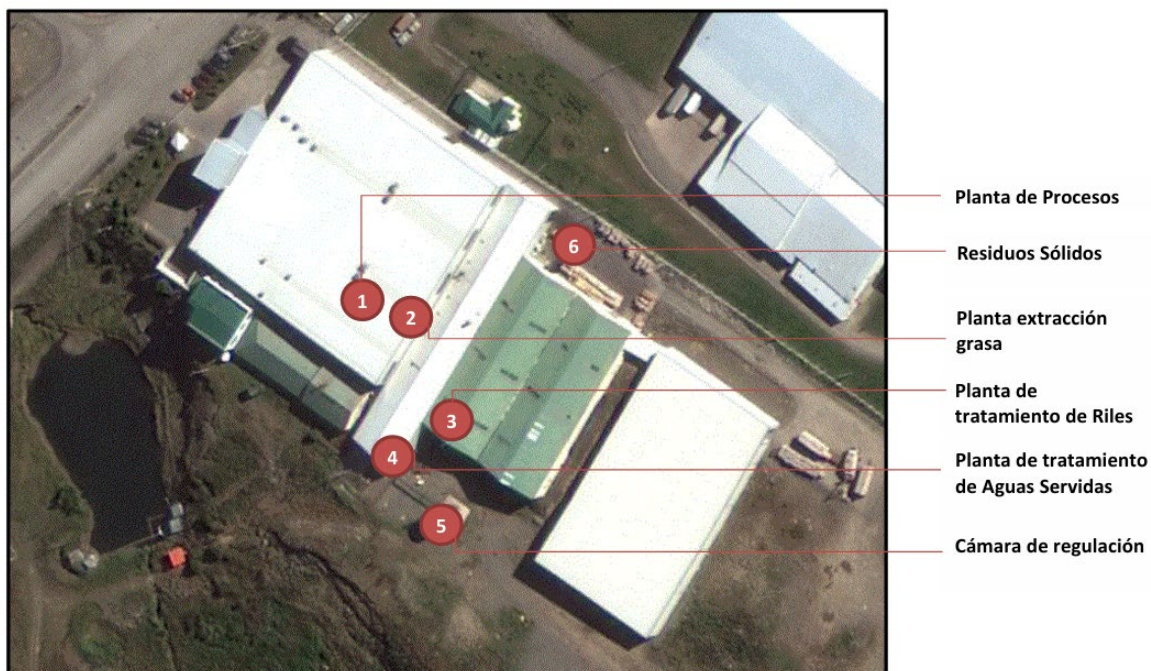
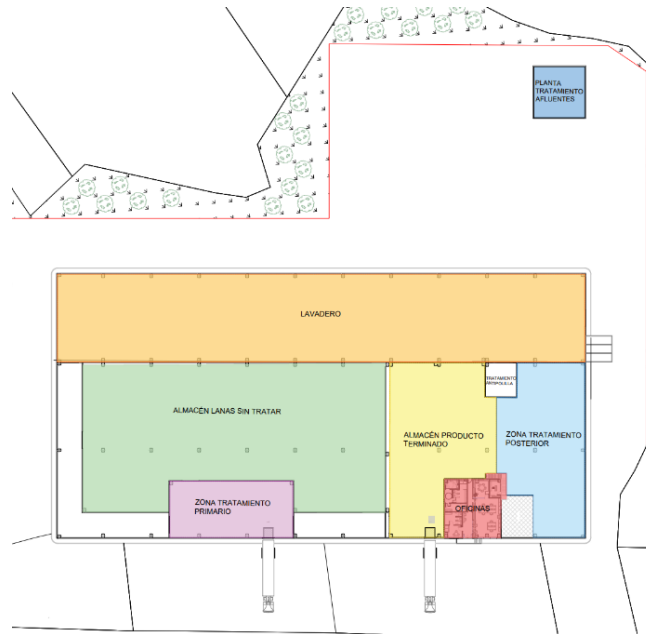


Ilustración. Comparativa de área necesaria para producción y tratamiento de efluentes. [15]

9. Descripción de la nave y espacios considerados

De acuerdo con los requerimientos adecuados a la producción y el producto a implementar, se plantea una nave con una superficie de 7.272,16 m², para un porcentaje del 60% de ocupación de la parcela, se contempla un área total de 12.120 m². En la siguiente imagen se puede ver la distribución propuesta de zonas de la nave.



Una vez que la lana llega de las explotaciones, se procede a la descarga de las balas o sacas. El proceso de cribado se realiza de manera rápida, ya que no se requiere una clasificación intensiva, sino una revisión de la mercancía entrante y la eliminación de tierra y estiércol. Posteriormente, la lana se prensa para su almacenamiento.

El siguiente paso es el lavado, que se lleva a cabo en instalaciones operativas las 24 horas del día, requiriendo tres turnos de personal para la alimentación y descarga de la línea de lavado. Tras el aclarado, la lana puede ser tratada con sales de bórax y luego devuelta a la máquina de secado, si está destinada a la producción de aislante térmico. En este punto, se obtiene lana limpia, con y sin tratamiento antipolilla. En este proyecto también se contempla la venta de lana limpia. La lana destinada a este segmento se lleva a la zona de preparación para su posterior almacenamiento.

Para la lana destinada a la producción de bioplásticos, se requiere un proceso de cortado de fibras, cardado y almacenamiento en grandes formatos para su posterior segmentación según pedido.

Para la fabricación de aislantes térmicos, después del tratamiento antipolilla, la lana se lleva a la máquina de cardado, seguida de un proceso de lapeado, punzonado, cortado y bobinado, formando así los rollos de aislante para su almacenamiento.

9.1. Almacenes

Los almacenamientos de subproductos animales deberán ajustarse a los siguientes requisitos:

Deberán mantenerse claramente identificados.

- Deberán ser almacenamientos cerrados.
- La ubicación destinada para su almacenamiento deberá disponer de una cubierta para evitar el contacto de los subproductos con el agua de lluvia.
- Deberán estar contruidos con arreglo a unos planos que faciliten su limpieza y desinfección. Los suelos deberán ser impermeables y estar contruidos de una manera que faciliten la evacuación de líquidos hacia un sistema de recogida estanco que permita la gestión de esas aguas residuales, en caso de generarse.
- Medidas de protección y control de las aguas, del suelo y de las aguas subterráneas.
- Sistemas de protección contra incendios y antiplagas.

9.2. General

La gestión de los distintos subproductos animales presentes en la instalación se efectuará conforme a las disposiciones del Reglamento (CE) n.º 1069/2009, de 21 de octubre de 2009 y Reglamento (UE) n.º 142/2011 de la Comisión, de 25 de febrero de 2011, por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n.º 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano, y la Directiva 97/78/CE del Consejo en cuanto a determinadas muestras y unidades exentas de los controles veterinarios en la frontera en virtud de la misma.

La instalación industrial contará con las siguientes redes independientes de saneamiento:

- Aguas residuales sanitarias, procedentes de aseos y servicios: Serán conducida de manera independiente a fosa estanca dimensionada para las necesidades de la planta y provista de sensor de nivel, que determinará con suficiente antelación su retirada por gestor de residuos autorizado.
- Aguas pluviales de cubierta: Se recogerán mediante canalones y bajantes, y se verterán al terreno dentro de la parcela.
- Aguas de proceso y limpieza de las instalaciones: Pasarán a través de la planta de tratamiento de efluentes de la nave.

9.3. Personal

Asignación de personal según el diagrama de proceso productivo:

1. Área de Cribado y Prensado del Producto:

- Dado que la lana llega de forma estacional, se plantea un enfoque temporal. Habrá momentos en los que la recepción de lana se detenga o se reduzca la cantidad a procesar.

- Se propone un equipo de 4 personas durante 6 meses y 2 personas durante los 6 meses restantes.

2. Alimentación de la Línea de Lavado, Descarga y Transporte de las balas:

- Para asegurar el funcionamiento continuo de la línea durante 24 horas, se requieren 3 turnos de trabajo.

- Se propone un equipo de 6 trabajadores, 2 por turno.

3. Zona de Procesamiento Posterior:

- Esta área operará durante un turno, para lo cual se calcula la necesidad de 2 trabajadores.

4. Administración:

- Se necesitarán 2 personas para las tareas administrativas.

En resumen, se plantea la generación de 14 puestos de trabajo.

9.4. Residuos SANDACH

Los residuos generados se entregarán a gestores autorizados para el tratamiento de los residuos, debiendo aplicarse la jerarquía en la gestión de residuos establecida por la Ley 7/2022, de 8 de abril de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

El titular de la instalación deberá cumplir con las obligaciones de gestión de residuos correspondientes a los productores de residuos establecidas en la normativa de aplicación en cada momento, en particular, actualmente y respecto a la gestión de residuos en general, en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

En la instalación industrial se almacenarán subproductos animales no destinados a consumo humano (SANDACH) de la categoría 3, según la clasificación del Reglamento (CE) n.º1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) n.º 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales).

En concreto, se almacenarán los siguientes SANDACH de la categoría 3: lana. Además, como consecuencia de las labores de selección y clasificación de la lana, se generarán estiércol, tierra y paja que se desprenden de la misma. A este residuo, que ha sido codificado en el apartado anterior con código LER 02 01 06, se deberá dar una gestión adecuada a su condición de SANDACH.

10. Reaprovechamiento de subproductos generados en el tratamiento de efluentes

10.1. Lodos

Compost: El lodo (sludge) generado puede transformarse en compost al mezclarse con otros materiales, como serrín y desechos verdes. Si se añade cera de lana, proporciona el combustible para el proceso de compostaje, ya que tiene un valor calorífico similar al del fueloil. Así, la temperatura necesaria para la pasteurización (superior a 55 °C) se puede alcanzar fácilmente, garantizando la destrucción de patógenos y semillas de malas hierbas presentes en el material de compost.

Algunos lodos se pueden utilizar como combustible en un horno si su contenido de sólidos es suficientemente alto. Dado que los costos de eliminación de lodos representan aproximadamente el 50% de los costos operativos de una planta de tratamiento de aguas residuales, es importante investigar formas de utilizar los lodos.

10.2. Grasa de lana cruda (Lanolina en crudo)

Se puede vender a refinadores.

En las lanas gruesas, la grasa de lana representa alrededor del 5% del peso del vellón. [8] Además de su uso en las industrias cosmética y farmacéutica, los derivados de la lanolina se utilizan habitualmente en muchos sectores industriales, como los plásticos, los lubricantes, los aceites textiles, el hormigón, las pinturas y las tintas. Su naturaleza viscosa y su resistencia al agua son propiedades clave que la vuelven valiosa en la fabricación de productos de toda clase. Desde lubricar maquinaria hasta proteger superficies metálicas, la lanolina cruda encuentra múltiples funciones en la industria.

La cantidad de grasa recuperada por las empresas investigadas por INTERLAINE, que puede venderse como subproducto, oscila entre 10 y 35 g/kg de lana cruda. El mejor rendimiento de un lavador de lana fina es de casi 35 g/kg de lana cruda, mientras que el mejor rendimiento de un lavador de lana gruesa es de unos 13 g/kg.

Según la hipótesis establecida anteriormente para las lanas gruesas de los Pirineos, una proporción del 5% de grasa en la grasa de lana, esto representa un potencial de $50 \text{ kg} \times 25\% = 12,5 \text{ kg}$ separables por centrifugación en un lote de 1000 kg de grasa de lana. (BRIEF TEXTILE 2003, página 371). Esto equivale a una recuperación de 141,06 kg de grasa al día.

11. Estimación subproductos y contaminantes a obtener:

Para evaluar la contaminación emitida, se considerarán los parámetros proporcionados por el BRIEF TEXTILE 2003 - 4.10.10 Tratamiento de las aguas residuales generadas por la Lavado de lana.

Cabe recordad que la lana proveniente de la zona de Aragón tiene unas características que hacen que el lavado tenga un rendimiento de un 45% aproximadamente

Adaptando estos datos al rendimiento de lavado y a las cantidades estimadas de acuerdo con [8] Haciendo un balance de masas, se puede estimar los siguientes valores diarios de entrada y salida:

COMPONENTES	Porcentaje	t/día	kg/día	kg/h
LANA LAVADA	45	2,82	2821,15	117,55
LANOLINA CRUDA	9	0,56	564,23	23,51
SUINT	6	0,38	376,15	15,67
TIERRA	30	1,88	1880,77	78,37
TOTAL				235,10

COMPONENTES	Porcentaje	m3/día	l/día	l/h
AGUA (L)		78,37	78365,38	3265,22
DETERGENTE(L)		0,06	56,42	2,35
TOTAL				3267,58

LANA LAVADA	DESPERDICIO DE LANA	AGUA EVAPORADA	EFLUENTES	LODOS	LANOLINA	TOTAL SALIDA A LA H
115,20	2,35					117,55
			15,28	2,35	5,88	23,51
			15,67			15,67
				78,37		78,37
115,20	2,35	0,00	30,95	80,72	5,88	235,10
LITROS						
		150,24	3058,15	56,84		3265,22
			0,24	1,88	0,24	2,35
0,00	0,00	150,24	3058,38	58,72	0,24	3267,58

La carga potencial de contaminación orgánica causada por el lavado corresponde a una cantidad de DQO (demanda química de oxígeno) (315 g de DQO/kg de lana gruesa en grasa de lana). Si se lavan 6.270kg/día, esto supone una carga contaminante equivalente a los vertidos domésticos de 6.530 habitantes equivalentes.

*Equivalente de población: El habitante-equivalente se define, por el artículo R2224-6 del Código General de las Autoridades Locales, como la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de cinco días de 60 gramos de oxígeno por día. (es decir, 135 g de demanda química de oxígeno (DQO), 15 g de nitrógeno total Kjeldahl (NTK) y 4 g de fósforo total en una cantidad media diaria de 120 litros de aguas residuales.

Compuestos de entrada anuales:

COMPUESTOS EN ENTRADA	CANTIDADES ANUALES
LANA SUCIA (t)	1630,00
AGUA (m3)	20375,00
DETERGENTE (m3)	14,67
BORAX (t)	71,88

Compuestos de salida anuales:

COMPUESTOS EN SALIDA	CANTIDADES ANUALES
LANA LAVADA (t)	718,83
DESPERDICIO DE LANA (kg)	14,67
AGUA EVAPORADA (m3)	937,48
EFLUENTE (m3)	19277,46
LODOS (t)	870,09
LANOLINA (t)	36,68

Por lo tanto, es necesario vigilar la capacidad de lavado prevista, la capacidad de tratamiento de la depuradora local, la posibilidad de tratamiento in situ de los efluentes o la necesidad un pretratamiento para reducir la carga de efluentes a tratar y, por último, las cantidades y características del agua necesaria para abastecer la línea.

Los contaminantes del vellón de lana gruesa contribuyen a la carga de DQO en un 20% para la grasa de lana, en un 50% para todas las grasas y en un 30% para la suciedad. [8]

Naturaleza de la contaminación	Efluentes de lavado muy cargados	Agua de enjuague
Demanda biológica de oxígeno (DBO5) [mg/l]	9 800 - 50 000	200 - 1 000
Demanda química de oxígeno (DQO) [mg/l]	30 000 - 100 000	500 - 2 000
Sólidos en suspensión (TSS) [mg/l]	20 000 - 60 000	100 - 700
Materia extraíble por disolvente (SEM)* [mg/l]	1 000 - 2 000	50 - 1 500

* El MEH se compone de detergente y grasa de lana

Características típicas del efluente (tras la extracción de la grasa de lana) [9]

*Composición del efluente de un lavado que trata un lote de lana australiana (lana merina fina, alto contenido en grasa de lana), consumo de agua 10l/kg de lana cruda, primera extracción de 32% de grasa de lana y 42% de impurezas.

Tras el tratamiento la cantidad de DQO será de 203 kg/tonelada de lana sin lavar.

Tabla 4: Composición de un efluente de lavado primario ^{xxxv}

Constituyente	Cantidad (mg/l)
Grasa de lana	3000-6000
Suint	3000-6000
Tierra	4000-7000
Pesticida	<1
Demanda biológica de oxígeno (DBO)	2500-5000
Demanda química de oxígeno (DQO)	15000-30000
Sólidos en suspensión	5000-10000
Nitrógeno total	200-500
Potasio	1000-1500
Amoníaco	40-120
Fósforo	20-50
Total Tensioactivos	300-600
Sulfuro	<1
Sulfato	30-100
Conductividad eléctrica	1250-4000 μ siemens cm ⁻¹
pH	7.5

*Composición del efluente de un lavado que trata un lote de lana australiana (lana merina fina, alto contenido en grasa de lana), consumo de agua 10l/kg de lana cruda. Multiplicar por para saber la cantidad por kg de lana cruda

12. Consideraciones

12.1. Producción

Dada la situación actual de acumulación de lana almacenada en Aragón durante 2-3 años, habrá una mayor disponibilidad de lana para procesar.

12.2. Optimización del proceso

El tamaño del almacén se podría reducir si se implementa una mejor técnica de prensado, que maximice la utilización de la lana y minimice las dimensiones necesarias para su almacenamiento.

Observadas las cantidades de agua a utilizar, resulta crucial el diseño **de un proceso de optimización de lavado mediante la recirculación**. Esto permite reducir el consumo de agua, la energía utilizada y el disminuye el coste de inversión de la planta de tratamiento debido a la reducción del caudal a procesar.

La línea de lavado, el tratamiento antipolilla y la planta de tratamiento de efluentes exige la utilización de agua a temperaturas de 40-90 °C, para un mayor aprovechamiento se propone un **intercambiador de placas para permitir una transferencia de calor en grandes volúmenes**.

12.3. Procesos adicionales

Para el tratamiento antipolilla en la lana, existen diversas alternativas. Algunas empresas optan por el uso de permetrina, un compuesto eficaz para prevenir ataques de insectos y polillas. Sin embargo, es importante destacar que este tratamiento no proporciona resistencia al fuego.

Un aspecto crucial a tener en cuenta es que las empresas que emplean permetrina suelen contar con certificaciones que avalan su compromiso con prácticas sociales y medioambientales responsables, como la certificación STeP by OEKO-TEX. Esto subraya la importancia de considerar opciones más amigables con el medio ambiente.

Existen otros procesos que pueden dotar el producto de un valor adicional:

- TRATAMIENTO ZIRPRO: Tratamiento químico para aumentar las propiedades ya ignífugas de la lana y la reducción de emisión de humo. Se utiliza para sectores técnicos que requieran una normativa ignífuga más alta. Aislamiento de edificios públicos, sector aeroespacial)
<https://www.fibre2fashion.com/industry-article/3034/flame-resistance-of-wool>
- TRATAMIENTO PERFUMANTE: Tratamiento para eliminar el olor característico de la lana y darle un aroma perfumado o un olor neutro. Se utiliza para sector de aislamiento o cualquier otro sector que lo requiera.
- TRATAMIENTO ANTIBACTERIANO (SANITIZED®): Tratamiento para ofrecer propiedades antibacterianas a la lana. Se utiliza para sector ortopédico, mantas, etc.

12.4. Contaminación

Los efluentes del lavado de lana plantean diversos desafíos medioambientales:

- La **carga orgánica** es la cantidad de material orgánico que consumirá oxígeno durante su degradación aeróbica. Aunque los componentes son en su mayoría naturales (cera de lana y grasa), el tamaño de la carga orgánica plantea desafíos para las plantas de tratamiento de aguas residuales, especialmente en términos de la escasa biodegradabilidad de la cera de lana.
- La cera de lana, en particular, es difícil de degradar por microorganismos biológicos debido a su estructura química y sus características físicas. También hay componentes de la lana, en particular, que resisten la **biodegradación**.
- **Sólidos en suspensión:** La materia en suspensión junto con la cantidad de lodos procesados en el efluente de lavado afecta negativamente a la separación de la cera de lana emulsionada.
- **Pesticidas:** Los ganaderos a veces necesitan aplicar pesticidas a las ovejas para el control de parásitos.
- **Surfactantes:** Los surfactantes pueden causar una serie de problemas en los efluentes, como la formación de espuma, una biodegradabilidad deficiente y subproductos de biodegradación peligrosos.
- **Concentración de sal:** La suarda contiene aproximadamente un 27 % de potasio, lo que significa que el efluente contiene aproximadamente un 1 % de potasio. Si las aguas residuales tratadas se utilizan como agua de riego, la aplicación excesiva de potasio puede afectar negativamente la estructura y la fertilidad química del suelo.

Análisis económico

13. Inversión inicial

De acuerdo con el dimensionado propuesto, se obtienen los siguientes valores:

PARTIDA CONSTRUCTIVA	PRECIO (€)
CONSTRUCCIÓN NAVE INDUSTRIAL	4.869.508,23 €
TERRENO	214.892,33 €
MAQUINARIA	765.029,53 €
DEPURADORA	1.500.000,00 €
TOTAL INVERSIÓN INICIAL	7.349.430,09 €

13.1. Terreno

El precio del terreno se ha determinado en función de la superficie proyectada de la nave y el coeficiente de ocupación. Dado que el emplazamiento de la nave industrial se encuentra en suelo urbanizable, se debería tener en cuenta los costos asociados a la urbanización de dicha área adicionalmente.

Desglose de datos referentes al terreno:

SUPERFICIE EDIFICACIÓN (m2)	7272,16
COEFICIENTE DE OCUPACIÓN	0,6
PRECIO TERRENO (EUROS/m2)	17,73
SUPERFICIE DE TERRENO NECESARIA (m2)	12120,27

13.2. Maquinaria

Dado que la solicitud de precios de maquinaria se ha realizado principalmente a proveedores de China, se ha añadido un incremento para cubrir impuestos, aranceles, costos generales de transporte y comisiones de los diferentes agentes. Por lo tanto, se ha evaluado la adición de un 20% al precio total.

A continuación, se presenta un listado con la maquinaria necesaria para la producción:

NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO
LÍNEA DE LAVADO	1	200.937,00 €
MÁQUINA DE PRENSADO	2	7.820,00 €
MÁQUINA CORTADORA DE FIBRA	1	100.480,00 €
CARDADORA	1	*
MÁQUINA DE LAPEADO, PUNZONADO, CORTADO Y BOBINADO	1	187.491,32 €
TRATAMIENTO ANTIPOLILLA	1	15.000,00 €
BOMBA CENTRÍFUGA	2	1.113,45 €
CINTAS TRANSPORTADORAS	2	4.854,52 €
CARRETILLAS ELEVADORAS ELÉCTRICAS	2	11.000,00 €
MÁQUINA DE EMBALAJE RETRÁCTIL	1	35.000,00 €
PLUS DE IMPORTACIÓN DE MAQUINARIA	1	176.545,28 €
TOTAL		765.029,53 €

*El precio se incluye en la partida de lapeado, punzado, cortado y bobinado.

13.3. Depuradora

Cabe resaltar que el precio de la depuradora, como se ha dicho anteriormente, no se puede estimar debido a que el dimensionado y los tratamientos a elegir dependen de diferentes factores aun desconocidos en esta fase, por lo que se ha utilizado el valor de plantas similares proporcionadas en [8]. Esta partida corresponde al 20% del total de la inversión inicial aproximadamente.

14. Gastos anuales

14.1. Precio por compra de lana

Inicialmente, se plantea un precio de compra de 0,40 €, basado en el precio medio de años anteriores. Este precio dependerá de diversos factores, como el enfoque de mercado del producto, la situación actual del mercado y posibles subvenciones por parte de la administración.

14.2. Gastos de producción

La mayor parte de la energía consumida se atribuye al calentamiento de los baños.

En cuanto al consumo de agua, de acuerdo con los datos proporcionados por el fabricante de la maquinaria, el consumo será de 10-15 l/kg de lana sucia. Lo que supone un rango de 62.700-94.050 l de consumo diario de agua, solo para el tratamiento de lavado. Por lo que prima el diseño orientado a la recirculación de agua, lo que favorecería al consumo de energía porque también reduce la cantidad de agua fría entrante. Además de menores costos de descarga de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales como resultado de una menor carga de contaminación

Gastos anuales de producción:

GASTOS PRODUCTIVOS	PRECIO
ELECTRICIDAD	128.323,35 €
AGUA	10.540,40 €
JABÓN	119.897,91 €
BORAX	45.519,19 €
TOTAL	304.280,85 €

Para hacer una estimación económica, se utilizan los datos proporcionados por un lavadero existente [10]

14.3. Gastos de producción de lavado

- Energía eléctrica 1,026 MJ/kg lana “bruta”
- Energía térmica (gas natural) 3,78 MJ/kg lana “bruta”
- Consumo de agua entre 10 y 15l por Kg/lana “bruta”
- Consumo de detergente 0,010 – 0,008 l/lana “bruta”

- Precio detergente: 8,173 l (<https://marube.es/6845-clean-active-detergente-perfumado-20-kg.html>)

CONSUMO ENERGÍA			CONSUMO DIARIO (MJ/kg)	CONSUMO TOTAL DIARIO (MJ/día)	kWh	EUROS/día	EUROS/año
ENERGÍA ELÉCTRICA	1,026 MJ/kg lana "bruta"	1,026					89.701,62 €
ENERGÍA TÉRMICA	3,78 MJ/kg lana "bruta"	3,78	4,806	30129,92	2324,84	345,01 €	
CONSUMO AGUA			CONSUMO DIARIO (l)	PRECIO PRODUCTO (€)		EUROS/día	EUROS/año
CONSUMO DE AGUA	10- 15l/kg lana "bruta"	12,50	78365,38	0,5014		39,29 €	10.216,03 €
CONSUMO DE JABÓN BLANDO POTÁSICO	0,010-0,008 l/kg lana "bruta"	0,009	56,42	8,173		461,15 €	119.897,91 €
						PRECIO TOTAL LAVADO	219.815,55 €
						EUROS/kg lana sometida al tratamiento (lana limpia)	0,31 €

14.4. Parámetros de procesamiento baño de sales de borax

- Energía eléctrica para realizar el tratamiento de resistencia frente al fuego y protección contra insectos (sales de borax) 0,207 MJ/kg lana limpia.
- Precio de sales de borax: 633,24 €/ton (<https://www.intratec.us/chemical-markets/borax-price>)

			CONSUMO DIARIO (MJ día)	kWh	EUROS/día	EUROS/AÑO
ENERGÍA ELÉCTRICA	0,207 MJ/kg lana limpia	0,207	171,69	13,25	1,97 €	511,15 €
SALES DE BORAX (€/kg)	633,24 €/ ton	0,63324			175,07 €	45.519,19 €
	1 kg/9l de	0,11	276,47			
CONSUMO AGUA	3l/ kgde lana	3	2488,26		1,25 €	324,38 €
					PRECIO TOTAL BORAX	46.354,72 €
					EUROS/kg lana sometida al tratamiento	0,21 €

14.5. Gastos de producción del resto de maquinaria

CARDADO						
	kW	PRODUCCIÓN (kg/h)	MJ/kgde lana limpia	CONSUMO ANUAL (MJ/AÑO)	kWh	EUROS/AÑO
CARDADORA	22,6	300	0,27	58484,01	4512,66	669,68 €
					PRECIO TOTAL BORAX	669,68 €
					EUROS/kg lana sometida al tratamiento	0,0031 €
CORTADO						
	kW	PRODUCCIÓN (kg/h)	MJ/kgde lana limpia	CONSUMO ANUAL (MJ/AÑO)	kWh	EUROS/AÑO
CORTADORA	37,5	450	0,30	140171,85	10815,73	1.605,05 €
					PRECIO TOTAL BORAX	1.605,05 €
					EUROS/kg lana sometida al tratamiento	0,0074 €
LAPEADO/PUNZONADO/BOBINADO CORTADO						
	kW	PRODUCCIÓN (kg/h)	MJ/kgde lana limpia	CONSUMO ANUAL (MJ/AÑO)	kWh	EUROS/AÑO
PRENSADO	160	300	1,92	3129600,00	241481,48	35.835,85 €
					PRECIO TOTAL BORAX	35.835,85 €
					EUROS/kg lana sometida al tratamiento (lana limpia)	0,0499 €

14.6. Parámetros por contemplar

En esta fase del estudio, existen parámetros aún desconocidos, como el coeficiente de recirculación del agua, que influirán en la reducción del agua necesaria y en el dimensionado de la planta de tratamiento de residuos. Esta fracción pasará a través de los diferentes componentes que la conforman, afectando también los costes de productos como jabones y el coste del canon de vertido.

Costes asociados a la contaminación de agua, como canon aplicable a las actividades no domésticas en función de las molestias causadas por la captación de agua y los efluentes producidos y coste de gestión y tratamiento de los lodos obtenido. Para hacer la valoración se ha aproximado a una cantidad de 130.000 €.

14.7. Transporte

En cuanto al transporte, si se toma un precio acorde a las características extensivas de la superficie de Aragón y al tamaño medio de las explotaciones, el precio podría ser de 0,10 €/ kg. De acuerdo con la cantidad planteada, este coste será de 163.000 €.

PRECIO MEDIO (EURO/kg)	0,1
RECOGIDA DE LANA BRUTA (kg)	1.630.000
PRECIO TOTAL ANUAL	163.000,00 €

14.8. Gasto de personal

De acuerdo con lo establecido según las necesidades productivas, se cuantificarán 13 puestos de trabajo en total para el cómputo anual. Lo que supone:

	EUROS/TRABAJADOR	CANTIDAD	PRECIO
OPERARIOS	37.250,00 €	11	409.750,00 €
ADMINISTRATIVOS	47.040,00 €	2	94.080,00 €
TOTAL		13	503.830,00 €

14.9. Balance de gastos anuales

Con lo especificado en los apartados anteriores, se tendrá un gasto total de **1.849.589,61 €** anualmente.

15. Ingresos

15.1. Producción

Se proyecta la obtención de 718.830 kg anuales de lana, considerando un rendimiento del 45% en el proceso de lavado y un 2% de pérdidas en las diferentes etapas del procesamiento posterior. Principalmente, se prevé la venta de lana limpia cardada, aislante térmico y lana como materia prima para la producción de bioplásticos.

PRODUCTOS FINALES	DISTRIBUCIÓN DE PRODUCCIÓN	DISTRIBUCIÓN DE LANA LAVADA (kg)
LANA LIMPIA CARDADA	0,65	467240
AISLANTE TÉRMICO	0,3	215649
LANA PARA PREPARACIÓN BIOPLÁSTICO	0,05	35942
LANA LIMPIA TOTAL (kg)	1	718830

Los precios de venta para los productos/subproductos obtenidos son los siguientes:

LISTA DE PRODUCTOS	PRECIO	FORMATO
LANA LIMPIA	1,75	€/kg
PREPARACIÓN PARA BIOPLÁSTICO	2	€/kg
AISLANTE TÉRMICO	10	€/m2

SUBPRODUCTOS	PRECIO €/kg	FORMATO
LANOLINA	3,872	Bidón de 180 kg

El criterio para valorar los precios se basa en su competitividad. El valor de una fibra textil se determina principalmente por su finura promedio. La lana de la Rasa Aragonesa es una fibra entrefina, clasificada como tipo 3 o tipo 4. Históricamente, esta lana se utilizaba en productos como alfombras, lo que subraya que el mercado de prendas manufacturadas con lana no es viable. No se puede comparar el precio de esta lana con la de merino, y dado que actualmente no existe un mercado para lana de estas características, es difícil establecer un precio

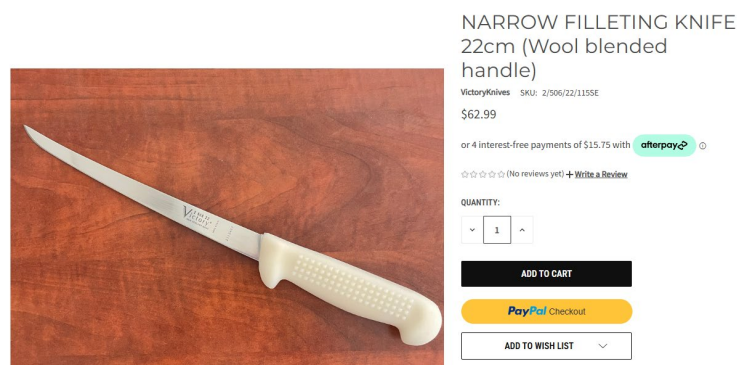
15.2. Lana limpia cardada

El enfoque principal es proporcionar lana limpia local de forma accesibles para grandes y pequeños negocios. Se hace hincapié en que esté limpia debido a que así pierde su condición de residuo SANDACH, lo que cambia las necesidades de transporte, almacenamiento y tratamiento posterior.

15.3. Preparación para bioplásticos

Respecto al punto anterior, se realiza un tratamiento de corte de fibra dadas las características productivas posteriores.

Existen algunas iniciativas en fase de producción con esta orientación. Un ejemplo es Shear Edge, una empresa neozelandesa que actualmente produce 4 toneladas de pellets compuestos por un 30% de lana y PLA. Shear Edge se dedica a la fabricación de pellets, los cuales son vendidos a diversas compañías para la producción de una amplia gama de productos, desde mangos de cuchillos hasta kayaks como se puede observar en las siguientes imágenes.



<https://victoryknives.co.nz/narrow-filleting-knife-22cm--wool-blended-handle-/>



Barco fabricado con lana procesada MALCOLM MCRAE/SHEAR EDGE • Omicrono

TECNOLOGÍA

De barcos a cuchillos: cómo se está usando la lana para fabricar cualquier objeto

https://www.elespanol.com/omicrono/tecnologia/20220123/barcos-cuchillos-usando-lana-fabricar-cualquier-objeto/644185768_0.html

15.4. Aislante térmico

El cálculo de la lana necesaria se ha realizado en función de parámetros de densidad y superficie de otros aislantes disponibles en el mercado. Para un aislante con una densidad de 20 kg/m^3 y una superficie de 6 m^2 por bobina, se requiere aproximadamente 4,8 kg de lana.

15.5. Lanolina

El precio de venta para 1 bidón de 180 kilos (MOQ) de Lanolina Cruda, es a 3,87 €/Kg de acuerdo con empresas destinadas a la venta de estos productos.

15.6. Balance de ingresos anuales

En la siguiente tabla se puede observar la totalidad anual a obtener según el porcentaje de venta:

PRODUCTOS	INGRESO ANUAL SI SE VENDE TODO LO PRODUCIDO	INGRESO ANUAL SI SE VENDE UN 60%
LANA NATURAL	817.669,13 €	490.601,48 €
PREPARACIÓN PARA BIOPLÁSTICO	71.883,00 €	43.129,80 €
AISLANTE TÉRMICO	2.695.612,50 €	1.617.367,50 €
LANOLINA	142.005,60 €	85.203,36 €
TOTAL	3.727.170,23 €	2.236.302,14 €

16. Balance gastos beneficios

Beneficio calculado en el escenario de venta de un 60% de la producción estimada:

INGRESOS	2.236.302,14 €
GASTOS	1.849.589,61 €
BENEFICIO DE EXPLOTACIÓN	386.712,53 €

17. Posibles escenarios

El precio que se paga al ganadero es un tema controvertido que involucra a múltiples agentes en las diferentes etapas del proceso. Por lo tanto, se realizará un análisis preliminar del posible precio de compra de la lana.

La Rasa Aragonesa se cría principalmente para la producción cárnica, no para la producción de lana. Si se considerara un escenario en el que los ganaderos obtuvieran algún beneficio directo de la lana, el precio base de venta aumentaría, lo que a su vez incrementaría su precio de mercado en proporción.

A continuación, se presenta un dicho análisis de este posible cambio en la compra de lana a las ganaderías adecuando los precios proporcionados por una ganadería.

El precio medio de esquila por oveja es de 1,50 €. Si el peso medio del vellón de lana de la Rasa Aragonesa es de 1,44 kg, el precio de esquila por kilogramo de lana sería de 1,041 €. Además, existen otros costes asociados a esta fase:

- Costes de mano de obra externa: 0,40 €/kg
- Gastos varios (alimentación del personal, sacas, etc.): 0,20 €/kg

El margen de beneficio para el ganadero, a modo de ejemplo, podría ser de 0,15 €/kg. Esto daría un precio mínimo de compra de 1,791 €.

18. Conclusiones

Es posible crear una infraestructura capaz de gestionar de forma integral la producción de lana de oveja de la Comunidad autónoma de Aragón. La inversión es grande, pero la explotación anual de la misma produce beneficios económicos. Sin embargo, el principal beneficio de realizar esta instalación es social, ya que mejora la vida de los ganaderos al eliminarles la gestión del residuo y el aumento de sus ingresos económicos, crea puestos de trabajo y puede generar la creación a su alrededor de numerosas empresas que utilicen la lana limpia como materia prima.

Es fundamental comprender la huella hídrica asociada al proceso de lavado de la lana. Numerosos centros de lavado de lana en Europa han cesado sus operaciones debido a la incapacidad de afrontar los elevados costos de los tratamientos de aguas residuales, los cuales son complejos y no siempre eficaces. Como consecuencia, la lana se exportaba a China, donde las regulaciones son menos estrictas. No obstante, esta práctica se ha reducido significativamente en los últimos dos años debido al predominio de las fibras sintéticas.

Se ha desarrollado algún proyecto para solventar la problemática de la cantidad de agua necesaria para lavar este producto. Un ejemplo sería el proyecto desarrollado a nivel europeo llamado Eco Efficient Dry Wool Scouring with total by-products recovery (WDS), lavado de lana en seco con la recuperación total de los subproductos. Sin embargo, este proyecto no se encuentra en funcionamiento actualmente.

Para el caso del tratamiento antipolilla, tratamiento en el cual se requiere agua, para la fabricación de aislante térmico, la empresa ISOLENA ha desarrollado un tratamiento llamado Ionic Protect®, que consiste en que la lana de oveja pasa por una máquina en la que se genera un campo de plasma de alta energía. Los electrones y los iones interactúan con la lana y cambian la estructura molecular de la fibra de lana. [13]

La competencia en precio con el mercado de aislantes de otras fibras, especialmente la lana de roca, es inviable. No obstante, es fundamental considerar no solo el aspecto económico, sino también el impacto social. La utilización de este material y la compra directa a los pastores contribuyen al sostenimiento de las pequeñas economías ganaderas distribuidas por toda la península y las islas.

Los ganaderos acumulan grandes volúmenes de lana, y esta acumulación seguirá incrementándose anualmente, lo que conlleva costos adicionales y riesgos de propagación de enfermedades. Por lo tanto, es imperativo encontrar aplicaciones para la lana, un material con múltiples propiedades.

En un entorno donde las legislaciones son cada vez más favorables al medio ambiente y las empresas buscan certificaciones de calidad con este enfoque, es posible desarrollar un proyecto que cumpla con la orientación de este estudio.

19. Referencias

[1] *Estadística de lana, miel y huevos para consumo humano*. (s. f.). <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/lana-miel-huevos-consumo-humano/>

(*Estadística de Lana, Miel y Huevos Para Consumo Humano*, s. f.-a, p. 3).

[2] Provincias, Y., Comunidades, L. B., Negra, L., Autónomas, T., & Basta, F. E. (s/f). *LANA: Análisis provincial del peso medio del vellón, 1996 (kilogramos)*. Gob.es. Recuperado el 27 de septiembre de 2024, de https://www.mapa.gob.es/estadistica/pags/anuario/1999/AE_1999_23_05.pdf

[3] Datos de producción de lavadero Lanas Payo.

[4] Datos de porte de recogida, destino y almacenamiento proporcionados por OVIARAGÓN.

[5] Castilla y León Televisión. (2014, 10 octubre). *Hecho en CyL - Marce, Lanas Payo y La Fábrica* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=iNn32ZBReWc>

[6] *Guía orientativa sobre el nuevo Marco Legal de los SANDACH (SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL NO DESTINADOS A CONSUMO HUMANO)*. (s. f.). <https://coamba.es/guia-orientativa-sobre-el-nuevo-marco-legal-de-los-sandach-subproductos-de-origen-animal-no-destinados-a-consumo-humano/>

[7] *Welcome to the Woolmark Learning Centre*. (s. f.). Frontend-starter-kit. <https://www.woolmarklearningcentre.com/es/program-library/wool-education-program/raw-wool-scouring/module-2-characteristics-of-raw-wool-contaminants/topic-1-what-contaminants-are-found-in-raw-wool/>

[8] POCTEFA. (2021, 2 junio). ESTUDIO DE VIABILIDAD VALORIZACIÓN DEL AGUA DE LAVADO DE LA LANA DE LOS PIRINEOS *Resultados de ORHI - POCTEFA*. POCTEFA - un Site Utilisant WordPress. <https://www.orhi-poctefa.eu/es/resultados-de-orhi/>

[9] Visión integral de la química, fabricación y aplicaciones de la lanolina extraída del pretratamiento de la lana Amit Sengupta y Jagadananda Behera - 2014 [http://www.ajer.org/papers/v3\(7\)/F0373343.pdf](http://www.ajer.org/papers/v3(7)/F0373343.pdf)

[10] Análisis ambiental de los aislamientos de lana de oveja y de multifibras fabricadas por RMT Recuperación de materiales textiles SA. Informe final. [en línea] Barcelona: Societat orgànica. Diciembre 2008. Disponible en: <http://rmt-nita.com/downloads/analisi-ambiental-dels-aïllaments-de-llana dovella-i-de-multifibres-fabricats-per-RMT-SA.pdf>

[11] Savage, M.J. (Matthew J. (no date) *Integrated treatment processes for primary wool scouring effluent: A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in chemical and process engineering, University of Canterbury / by Matthew J. Savage., Holdings: Integrated treatment*

processes for primary wool scouring effluent: Available at: <https://libcat.canterbury.ac.nz/Record/846586>
(Accessed: 23 October 2024).

[12] <https://www.ecomerchant.co.uk/isolena-100-pure-sheeps-wool-insulation-premium-100mm-x-370mm-x-4m-10329.html?srsltid=AfmBOop1ElxPbIHjArdPfeCjTahzaD9ugbrvdUo1TMtXr5fW83BlwXV7>

[13] <https://www.isolena.com/de/wollschutz-gegen-motten/>

[14] <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/3034/flame-resistance-of-wool>

[15] INFORME DE FISCALIZACIÓN AMBIENTAL INSPECCIÓN AMBIENTAL INSTALACIÓN STANDARD WOOL CHILE S.A.