

**SUCELLOG: IEE/13/638/SI2.675535**

## **D5.5**

### **Guía para la implantación de un centro logístico agroindustrial en una agroindustria**



Autores: LK Steiermark, CIRCE, UCFF

Editores: Consorcio SUCELLOG

Publicación: © 2016, LK Steiermark  
Hamerlinggasse 3  
8010 Graz, Austria

Contacto: LK Steiermark, Department Energy and Biomass  
energie@lk-stmk.at  
Tel.: +43 316 8020 1433  
[www.lk-stmk.at](http://www.lk-stmk.at)

Sitio web: [www.SUCELLOG.eu](http://www.SUCELLOG.eu)

Copyright: Reservados todos los derechos. Ninguna parte de este manual puede ser reproducida, de ninguna forma ni por ningún medio, con el fin de ser utilizada para fines comerciales sin el permiso por escrito del editor. Los autores no garantizan la exactitud y/o la integridad de la información y de los datos incluidos o descritos en este manual.

Descargo de responsabilidad:

La responsabilidad exclusiva del contenido de este manual es de los autores. No refleja necesariamente la opinión de la Unión Europea. La Comisión Europea no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información incluida en el mismo.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

## Agradecimientos

Este documento se elaboró en el marco del Proyecto SUCELLOG (IEE/13/638/SI2.675535), apoyado por la Comisión Europea a través del Programa de Energía Inteligente (IEE -Intelligent Energy Programme). Los autores agradecen el apoyo del Proyecto SUCELLOG a la Comisión Europea, así como la contribución de los co-autores y socios del Proyecto SUCELLOG en esta guía.

## Acerca del Proyecto SUCELLOG

El Proyecto SUCELLOG - Triggering the creation of biomass logistic centres by the agro-industry - tiene como objetivo la participación del sector agrario en la cadena de suministros sostenible de biomasa sólida en Europa. Las acciones del proyecto se centran en la casi inexplorada logística: la implementación de centros logísticos agroindustriales, y la agroindustria como un complemento para su actividad usual evidenciando la gran sinergia existente entre la agro-economía y la bio-economía. Para mayor información acerca del proyecto y de los agentes que intervienen, por favor visite <http://www.sucellog.eu>.

### Consorcio SUCELLOG:



**CIRCE:** Research Centre for Energy Resources and Consumption, Project coordination  
Eva López - Ana Sin: [sucellog@fcirce.es](mailto:sucellog@fcirce.es)



**WIP:** WIP - Renewable Energies  
Dr. Ilze Dzene: [Ilze.Dzene@wip-munich.de](mailto:Ilze.Dzene@wip-munich.de)  
Cosette Khawaja: [cosette.khawaja@wip-munich.de](mailto:cosette.khawaja@wip-munich.de)  
Dr. Rainer Janssen: [rainer.janssen@wip-munich.de](mailto:rainer.janssen@wip-munich.de)



**RAGT:** RAGT Energie SAS  
Vincent Naudy: [vnaudy@ragt.fr](mailto:vnaudy@ragt.fr)  
Matthieu Campargue: [mcampargue@ragt.fr](mailto:mcampargue@ragt.fr)  
Jérémie Tamalet: [JTamalet@ragt.fr](mailto:JTamalet@ragt.fr)



**SPANISH COOPERATIVES:** Agri-food Cooperatives of Spain  
Juan Sagarna: [sagarna@agro-alimentarias.coop](mailto:sagarna@agro-alimentarias.coop)  
Susana Rivera: [rivera@agro-alimentarias.coop](mailto:rivera@agro-alimentarias.coop)  
Irene Cerezo: [cerezo@agro-alimentarias.coop](mailto:cerezo@agro-alimentarias.coop)



**SCDF:** Services Coop de France  
Camille Poutrin: [camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop](mailto:camille.poutrin@servicescoopdefrance.coop)



**DREAM:** Dimensione Ricerca Ecologia Ambiente  
Enrico Pietrantonio: [pietrantonio@dream-italia.net](mailto:pietrantonio@dream-italia.net)  
Dr. Fiamma Rocchi: [roccoli@dream-italia.it](mailto:roccoli@dream-italia.it)  
Chiara Chiostrini: [chiostrini@dream-italia.net](mailto:chiostrini@dream-italia.net)



**Lk Stmk:** Styrian Chamber of Agriculture and Forestry  
Dr. Alfred Kindler: [alfred.kindler@lk-stmk.at](mailto:alfred.kindler@lk-stmk.at)  
Tanja Solar: [tanja.solar@lk-stmk.at](mailto:tanja.solar@lk-stmk.at)  
Klaus Engelmann : [klaus.engelmann@lk-stmk.at](mailto:klaus.engelmann@lk-stmk.at)  
Thomas Loibnegger: [thomas.loibnegger@lk-stmk.at](mailto:thomas.loibnegger@lk-stmk.at)

## Tabla de contenidos

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>3</b>
<b>Acerca del Proyecto SUCELLOG</b> .....	<b>4</b>
<b>Tabla de contenidos</b> .....	<b>5</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>6</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Pruebas piloto</b> .....	<b>9</b>
2.1. Primera prueba de producción .....	9
2.2. Prueba de calidad.....	13
2.2.1. <i>Parámetros de calidad básicos</i> .....	13
2.2.2. <i>Como determinar las propiedades de calidad</i> .....	14
2.3. Prueba de combustión .....	15
2.4. Prueba de capacidad .....	18
<b>3. Modificaciones en las estructuras organizativas</b> .....	<b>22</b>
3.1. Modificaciones internas .....	22
3.2. Modificaciones externas .....	24
3.2.1. <i>Socio y cadena logística de suministro</i> .....	24
3.2.2. <i>Modificaciones legales</i> .....	25
<b>4. Comercialización y ventas</b> .....	<b>25</b>
4.1. Canales de distribución .....	26
4.2. Tamaño de los lotes y empaquetado .....	27
4.3. Precio de venta.....	27
4.4. Promoción .....	28
4.5. Beneficios de los productos de biomasa .....	28
4.5.1. <i>¿Cuáles son las normas a tener en cuenta a la hora de producir biomasa sólida?</i> .....	29
4.5.2. <i>¿Dónde se pueden adquirir las normas?</i> .....	30
4.5.3. <i>¿Cuál es la diferencia entre un producto estandarizado y uno certificado?</i> .....	30
<b>5. Seguimiento de la operación comercial</b> .....	<b>31</b>
5.1. Determinar los indicadores .....	31
5.2. Control de calidad y garantía .....	32

## Lista de tablas

Tabla 1: Parámetros de calidad básicos. ....	13
Tabla 2: Estándares para la autodeterminación de la calidad (*aún sin publicar).....	14
Tabla 3: Propiedades de los pellets no forestales (incluida mezcla de pélets) en función de ISO 17225-6.....	29
Tabla 4: Propiedad de las astillas forestales en función de ISO 17225-4.....	29
Tabla 5: Puntos a identificar durante el seguimiento y su influencia en las propiedades del combustible. ....	33

## Lista de figuras

Figura 1: Proceso de implementación del centro logístico. ....	8
Figura 2: Durabilímetro. ....	10
Figura 3: Matriz y peletizadora de Tschiggerl Agrar (Austria).....	10
Figura 4: Estructura de una matriz. ....	10
Figura 5: Proceso de la primera prueba de producción.....	11
Figura 6: Mezcla manual de las materias primas. ....	11
Figura 7: Análisis visual de los pélets. ....	12
Figura 8: Combustión de agrocombustibles.....	15
Figura 9: Medición de polvo.....	16
Figura 10: Tres fracciones de cenizas. ....	17
Figura 11: Comparación de la prueba de capacidad con la primera prueba de producción. ....	18
Figura 12: Representación de la cadena de suministro. ....	21
Figura 13: 'Marketing mix'. ....	26
Figura 14: Máquina de sellado de bolsas. ....	27
Figura 15: Big bags para el zuro de maíz en Austria.....	27
Figura 16: Etiquetas que certifican la calidad de la biomasa sólida. ....	30
Figura 17: Medida del contenido de humedad en la materia prima. ....	33

## 1. Introducción

El proyecto SUCELLOG pretende impulsar la participación del sector agrario en el suministro sostenible de la nueva biomasa sólida, centrándose en las oportunidades que las agroindustrias tienen de convertirse en centros logísticos de biomasa. En ese sentido, el proyecto promueve que las agroindustrias diversifiquen su actividad regular y aprovechen dos hechos:

- Algunas agroindustrias disponen de equipos compatibles con la producción de biomasa sólida (secaderos, peletizadoras, astilladoras, silos de almacenamiento, etc.).
- Las agroindustrias están habituadas a tratar con productos agrarios y satisfacer los requerimientos de calidad de los consumidores.

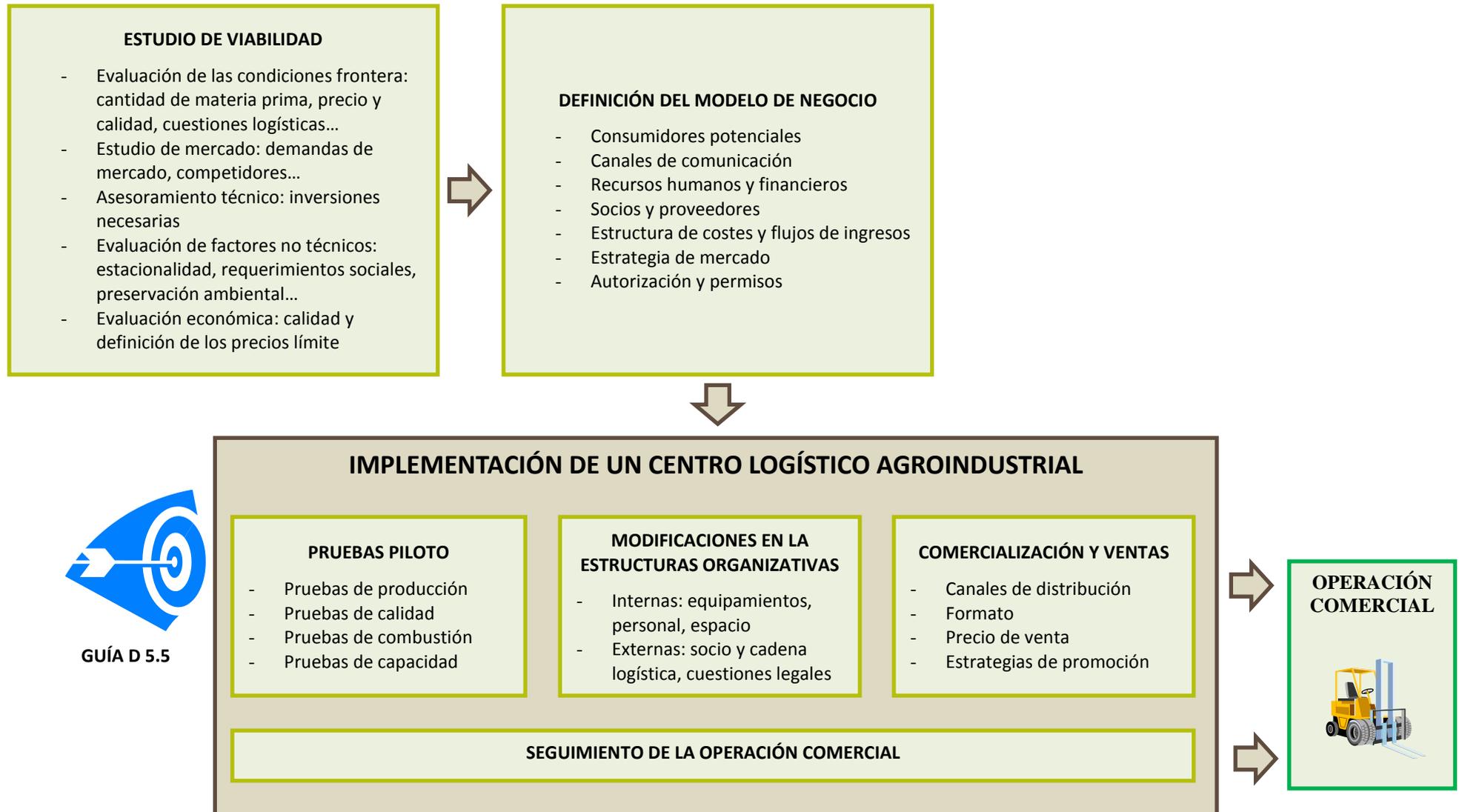
Para ese propósito, dentro del Proyecto SUCELLOG, algunas agroindustrias han sido apoyadas con la evaluación de sus oportunidades para convertirse en centros logísticos de biomasa a través de diferentes tipos de actividades. Además, el proyecto ha apoyado a dichas agroindustrias durante el proceso de puesta en marcha de los centros logísticos de biomasa.

Antes de empezar una nueva actividad de negocio (y más aún cuando esta implica una gran inversión) es altamente recomendable realizar primero un estudio de viabilidad y modelo de negocio. Esto puede resultar tedioso y reducir la motivación, sin embargo, puede evitar desperdiciar no solo tiempo, sino también los ahorros de toda una vida. El éxito de un negocio podría depender de estos dos estudios, ya que tiene en cuenta los factores/indicadores (tales como económicos, legales, técnicos y temporales) que podrían afectar al flujo del mismo. Este tipo de estudios son elaborados para detectar los posibles resultados negativos y positivos que podrían producirse durante el proyecto y de ésta manera poder conocer cómo actuar en función de ellos. Por tanto, un estudio de viabilidad y un modelo de negocio deberían proporcionar todos los posibles problemas junto con todas las soluciones posibles. En definitiva, cuanto más rigurosos sean estos estudios, más posibilidades de éxito tendrá el proyecto de negocio.

Información detallada sobre los estudios de viabilidad técnico-económicos para agroindustrias que quieren convertirse en centros logísticos se pueden consultar en el [Manual para las agroindustrias interesadas en empezar una nueva actividad como centro logístico de biomasa: Realizar un estudio de viabilidad](#). Varios estudios y modelos de negocio desarrollados por SUCELLOG a partir de casos reales también pueden ser consultados [aquí](#).

**La presente guía se basa en este conocimiento y lo complementa asesorando a las agroindustrias sobre los siguientes pasos a tomar (una vez el estudio de viabilidad y el modelo de negocio se hayan realizado) antes de la operación comercial y durante los primeros pasos de la misma. Estos pasos fueron aplicados por varias agroindustrias apoyadas por el proyecto SUCELLOG, utilizándose las experiencias recogidas a partir de estos casos reales para la elaboración de la presente guía.**

**La Figura 1 muestra las aportaciones obtenidas del estudio de viabilidad, las decisiones a tomar en relación a la definición del modelo de negocio y, una vez resueltas, los pasos a seguir hasta el momento de la operación comercial, objeto de esta guía.**



GUÍA D 5.5

Figura 1: Proceso de implementación del centro logístico.

## 2. Pruebas piloto

**Durante el proceso de puesta en marcha de un centro logístico dentro una agroindustria, es necesario realizar una serie de pruebas de producción y combustión.** Este paso es necesario para evaluar si un biocombustible sólido de gran calidad puede ser producido bajo condiciones reales con la maquinaria existente y si los equipos de combustión de los potenciales consumidores pueden trabajar con el. Además, **las pruebas de calidad del combustible producido son necesarias ya que las propiedades del agrocombustible producido pueden diferir de las propiedades reflejadas en estudios de viabilidad de la literatura.**

Estas pruebas deben ser realizadas antes de comenzar la actividad como centro logístico agroindustrial ya que el éxito del mismo depende de la habilidad para producir agrocombustibles de la calidad demandada por el mercado. Este paso es importante para satisfacer a los consumidores en el largo plazo.

### 2.1. Primera prueba de producción

El objetivo de la primera prueba de producción es tomar las primeras muestras de los biocombustibles sólidos que la agroindustria quiera producir en su centro logístico. El Proyecto SUCELLOG recomienda **realizar las pruebas de producción para cada agrocombustible** que requiera cualquier tipo de pretratamiento, antes de venderlos en el mercado. Por tanto, esta prueba debería realizarse una vez alguno de los siguientes pasos sea necesario para producir combustible:

- Reducción del tamaño de partícula
- Secado
- Peletizado

Esta guía se centrará en las pruebas de peletización por ser las más complejas y poder realizarse pélets a partir de muchos tipos diferentes de residuos. Los siguientes pasos son necesarios para llevar a cabo las pruebas:

1. Encontrar expertos que realicen/supervisen las pruebas
2. Preparar el inventario
3. Preparar la materia prima
4. Calentar la peletizadora
5. Peletizado y enfriamiento
6. Mediciones

Estos pasos necesarios para las pruebas de peletizado son descritas en detalle en los siguientes párrafos.

#### **Encontrar expertos que realicen/supervisen las pruebas**

Un aspecto clave para realizar la prueba de peletización es tener expertos que puedan llevar a cabo dicha prueba. Aunque esta guía proporciona conocimiento básico sobre como realizar la prueba, no puede proporcionar todo el conocimiento necesario ya que este se adquiere a través de la experiencia. Por tanto, el proyecto recomienda encarecidamente invitar, además de la persona a cargo de la peletización de la agroindustria, a un técnico del fabricante de peletizadora.

Si esto no es posible, se debe solicitar al fabricante de peletizadoras información sobre la peletización de las materias primas que se utilicen en la prueba con el fin de obtener una cierta orientación. En este caso, la presencia de una persona de la agroindustria u otro experto externo que haya hecho pruebas con diferentes materias primas sería requerida.

### Preparar el inventario

En una primera preparación de la prueba, se debe crear un inventario de los dispositivos de medición. Los siguientes dispositivos son necesarios para realizar una primera comprobación de calidad tras el proceso de peletizado y deberían organizarse antes de las pruebas:

- Dispositivo para la medición del contenido de humedad (p.ej. termobalance)
- Dispositivo para la medición de la densidad aparente
- Durabilímetro (dispositivo para comprobar la dureza de los pélets)
- Balanza (para medir cuanto producto se ha disgregado del propio pélet durante el test de durabilidad)



Figura 2: Durabilímetro.

En el siguiente paso es necesario hacer un inventario de las matrices de la peletizadora. Para cada matriz se debe identificar la tasa de compresión, elemento clave del proceso de granulación para obtener, principalmente, una cantidad suficiente de pélets duros como para garantizar el correcto funcionamiento del producto (manejo, procesos de secado, transporte) y, secundariamente, los requerimientos físicos de las normas de calidad. Cuanto más alta sea la tasa de compresión, más densos serán los pélets pero más energía se requerirá en el proceso. La tasa de compresión se calcula mediante la siguiente fórmula: longitud del canal de compresión ( $e$ ) dividido por el diámetro ( $d$ ). Una tasa de compresión ideal estaría entre 4 y 7. Se debe resaltar que la longitud del canal de compresión ( $e$ ) no es la misma que la longitud de los agujeros ( $l$ ) de la matriz. Este hecho se ilustra mediante el siguiente gráfico (Figura 4).



Figura 3: Matriz y peletizadora de Tschiggerl Agrar (Austria).

### Preparar la materia prima

Para una primera prueba de peletizado, el proyecto sugiere preparar la materia prima antes de producir los pélets. Esto significa que el pretratamiento de la materia prima no debería realizarse directamente junto al flujo de peletización, sino antes, debido a que esta primera prueba tiene el objetivo de evaluar la producción de pélets en términos de calidad final del producto y, pretratar la materia prima directamente antes de del peletizado, generaría una nueva fuente de error. La prueba de peletización primaria solo se centra en los ajustes adecuados de la peletizadora. La prueba de la producción global es parte del test de capacidad (ver capítulo 2.4).

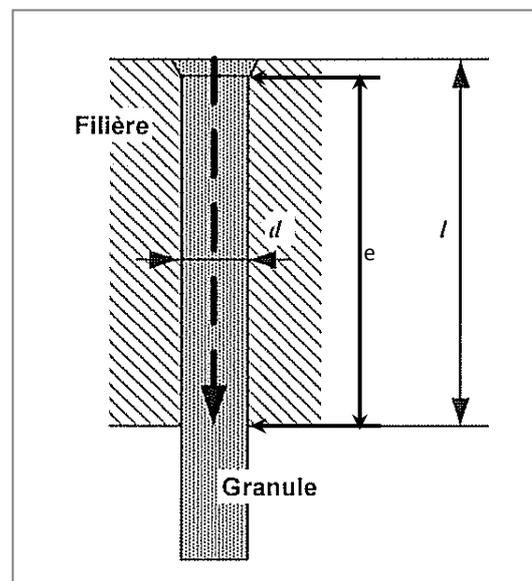


Figura 4: Estructura de una matriz.

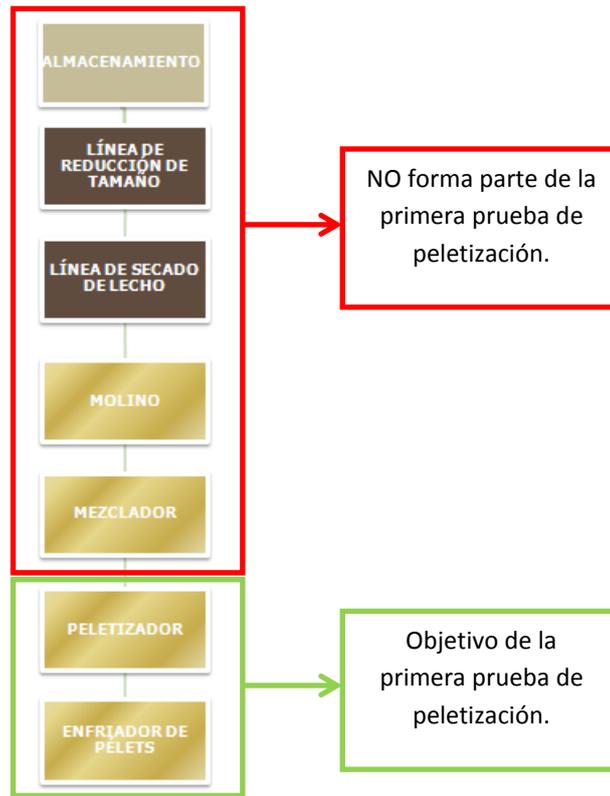


Figura 5: Proceso de la primera prueba de producción.

Esto significa que el material que va a entrar en la peletizadora tiene que tener el formato y la humedad correctos. **El contenido de humedad recomendado para la materia prima antes de entrar en la peletizadora es del 12-13%.** Por tanto, es necesario medir previamente el contenido de humedad.

Si se pretende introducir más de un material, entonces es necesario mezclar dichos residuos. Esto se puede realizar mediante un mezclador integrado en la línea de peletizado o manualmente con palas.



Figura 6: Mezcla manual de las materias primas.

Si los materiales tienen distintos contenidos de humedad, la proporción de la mezcla debe ser distinta a la proporción de mezcla planificada del producto final.

**Ejemplo de cálculo de la mezcla inicial:**

Una agroindustria planea producir 100 t de pélets (mezcla del 70% de paja y 30% de madera) con un contenido de humedad del 8% (base húmeda). Como primer paso se debe calcular la cantidad de pélet con un contenido teórico de humedad del 0%:

$$Pélet\ total_{0\% \text{ humedad}} = pélet\ total_{8\% \text{ humedad}} \times (1 - \text{humedad}) = 100\ t \times (1 - 0,08) = 92\ toneladas$$

$$Cantidad\ paja_{0\% \text{ humedad}} = cant.\ paja_{8\% \text{ humedad}} \times (1 - \text{humedad}) = 70\ t \times (1 - 0,08) = 64,4\ toneladas$$

$$Cantidad\ madera_{0\% \text{ humedad}} = cant.\ madera_{8\% \text{ humedad}} \times (1 - \text{humedad}) = 30\ t \times (1 - 0,08) = 27,6\ toneladas$$

Para el cálculo de las cantidades iniciales requeridas se debe medir el contenido de humedad previo al peletizado. En este caso, la paja tiene un 10% de humedad y la madera un 15%.

$$Paja\ inicial_{10\% \text{ humedad}} = cant.\ de\ paja_{0\% \text{ humedad}} \div (1 - \text{humedad}) = 64,4\ t \div (1 - 0,10) = 71,56\ toneladas$$

**Calentar la peletizadora**

Antes de realizar la prueba con la fórmula definida por la agroindustria, es necesario calentar la matriz de la peletizadora. De hecho, con la temperatura, la tasa de compresión podría ser diferente debido a la dilatación del metal. Para calentar la matriz utilice materias que sean fácilmente peletizables como el orujo de oliva o el maíz. Tras esto, el primer lote producido con la materia prima real debería ser eliminado para evitar contaminación.

Todas las pruebas deberían realizarse a la temperatura de producción de la matriz con el objetivo de representar lo que pasará en una operación corriente.

**Producción**

Durante la producción, es necesario registrar todos los parámetros de producción: humedad de la materia prima y de la mezcla antes de la peletización (%); producción (kg/min); proporción de finos (%). Se recomienda realizar diferentes bancos de pruebas con distintas matrices (en caso de disponibilidad), para ver que matriz conduce a los mejores resultados. Además, para cada banco se deberían producir distintos lotes; uno con la fórmula estándar y un segundo lote con algo de agua añadida en la peletizadora (a veces se requiere añadir agua al material para evitar que los pélets se rompan).

Si la compresión de los pélets es demasiado baja y no se dispone de otra matriz, el material de entrada puede ser reducido. Así, las materias primas permanecerán más tiempo en la matriz, los pélets serán más duros y tendrán una durabilidad mejor.



**Figura 7: Análisis visual de los pélets.**

**Mediciones**

Es necesario realizar algunos análisis de los pélets producidos tras la producción. Cada banco y lote debería ser analizado por separado para averiguar cual posee la mejor calidad y mercado potencial. Se deberían realizar las siguientes mediciones:

- Análisis visual del pélet producido y una comparación con pélet forestal comercializado (ver Figura 7)
- Durabilidad mecánica con un durabilímetro (de no disponer de uno se puede mandar a un laboratorio)
- Determinación de la cantidad de finos mediante un tamiz con un diámetro de 3,15 mm
- Densidad aparente
- Contenido de humedad
- Tasa de producción en kilogramos por minuto

## 2.2. Prueba de calidad

La calidad del biocombustible sólido se deriva de las características físico-químicas de la materia prima y del proceso de acondicionado realizado. **Conocer la calidad de la biomasa sólida que se está produciendo es vital para hacer la operación eficiente y efectiva, no solo para el centro logístico de biomasa, sino también para los clientes.** Las siguientes subsecciones proporcionan una recomendación sobre los parámetros básicos que deberían determinarse y como proceder a la hora de enviar muestras a un laboratorio.

### 2.2.1. Parámetros de calidad básicos

Los parámetros básicos que deberían ser evaluados se presentan a continuación junto a su influencia en los distintos procesos asociados a la producción y el consumo de la biomasa sólida:

**Tabla 1: Parámetros de calidad básicos.**

Parámetros de calidad	Afecta:
<b>Contenido de humedad:</b> (% peso en base húmeda; kg H <sub>2</sub> O/kg biom. húmeda)	Poder calorífico, costes de transporte, consumo en el astillado/molido, degradación y autoignición durante el almacenamiento
<b>Contenido de cenizas:</b> (% peso en base seca; kg cenizas/kg biom. seca)	<b>Viene dado por el propio material pero también por las operaciones de cosecha (piedras, tierra).</b> El contenido de cenizas afecta: Ensuciamiento/formación de escoria/corrosión, emisiones de partículas, costes de mantenimiento
<b>Poder calorífico:</b> (MJ/kg ar; MJ de energía /kg biomasa húmeda)	Consumo de combustible
<b>Distribución de tamaño de partícula:</b> Para combustibles no peletizados	Tiempo de combustión, emisión de partículas, costes de transporte, almacenamiento
<b>Durabilidad:</b> Para producto peletizados	Almacenamiento y transporte, proceso de alimentación
<b>Temperatura de reblandecimiento de las cenizas:</b> (°C)	La temperatura a la cual un depósito de cenizas comienza a derretirse, disminuye, principalmente, la eficiencia de intercambio de calor. El sistema de combustión debería trabajar a temperaturas más bajas.
<b>Composición de N y Cl:</b> (% peso en base seca; kg cenizas/kg biomasa seca)	El nitrógeno se encuentra ligado a las emisiones de NO <sub>x</sub> durante la producción. Para estas emisiones existen límites legales nacionales que deben ser cumplidos. El cloro se asocia a problemas de corrosión en calderas, incrementa la abrasión y los costes de mantenimiento.

Se puede encontrar más información sobre calidad en el [Manual sobre información básica](#) y el [Manual sobre cómo realizar un estudio de viabilidad](#).

### 2.2.2. Como determinar las propiedades de calidad

Las propiedades de calidad están determinadas por una serie de pruebas. Estas pruebas requieren de equipos, condiciones y cantidades específicas y son llevadas a cabo de acuerdo a la norma. **Es corriente encontrar ciertos equipos en las agroindustrias para medir parámetros de calidad, principalmente el contenido de humedad. Sin embargo, para el resto de características, las muestras son normalmente enviadas a un laboratorio acreditado. En estos casos, se debería tener en cuenta:**

- La muestra debería ser representativa del material, es decir, cada partícula debe tener la misma probabilidad de ser incluida (p.ej., si el producto está almacenado en big-bags, las muestras se deberían tomar de manera aleatoria de diferentes partes para evitar la estratificación). De ser posible se debe realizar el muestreo cuando el material se encuentre en movimiento.
- Cuando se desee realizar el análisis del contenido de humedad, se debe asegurar que el análisis se ejecute dentro de las 24 h posteriores al muestreo.
- Enviar cantidad suficiente de muestra (definido por el laboratorio, normalmente entre 1 y 2 kg).
- Asegurarse de mantener la muestra en un contenedor sellado con la etiqueta correspondiente.
- Especificar la norma para el análisis (ver Tabla 2, se recomienda emplear la nueva serie ISO, aunque algunos laboratorios no la han implementado aún).

**Tabla 2: Estándares para la autodeterminación de la calidad (\*aún sin publicar).**

Propiedad / Característica	EN	ISO
Método de muestreo	EN 14778	
Método de preparación	EN 14780	
Contenido de humedad	EN 14774	ISO 18134
Contenido de cenizas	EN 14775	ISO 18122
Contenido de volátiles	EN 15148	ISO 18123
Contenido de C, H, N	EN 15104	ISO 16948
Contenido de S, Cl	EN 15289	ISO 16994
Elementos mayoritarios de las cenizas (Al, Si, K, Na, Ca, Mg, Fe, P, Ti)	EN 15290	ISO 16967
Elementos minoritarios de las cenizas (As, Ba, Cd, Co, Cr, Hg, Cu,...)	EN 15297	ISO 16968
Poder calorífico	EN 14918	
Densidad aparente	EN 15103	ISO 17282*
Densidad de partícula	EN 15150	
Distribución del tamaño de partícula	EN 15149	ISO 17827
Durabilidad mecánica de pellets y briquetas	EN 15210	ISO 17831*
Comportamiento de fusión de las cenizas	CEN/TS 15370	
Conversión de los resultados analíticos de una base a otra	EN 15296	ISO 16993

### 2.3. Prueba de combustión

Las primeras pruebas de combustión son cruciales para una implementación exitosa del agrocombustible en el mercado. **Equipamiento existente capaz de tratar el agrocombustible producido es clave para la puesta en marcha del centro logístico agroindustrial.** Por tanto, es necesario realizar pruebas de combustión con el agrocombustible generado en la primera prueba de producción. Las pruebas se deberían realizar con cada agrocombustible que la agroindustria planea producir.

Las pruebas de combustión son complejas y requieren de dispositivos de medición costosos. Esta guía únicamente proporciona información básica sobre lo que estas pruebas deberían incluir, pero es esencial tener asistencia de una tercera parte experimentada. Los siguientes pasos son necesarios para una prueba de combustión:

1. Encontrar una caldera en la que realizar la prueba
2. Contactar con un fabricante de calderas
3. Organizar los dispositivos de medición
4. Preparación del combustible y la caldera
5. Combustión y medición
6. Caracterización de las cenizas
7. Evaluación de los resultados

#### Encontrar una caldera en la que realizar la prueba

El primer paso es buscar posibles equipos en los que realizar las pruebas de combustión. **Es importante buscar el tipo de equipos de los consumidores potenciales detectados durante el estudio de viabilidad.** También es interesante realizar pruebas con distintas calderas en términos de antigüedad y marca, dado que el comportamiento del combustible es altamente dependiente del tipo de tecnología y sus parámetros de regulación (sistema de alimentación, entrada de aire, etc.).

En este paso también se debería recabar información sobre el equipo y el combustible normalmente empleado en la caldera.

- Sobre el combustible empleado normalmente:
  - ¿Qué tipo de combustible se utiliza normalmente?
  - ¿Se dispone de un análisis del combustible? (ver capítulo 2.4)
- Sobre el equipo:
  - Marca, modelo y potencia producida a plena carga (kW)
  - Tecnología (parrilla móvil, parrilla fija, quemador de alimentación, pulverizado,...)
  - ¿El equipo tiene un ventilador para ventilación primaria y otro para secundaria? ¿O únicamente un ventilador en total?
  - ¿Dispone de un sistema automático de eliminación de cenizas? En caso afirmativo, de detalles sobre cómo funciona. En caso contrario ¿cada cuanto tiempo se debe limpiar el equipo?
  - ¿Dispone el equipo de un sistema de limpieza para el intercambiador de calor de tubos? En caso afirmativo ¿de qué tipo (soplador o empujador)?



Figura 8: Combustión de agrocombustibles.

### Contactar con un fabricante de calderas

Contacte con el fabricante de la caldera para así poder invitar a un técnico a las pruebas. La mejor opción sería un técnico de laboratorio del fabricante, no un comercial, ya que es necesario que la persona conozca bien el proceso de combustión.

En el caso de que el técnico no pueda acudir a las pruebas, se debe pedir información al fabricante sobre la combustión de las materias primas que se utilizan en la fórmula: ¿Han empleado previamente este tipo de recurso? ¿Cuáles han sido los problemas detectados? y ¿Cómo se pueden reducir?

Si el fabricante de los equipos no está interesado en realizar pruebas de combustión, busque un laboratorio externo o un experto con las habilidades y equipos requeridos.

### Organizar los dispositivos de medición

Para hacer una buena prueba se requiere un analizador de combustión que optimice la configuración. Si el técnico de la empresa fabricante de los equipos acude a las pruebas podría traer éste tipo de equipos. El analizador permite medir las emisiones durante la combustión. Así mismo, se requieren dispositivos para medir la producción de calor y la eficiencia.

### Preparación del combustible y la caldera

**Antes de realizar la prueba de combustión es necesario limpiar el equipo previa utilización de los agropélets o los agrocombustibles**, de no hacer esto los resultados obtenidos no serán fiables. Esto es debido a que posibles residuos procedentes del uso habitual podrían alterar los resultados. Además, las cenizas también deben ser eliminadas antes de comenzar la prueba.

Como siguiente paso se preparará la cantidad de agrocombustible que vaya a ser utilizado en la prueba. Se puede emplear la siguiente fórmula para realizar una estimación de la cantidad requerida:

$$Cantidad (t) = \frac{0,5 * potencia de la caldera (kW) * horas de la prueba}{poder calorífico del combustible (kWh/t)}$$

### Combustión y medición

Una vez realizadas todas las preparaciones previamente mencionadas se puede comenzar la prueba. La duración de las pruebas depende de la potencia de salida del equipo:

<100 kW: al menos 10 horas

100 – 500 kW: al menos 24 horas

> 500 kW: al menos 48 horas

Al iniciar la prueba se debe medir el tiempo requerido para la ignición del equipo. Esta medida se puede realizar observando a través de la mirilla del equipo y definiendo el tiempo necesario para encender el equipo. También se debe de medir el tiempo de ignición con el biocombustible normalmente empleado.



**Figura 9: Medición de polvo.**

Además, **se debe realizar una medición permanente de las emisiones de gas (O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>)** durante todo el proceso de combustión mediante un analizador de combustión. También se recomienda medir las emisiones de partículas.

### Caracterización de las cenizas

Al final de la prueba, **toda la ceniza del fondo debe ser eliminada del equipo y separada en función del tamaño (mediante tamices con distintos tamaños de luz de malla) en tres fracciones: mayores de 8 mm, entre 3 y 8 mm y menores a 3 mm.** Las tres fracciones deben ser pesadas después para calcular la proporción respecto al peso total que representa cada una. Una proporción superior en la fracción de 8 mm generalmente representa procesos de escorificación, de manera que si el porcentaje correspondiente a esta fracción es alto, es probable que se den problemas de mantenimiento y operación. En un equipo de parrilla fija, el máximo porcentaje en masa recomendado para esta categoría de cenizas es del 20%, mientras que en parrillas móviles el rango se encuentra entre el 5 y el 10%. La fracción inferior a 3 mm podría ser extraída con los gases de combustión, causando emisiones de polvo. Como consecuencia, una alta proporción de esta fracción podría llevar a mayores emisiones de partículas.



**Figura 10: Tres fracciones de cenizas.**

Tras la combustión, **las cenizas pueden ser esparcidas en los campos agrícolas y utilizadas como fertilizantes.** Por tanto, el círculo completo de nutrientes se puede cerrar desde el cultivo, la cosecha, combustión hasta esparcir las cenizas en los campos. Sin embargo, las leyes nacionales deben ser consideradas para cada caso, ya que en algunos países la ceniza está clasificada como desperdicios, los cuales deben ser gestionados.

### Evaluación de resultados

#### Durante la prueba

Mientras se está llevando a cabo la prueba se pueden producir una serie de señales que indican que algo no está yendo bien, por ejemplo:

- Imposibilidad de alcanzar la producción de calor nominal
- La temperatura del agua o el gas caliente no alcanza el valor configurado
- Obstrucción del sistema de alimentación
- Obstrucción o mal funcionamiento del sistema de eliminación o limpieza de cenizas
- Gases de combustión de alta densidad, gases de combustión negros o con demasiada temperatura (p.ej. >200 °C)

#### Tras la prueba

Después de haber realizado la prueba, los resultados medidos han de ser analizados. El tiempo de ignición debe ser comparado con el tiempo que tarda utilizando el combustible habitual. Que ambos tiempos de ignición sean similares es una buena señal. Si el tiempo es mucho mayor con el agrocombustible, puede ser síntoma de problemas.

Además, las emisiones medidas tienen que ser comparadas con las emisiones permitidas en función de la ley nacional. Es crucial que el agrocombustible cumpla esta ley. También se recomienda comparar las emisiones con las causadas con el combustible habitual. La eficiencia del equipo (para una misma producción de calor) debe ser comparada con la normalmente obtenida con el combustible habitual.

Como último paso se deben analizar las fracciones de ceniza. Si hay una alta proporción de la fracción superior a 8 mm de tamaño o si existen aglomerados duros, existe un problema, bien con la calidad del agrocombustible, con la configuración del equipo o con ambas.

### 2.4. Prueba de capacidad

El estudio de viabilidad debería proporcionar a la agroindustria los objetivos de producción (características del producto final, cantidades requeridas por año, inversiones en nuevos equipos, etc.) para dar respuesta a la demanda de los clientes y lograr la competitividad. Una vez llevados a cabo las primeras pruebas de producción, los análisis de calidad de las pruebas de combustión, las pruebas de capacidad son las pruebas finales a realizar antes de comenzar las operaciones regulares como centro logístico. **El objetivo de estas pruebas es analizar el proceso completo para la generación del agrocombustible planificado, no solo el proceso de producción (peletizado)** (ver Figura 11).

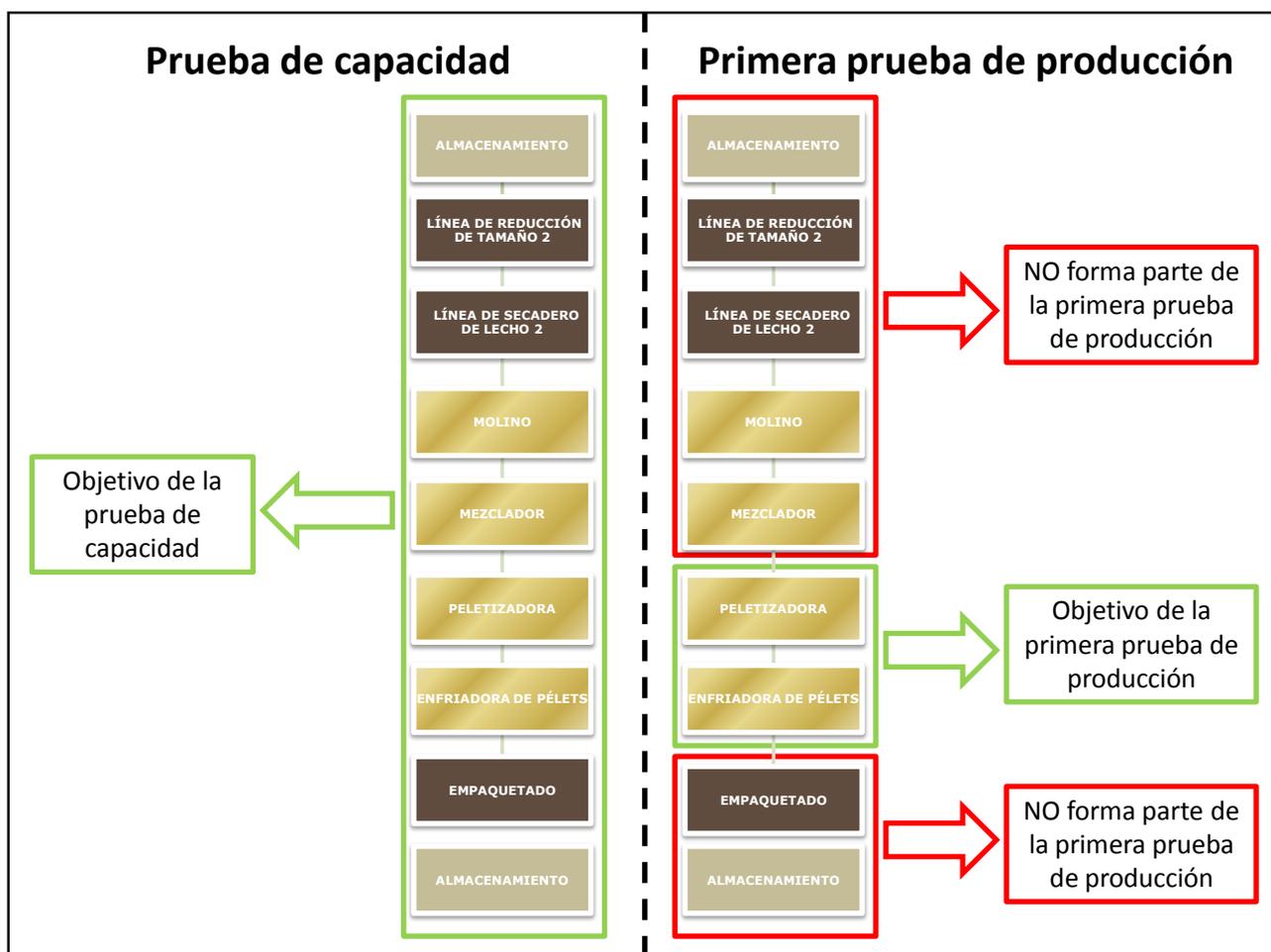


Figura 11: Comparación de la prueba de capacidad con la primera prueba de producción.

Por tanto, la cadena de suministro total, el almacenamiento tanto de la materia prima como del producto final, el pretratamiento y un posible empaquetado deben ser puestos a prueba. Estas pruebas de capacidad deberían hacerse, al menos, una vez antes de comenzar el centro logístico. Además, **se recomienda repetir la prueba hasta que todas las etapas encajen entre ellas, de manera que todo el proceso de producción esté armonizado.** Un cuello de botella o una fase de producción mal ajustada podrían reducir la eficiencia de producción de manera significativa, conduciendo a la inviabilidad del proyecto.

Un punto crítico de estas pruebas de capacidad es la evaluación del funcionamiento de la cadena de suministro. Como nueva actividad, la producción de agrocombustible producirá un impacto en la organización de la agroindustria y es importante identificar qué cambios se producirán como consecuencia de la misma. **Las pruebas de capacidad concienciarán al responsable del proyecto sobre cuáles son los puntos débiles y sobre los indicadores que ayudarán a monitorear correctamente el proceso de operación.** Por ejemplo: si el responsable del proyecto se da cuenta durante las pruebas de capacidad de que el espacio para la descarga del camión está limitada, se puede definir un indicador para monitorear esto por el tiempo que el camión está esperando a que el camión anterior termine de descargar. La siguiente lista muestra algunos indicadores que podrían ser relevantes para algunas agroindustrias.

Indicador	Parámetros principales	Recomendaciones
<b>Productividad global del proceso</b>	Productividad de los equipos Productividad de los técnicos Calidad de la materia prima y eficiencia de los proveedores Organización	La experiencia de las agroindustrias es un elemento clave para dirigir las pruebas de capacidad
<b>Capacidad de producción teórica (p. ej. para un día)</b>	Horas de operación teóricas de los equipos Horas de trabajo teóricas de los técnicos Duración del mantenimiento teórica Cantidad teórica de materia prima utilizada y producto final producido	El estudio de viabilidad debería proporcionar estos datos
<b>Capacidad de producción real (p. ej. para un día)</b>	Duración de la puesta en marcha del equipo + horas reales de operación y capacidad Horas de trabajo reales de los técnicos Cantidad de material prima utilizada Cantidad de producto final producida	Considere averías, problemas de stock así como la duración del mantenimiento y limpieza Inventario de la duración del trabajo de los técnicos dedicados a los procesos de producción/intervenciones de mantenimiento Pesaje de materias primas Cantidad del inventario del producto final
<b>Gestión teórica del suministro</b>	Demanda del cliente teórica Disponibilidad de la materia prima en función de las necesidades de producción (estacionalidad, distribución geográfica, etc.) Capacidad de almacenamiento teórica Ritmo de suministro (por mes, durante un período particular, a lo largo del año)	El estudio de viabilidad debería proporcionar estos datos
<b>Gestión del suministro y stock</b>	Cantidad de materia prima requerida para asegurar un proceso de producción regular Capacidades de almacenamiento reales requeridas Número de camiones para responder a las necesidades de producción	Se puede desarrollar una estrategia con los proveedores (p.ej. anticipar problemas de stock mediante la recogida de toda la materia prima a través de un acuerdo especial con una cooperativa) Evaluar los volúmenes y espacio necesario para las materias primas (almacenamiento, espacio requerido para el manejo y movimiento de camiones, etc.) Seguimiento de la duración de carga, transporte y descarga

Gracias a este tipo de indicadores, la agroindustria será capaz de ver la diferencia positiva o negativa entre el estudio de viabilidad y las condiciones reales. También es importante mencionar que las agroindustrias tienen su propia experiencia, conocimiento sobre cuestiones de logística y capacidad, y la nueva actividad debería confiar en esto.

Una representación de los puntos clave de la cadena de suministro a tener en cuenta se muestra en la siguiente figura.

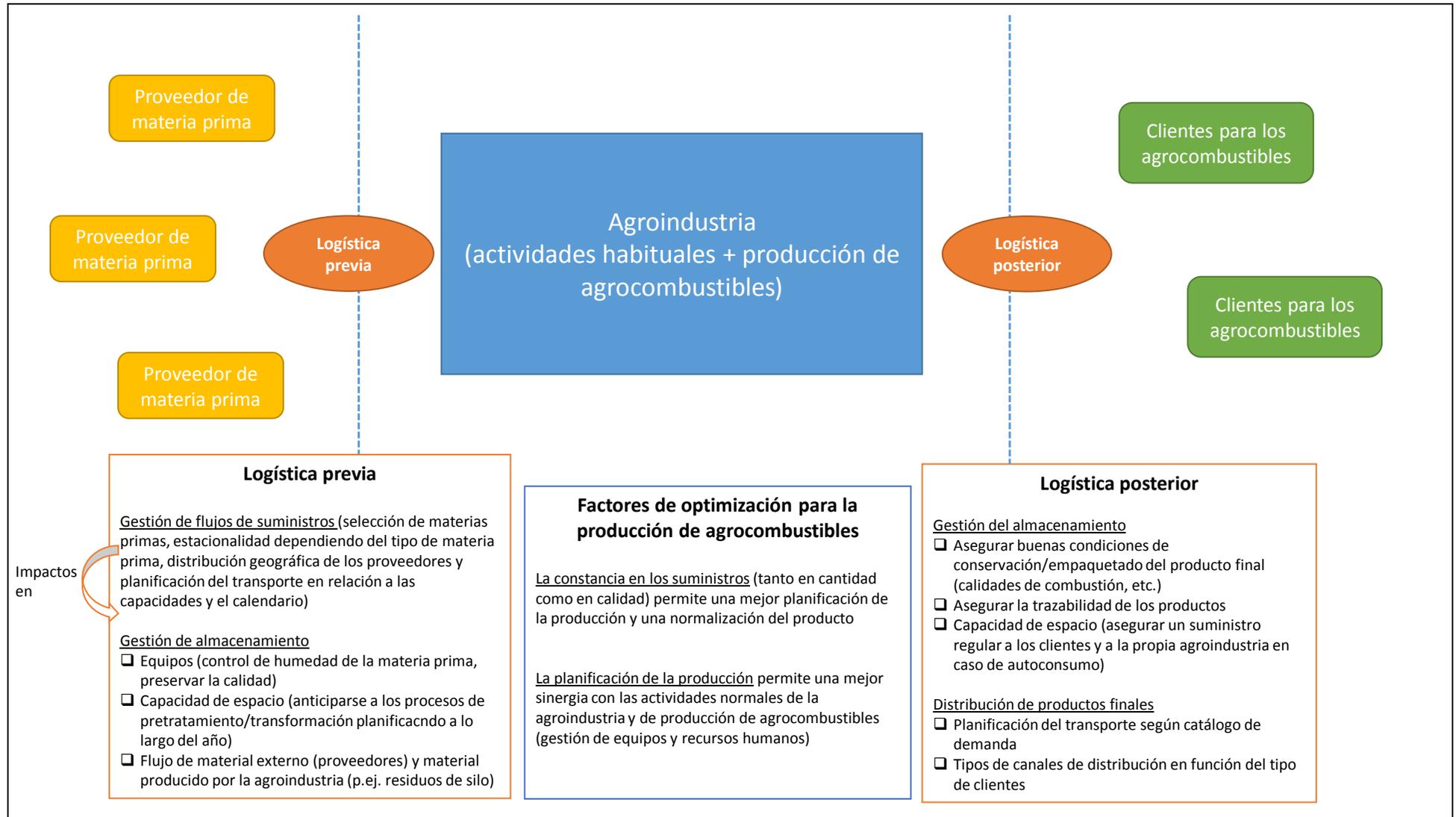


Figura 12: Representación de la cadena de suministro.

### 3. Modificaciones en las estructuras organizativas

Una estructura organizacional de los centros logísticos conforma la base sobre la cual se forman las políticas operacionales y acciones. La estructura juega también un gran papel en la configuración de la cultura organizacional. **Es esencial cambiar la estructura organizacional para aquellas agroindustrias que están poniendo en marcha una nueva línea de negocio como centro logístico de biomasa.** Esto es un punto crucial para el éxito de la implementación del centro logístico y ayuda a adaptarse a los cambios de la empresa y a incrementar la competitividad en el mercado.

#### 3.1. Modificaciones internas

El concepto del Proyecto SUCELLOG es construir centros logísticos de biomasa dentro de las agroindustrias. La razón por la que el proyecto se centra en las agroindustrias es porque éstas disponen de una infraestructura existente, la cual puede ser empleada para la puesta en marcha la nueva actividad. A través de la nueva línea de negocio, el grado de utilización de la instalación podría incrementar también el éxito del mismo.

No obstante, el objetivo de utilizar únicamente infraestructura existente no es posible en todos los casos. **Incluso en el caso de que no haya necesidad de adquirir nuevos equipos, es necesario adaptar la infraestructura existente, el espacio para el nuevo negocio y sus productos. Además, se debería formar al personal o contratar a nuevas personas.** La siguiente sección proporciona información sobre las partes más importantes para los cambios internos. Información adicional a esta puede encontrarse en el [Manual sobre cómo realizar un estudio de viabilidad](#).

##### Equipo<sup>1</sup>



Los equipos utilizados para la actividad de la agroindustria tienen que ser adaptados a la nueva materia prima y la producción de agrocombustible. Diferentes propiedades de los residuos como la estructura de la superficie o el contenido de humedad tienen una alta influencia en los ajustes requeridos para la maquinaria. Por ejemplo, en el proceso de peletización diferentes tasas de compresión en la matriz son necesarias en función de la materia prima. **Para la adaptación de los diferentes equipos y maquinaria, el Proyecto SUCELLOG recomienda encarecidamente trabajar con los fabricantes.** En la mayoría de los casos éstos saben cómo ajustar la maquinaria, e incluso para residuos sobre los que no se ha tenido ninguna experiencia previa, pueden proporcionar apoyo. Para residuos completamente inutilizados, con los que no se han realizado experiencias previas, se debe presupuestar suficiente tiempo para adaptar y probar la nueva maquinaria.

##### Producción<sup>2</sup>



Para poner en marcha un centro logístico dentro de una agroindustria, es necesario coordinar las diferentes fases de producción tanto de la producción durante la actividad regular como de la producción de agrocombustibles. Estas adaptaciones son muy específicas para cada agroindustria y dependen del modelo de negocio así como de las capacidades existentes de la empresa y, por tanto, no se pueden dar consejos generalizados.

<sup>1</sup> Peletizadora - Progeo Masone - Italia

<sup>2</sup> Producción de pélet - Tschiggerl - Austria

### Mantenimiento



Algunas propiedades de las materias primas causan diferentes tipos de erosión en equipos y maquinaria. Por tanto, los costes para el mantenimiento pueden verse fuertemente incrementados, dependiendo de los residuos. Es crucial ser consciente de dichos costes.

### Contaminación



La limpieza de la línea de producción es una cuestión importante durante la operación como centro logístico. El proceso de limpieza debe realizarse si se produce el cambio entre la producción de la actividad regular a la producción de agrocombustibles y viceversa. Es crucial que no haya restos en la línea que puedan contaminar el producto habitual ni los agrocombustibles. Esto puede reducir la calidad de los productos y causar problemas legales, especialmente si los alimentos son producidos regularmente.

### Espacio<sup>3</sup>



La adaptación del espacio a la hora de crear un centro logístico dentro de una agroindustria es crucial y, a veces, es una etapa subestimada durante la fase de puesta en marcha. A través de la expansión de la actividad regular es necesario pensar sobre el espacio. La cuestión del espacio es relevante prácticamente para cada proceso en el nuevo centro logístico, desde el suministro hasta la expedición. Las instalaciones deben encajar con el nuevo negocio desde el punto de vista constructivo. Además, se debe garantizar en todo momento suficiente espacio durante las actividades regulares y las nuevas. Otro punto crucial es la optimización de las longitudes de trayecto dentro de la agroindustria. Finalmente, es importante tener en cuenta que **las instalaciones de almacenamiento tienen que preservar la calidad de la materia prima antes del pretratamiento** (siendo el contenido de humedad uno de los parámetros críticos al cual se le debe realizar un seguimiento).

### Personal



Es necesario formar personal para las nuevas actividades. Todas las personas trabajando en el nuevo campo de actuación deberían saber que tienen que hacer y como lo tienen que hacer. Adicionalmente puede ser necesario contratar más personal. También es recomendable incluir al personal en todo el proceso de desarrollo de la nueva línea de negocio y los cambios organizacionales. Una comunicación constante reduce las posibles barreras y fortalece la relación entre el personal y la empresa.

<sup>3</sup> Lugar de almacenamiento - Agricola Latianese, extractora de aceite de oliva - Italia

### 3.2. Modificaciones externas

Para diseñar una estructura que promueva mejor los objetivos de la empresa y proteja de amenazas es necesario tener en cuenta tanto las condiciones internas y como externas a las que la nueva línea de negocio tiene que hacer frente. **En cuanto a la estructura externa, las áreas más importantes donde podría ser necesario realizar cambios, son el área legal y área de socio/logística.**

#### 3.2.1. Socio y cadena logística de suministro

Como se ha mencionado previamente, una parte muy importante que tiene que ser organizada en la creación de los centros logísticos es la red de socios y la logística de la cadena de suministro. La cadena logística está relacionada con la disponibilidad de materia prima para la agroindustria, la existencia de tecnología de cosecha, la cosecha en sí, el transporte a la agroindustria y la aceptación en la instalación. Además, todas las empresas externas proveedoras de una de esas etapas son parte de la cadena logística. **Para el desarrollo de la nueva línea de negocio, es necesario que en primer lugar exista una cadena logística previa y, en segundo lugar, el suministro sea organizado de manera adecuada y adaptado a las necesidades del centro logístico.**

Dependiendo de las materias primas utilizadas pueden existir cadenas logísticas desarrolladas no. Los recursos herbáceos como la paja tienen una cadena logística bien desarrollada debido a que ésta tiene un mercado desde hace mucho tiempo. Los residuos que son subproductos de la actividad regular de la agroindustria, como el orujo de oliva, normalmente no tienen problemas logísticos, ya que se encuentran disponibles en la instalación del centro logístico. Por el contrario, existen otros recursos de biomasa sólida actualmente inexplorados (como poda de madera) que normalmente no tienen una cadena logística desarrollada. En este caso, la cadena logística tiene que ser establecida en un inicio para garantizar el suministro de materias primas para ser tratadas en el centro logístico.

En la Figura 12 se presenta un esquema de los principales aspectos a tener en cuenta a la hora de organizar la logística. Respecto a la organización del suministro del centro logístico, para una cierta cantidad de material, dos puntos son cruciales: (1) tiempo, referido no únicamente al período del año para suministrar debido a la estacionalidad de los recursos agrícolas sino también al calendario de entregas de los camiones (su tiempo de carga-transporte-descarga); y (2) lugar para el almacenamiento, como ya se ha mencionado en este documento.

**Es muy importante para un centro logístico tener la cantidad adecuada de biomasa sólida en el momento oportuno y en el lugar necesario.** Una estrategia para garantizar esto sería realizar un inventario de las materias primas en la instalación, asegurando suficiente cantidad de recursos en el centro logístico en cualquier momento. La desventaja es que el centro logístico requiere un gran lugar de almacenamiento de materias primas. Una posible solución para esto sería una expedición de las materias primas bajo demanda. Tal estrategia permite al centro logístico recibir únicamente los recursos requeridos en el proceso de producción y, por tanto, reducir el coste de inventario. Este método requiere un pronóstico preciso de la demanda por parte del centro logístico y disponer de proveedores de confianza. Aunque en la práctica ambas estrategias se mezclan a menudo, puede ser una buena estrategia para un centro logístico con poca posibilidad de almacenamiento. La mejor estrategia para un centro logístico de biomasa tiene una fuerte dependencia de su cadena logística y la instalación.

### 3.2.2. Modificaciones legales

La puesta en marcha del centro logístico dentro de una agroindustria puede requerir nuevos permisos y aprobaciones. La necesidad de dichas concesiones depende mucho de dos cosas, en primer lugar depende de la legislación nacional y en segundo lugar de las modificaciones técnicas que sean necesarias en el centro logístico. Especialmente, si se requieren nuevos equipos y maquinaria para el nuevo negocio, es muy probable que tales concesiones sean necesarias (aunque también pueden serlo sin realizar modificación técnica alguna). Por tanto, **el Proyecto SUCELLOG recomienda informarse de los permisos requeridos antes de poner en marcha en centro logístico**. Durante ésta puesta en marcha es necesario obtener permisos y aprobaciones. Se debe mencionar que recibir dichos permisos puede ser muy costoso, tanto económicamente como en términos de inversión de tiempo. Un operador de centro logístico debe considerar este proceso intensivo de recursos.

La siguiente lista muestra los posibles permisos requeridos para poner en marcha un centro logístico:

- Aprobación legal de la actividad comercial
- Aprobación de construcciones
- Aprobación de aspectos energéticos
- Permiso para la protección contra incendios
- Permiso de protección laboral
- Permiso para las emisiones de ruido
- Permiso para las emisiones de polvo
- Permiso para la protección contra explosiones
- Certificado de volumen de transporte

Por favor, tenga en cuenta que ésta no es la lista completa de permisos necesarios. En función de las leyes nacionales ésta lista puede variar.

## 4. Comercialización y ventas

Para una implementación exitosa de un centro logístico de biomasa en una agroindustria, es necesario generar ingresos a través de la venta de biomasa sólida. **Es importante para llegar a los segmentos de consumidores objetivo emplear actividades de comercialización activas cuando se realiza la búsqueda de clientes.**

La comercialización y las ventas son dos entidades muy diferentes pero siempre complementarias entre sí. **La comercialización es el procedimiento para distinguirse, realizar prospecciones y proporcionar al cliente lo que quiere.** Esto se consigue teniendo el producto en el lugar, precio y tiempo adecuados. Por tanto, para una agroindustria es necesario conocer el grupo de clientes objetivo, para llegar a ellos a través de sus actividades de comercialización. **Por otra parte, las ventas proporcionan al cliente el producto que busca.** Vender un producto normalizado garantiza al cliente cierta calidad, como se ha explicado en esta sección.

Los primeros pasos durante las actividades de comercialización son el desarrollo del producto y la identificación de los potenciales clientes. Vender un producto a los clientes implica realizar anuncios y promoción para dar a conocer sus beneficios, estándares y calidad. También implicará una compleja estrategia en cuanto a que canales de distribución son utilizados para vender el producto. Después de la venta, se debe considerar el retorno de los clientes para mejorar el producto y los canales de distribución. Por tanto, la comercialización y las ventas van de la mano.

Con el objetivo de realizar un uso efectivo de la comercialización, se utiliza una herramienta especial denominada 'Marketing Mix'. Esta herramienta ayuda a entender y demostrar el propósito del producto, su potencial, y como planificar una exitosa estrategia de ventas. **El 'Marketing Mix' es implementado a través de la ejecución de las 4 p's de la comercialización: producto, precio, lugar (place) y promoción.**



**Figura 13: 'Marketing mix'.**

Fuente: [https://saylordotorg.github.io/text\\_exploring-business-v2.0/s13-02-the-marketing-mix.html](https://saylordotorg.github.io/text_exploring-business-v2.0/s13-02-the-marketing-mix.html)

Las siguientes subsecciones describirán los principales puntos de las 4 P's del 'Marketing Mix', las cuales son relevantes para la puesta en marcha de un centro logístico de biomasa. La primera sección "canales de distribución" se refiere al **lugar**. El tema principal es la localización donde los productos son vendidos. La conveniencia para el cliente a la hora de comprar el producto es una de las principales prioridades a la hora de poner en marcha un centro logístico. Además, la sección "tamaños de lote y empaquetado" es una parte de **producto**, ya que los diferentes tamaños de lotes ofrecidos influyen la atracción del cliente por el producto. La sección de "**precio de venta**" hace referencia al valor del producto. Las estrategias de precios y descuentos son otra manera de atraer clientes. La subsección "**promoción**" se refiere a todas las actividades llevadas a cabo para dar a conocer el producto en el mercado.

Los beneficios de producir productos de biomasa de acuerdo a las normas internacionales o nacionales o clases de calidad como manera eficiente de generar confianza en el consumidor final se muestran al final de este capítulo. Además, la última parte se refiere a varios puntos del 'Marketing Mix' ya que la producción de productos estandarizados afecta al producto. Adicionalmente, disponer de un producto estandarizado puede cambiar la estrategia de promoción y los precios.

#### 4.1. Canales de distribución

Un canal de distribución consiste en una serie de intermediarios a través de los cuales el producto/bien va pasando hasta llegar al cliente. Estos canales se diferencian en dos tipos, los canales "directos" e "indirectos". Los canales "directos" permiten al cliente comprar directamente del centro logístico mientras que los canales "indirectos" únicamente permiten al cliente comprar de un intermediario. En relación al "Marketing Mix", el canal de distribución actúa como el "Lugar" en las 4 p's de la comercialización.

Más abajo se muestran los posibles canales de distribución de un centro logístico:

**Venta directa desde el centro logístico** – El centro logístico también actúa como tienda de biomasa sólida.

**Mayorista/agente** – Actúa como intermediario entre el centro logístico y el cliente. El mayorista/agente se encuentra probablemente en una zona o localización distinta.

**Tienda on-line** – Los pedidos online podrían ser también aceptados pero la tarifa puede suponer algún coste para aquellos clientes que se encuentren demasiado lejos del centro logístico de biomasa.

**Entrega a través del centro logístico** – El centro logístico puede ser el que deba entregar el agrocombustible directamente al cliente. Esta es otra manera de llegar a aquellos clientes que no disponen de camiones para recoger el producto. Tasas y cargos podrían aplicarse.

**Recogida a través del propio cliente** – El cliente es el que recoge el producto del centro logístico.

A la hora de encontrar el canal de distribución adecuado, el centro logístico también puede utilizar los canales de distribución de sus actividades habituales. En algunos casos, esos canales podrían encajar bien con los nuevos productos, en otros no. En general, se puede decir que si los clientes objetivos son los mismos, los canales de distribución también pueden ser los mismos.

#### 4.2. Tamaño de los lotes y empaquetado

El empaquetado es el proceso de encerrar y mantener el producto en un envoltorio seguro y adecuado antes de ser entregado al cliente. También preserva la calidad del agrocombustible y evita problemas de seguridad durante el transporte. El empaquetado también hace referencia al procedimiento de evaluar, diseñar, y hacer paquetes apropiados para los agrocombustibles sólidos. El tamaño de los lotes de los combustibles también puede afectar al empaquetado. En las cuatro p's de la comercialización, el tamaño de los lotes y el empaquetado se mantiene para el "Producto".

**Diferentes clientes implicarían diferentes peticiones, diferentes peticiones implicarían diferentes productos y diferentes productos implicarían diferentes tamaños de lote y empaquetado.** Existen clientes privados que comprarían combustible de biomasa sólida para su propio uso y no requerirían gran cantidad. Sin embargo, existen también clientes industriales que comprarán grandes cantidades. Los clientes privados industriales son dos tipos diferentes de clientes. Cada uno de ellos compra biomasa sólida con diferentes tamaños de lote y diferente finalidad de utilización.

Los combustibles no empaquetados y a granel son bastante comunes y frecuentemente transportados en camión. Otra forma de empaquetado utilizada para la biomasa es la carga embolsada y las big bags. Para la carga embolsada se requiere una máquina para el sellado de la bolsa. Para las big bags se requieren máquinas para la carga y descarga. La diferencia entre estos tres métodos es el tamaño. La mayoría de las cargas embolsadas son tan grandes como un saco de arroz mientras que las big bags son de un volumen de un metro cúbico. Esos tamaños de empaquetado tienen que ajustarse a los grupos de clientes objetivo y sus necesidades.



Figura 15: Big bags para el zuro de maíz en Austria.



Figura 14: Máquina de sellado de bolsas.

#### 4.3. Precio de venta

El precio de venta es básicamente el valor del bien vendido y comúnmente la base de cualquier transacción. Los precios pueden variar por producto y por clientes. Volviendo al ejemplo expuesto anteriormente en relación a los clientes: ambos comprarían biomasa pero en cantidades muy diferentes. Un cliente grande implica menor trabajo operacional para el centro logístico que muchos pequeños clientes. Por tanto, se recomiendan diferentes precios para diferentes tipos de clientes.

El precio de venta del agrocombustible puede estar en Euros por tonelada o en Euros por kilovatio-hora (unidad de energía). Los precios en Euros por tonelada son los más comunes, mientras que los precios en Euro por kilovatio-hora hacen que resulte más fácil comparar la calidad entre combustibles. Más abajo se muestran las principales cosas a tener en cuenta para la fijación de precios de la biomasa sólida:

**Precio de venta del estudio de viabilidad** – Los precios de biomasa sólida del estudio de viabilidad del centro logístico podrían ser también implementados como precio base o precio mínimo. En este sentido, la empresa se mantendrá en línea con su estudio de viabilidad.

**Precio de venta de los competidores** – Precios de venta iguales o inferiores a los de los competidores podrían suponer un gran aliciente para atraer más clientes. Si los precios son superiores, debe haber una mayor calidad del producto y/o mejor servicio.

**Precio de venta de productos similares** – Los productos y competidores son muy parecidos. A éstos también se les llama competidores indirectos. Comprometer el precio de los productos con productos similares también aumentará la ventaja.

#### 4.4. Promoción

La promoción es el acto de hacer un producto o sus beneficios, ampliamente conocidos para todo el mundo. **El objetivo de la promoción es básicamente incrementar las ventas.** Existen varios tipos de promoción y la más común es la publicidad. La publicidad desde estaciones de radio o periódicos locales es una buena manera de promocionar un centro logístico. Pero también hay otros tipos de promoción las cuales son menos costosas y cada tipo depende del tipo de cliente.

La siguiente lista muestra las posibles maneras de promoción para un centro logístico:

- Periódico local
- Publicidad por radio
- 'Flyer'
- Publicidad online
- Sitio web propio
- Boca a boca

Las agroindustrias deberían también utilizar sus canales de la actividad habitual para promocionar la nueva actividad de negocio y sus productos.

#### 4.5. Beneficios de los productos de biomasa

Todas las agroindustrias desarrollan su actividad para generar un producto que cumpla una cierta regulación o calidad con la finalidad de proporcionar una garantía al consumidor. De la misma forma, producir productos de biomasa sólida cuyos valores de calidad satisfacen los límites establecidos por las Normas internacionales puede traer diferentes tipos de beneficios a los centros logísticos:

- **Competitividad de mercado** – Producir biomasa sólida de acuerdo a la norma europea generaría una gran ventaja para la competitividad del producto en el mercado mundial.
- **Indicador de calidad** – Para un mercado transparente es necesario tener un indicador de calidad como referencia de las necesidades del comprador.
- **Transparencia al cliente** – La transparencia en el mercado es especialmente importante para la calidad del producto. Los clientes deben saber si el producto se ha elaborado bajo criterios de calidad.
- **Comercio internacional** – Sería más fácil tanto para el comprador como el vendedor poder reunirse tanto local como internacionalmente.

#### 4.5.1. ¿Cuáles son las normas a tener en cuenta a la hora de producir biomasa sólida?

El Comité Europeo de Normalización (CEN) comenzó a trabajar a finales de los noventa en la elaboración de normas europeas para productos de biomasa sólida. Este trabajo fue una asignación de la Comisión Europea durante el desarrollo de políticas energéticas donde la promoción de las energías renovables era un objetivo importante. Hoy en día, el trabajo realizado por el CEN ha sido empleado como la base para elaborar normas internacionales sobre biomasa sólida que se encuentran ahora en vigor, reemplazando a las europeas.

**Para un centro logístico de biomasa se pueden distinguir tres tipos principales de normas diferentes sobre biomasa sólida:**

- **Normas que detallan como realizar el análisis de las diferentes propiedades** (cantidad y características de la muestra, tipo de equipos, condiciones –como temperatura o atmósfera- y duración de las pruebas) y como expresar los resultados. Estas son las normas que deberían seguirse, por la agroindustria o por el laboratorio externo, a la hora de evaluar los contenidos de humedad o ceniza, por ejemplo. La mayoría de ellas han sido incluidas en la Tabla 2 en la sección 2.2.2 de este documento.
- **Normas que definen las especificaciones y clases de biomasa sólida** (ISO 17225; actualmente compuesta por 6 partes). Esta norma es la base de todas las demás. Proporciona los valores recomendados para las propiedades de calidad como el contenido de humedad con la finalidad de no generar problemas al usuario.

Algunos valores de referencia se proporcionan dentro de la Guía SUCELLOG [D2.2 Guía sobre los aspectos técnicos, comerciales, legales y de sostenibilidad para evaluar la viabilidad de la creación de nuevos centros logísticos en industrias agro-alimentarias](#) (sección 2.1.3). Más abajo se muestran algunos valores de calidad recomendados en función de la norma para las astillas de madera y pélets mixtos

**Tabla 3: Propiedades de los pellets no forestales (incluida mezcla de pélets) en función de ISO 17225-6.**

Propiedad	Clase A	Clase B
Contenido de humedad (% peso en base húmeda)	≤ 12	≤ 15
Contenido de cenizas (% peso en base seca)	≤ 6	≤ 10
Poder calorífico neto (kWh/kg ar)	≥ 4,0	≥ 4,0
Cl (% peso en base seca)	≤ 0,10	≤ 0,30

**Tabla 4: Propiedad de las astillas forestales en función de ISO 17225-4.**

Propiedad	Clase A	Clase B
Contenido de humedad (% peso en base húmeda)	≤ 35	Valor máximo a declarar
Contenido de cenizas (% peso en base seca)	≤ 1,5	≤ 3,0
Poder calorífico neto (kWh/kg ar)	Valor mínimo a declarar	Valor mínimo a declarar
Cl (% peso en base seca)	-	≤ 0,05

- **Normas que establecen el protocolo para garantizar la calidad en el proceso de producción** (explicado en la sección 5.2 de este documento).

#### 4.5.2. ¿Dónde se pueden adquirir las normas?

Todos los países de la UE tienen un Organismo de Normalización (ON) Nacional que es o bien un miembro o bien afiliado del CEN. **Las normas pueden ser adquiridas en el sitio web del ON en el lenguaje nacional.** Vea más abajo los ON para los países participantes de SUCELLOG y la nomenclatura utilizada en las normas:

- AENOR en España (UNE-EN o UNE-EN ISO)
- AFNOR en Francia (NF EN o NF EN ISO)
- UNI en Italia (UNI EN o UNI EN ISO)
- ASI en Austria (ÖNORM EN o ÖNORM EN ISO)

#### 4.5.3. ¿Cuál es la diferencia entre un producto estandarizado y uno certificado?

**Un producto estandarizado es aquel que cumple con los límites de la norma.** El productor correspondiente puede mostrar los resultados de los análisis de calidad a los consumidores potenciales. Pero nadie certificará que las características presentadas en el documento son las correspondientes al producto.

**Por otra parte, el productor puede certificar esta calidad con el correspondiente ON Nacional, el cual tomará muestras para comprobarlo.** El certificado expedido puede ser proporcionado al potencial consumidor como forma de construir confianza sobre el producto ofrecido. En este caso, se trata de un producto certificado.

En los últimos años, varios sellos comerciales se han creado para certificar la calidad de la biomasa sólida. Los sellos de calidad más comunes actualmente existentes en el Mercado y el tipo de productos que están certificados son:

- Sello ENplus: pélets de madera.
- Sello DINplus: pélets de madera y briquetas.
- Sello BiomaSud: pélets de madera, astillas de madera, huesos de aceituna, cascara de piñón, cáscara de almendra, piñas de pino trituradas, cáscara de avellana y mezcla de las citadas biomásas (el productor debe especificar el %).



Figura 16: Etiquetas que certifican la calidad de la biomasa sólida.

A la hora de publicar esta guía, aún no se han desarrollado sistemas de certificación para pélets mixtos o briquetas producidas parcialmente por recursos herbáceos considerados en la norma internacional ISO 17225-6 “Biocombustibles sólidos - Especificaciones y clases de combustibles - Parte 6: Clases de pélets de origen no leñoso” e ISO 17225-7 “Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 7: Clases de briquetas de origen no leñoso”.

Sin embargo, se debe aclarar que cualquier empresa tiene la posibilidad de certificar la calidad de sus productos fuera de cualquier etiqueta comercial. Para ello, la ON Nacional o laboratorio acreditado correspondiente tomará muestras representativas del producto y expedirá un certificado en función de los resultados de los análisis de caracterización.

## 5. Seguimiento de la operación comercial

Una vez el negocio está operando, es necesario realizar un seguimiento y comparar los resultados reales con los planeados de acuerdo al estudio de viabilidad y el modelo de negocio. Esto es necesario para conocer si el negocio está en línea con el resultado esperado de la idea previa. Además, el control y la garantía de calidad de los productos de biomasa sólida es una obligación para los centros logísticos y asegurar a los clientes una calidad alta.

El siguiente capítulo proporciona información sobre como un centro logístico agroindustrial puede tratar estas cuestiones.

### 5.1. Determinar los indicadores

Los nuevos centros logísticos que están produciendo biocombustibles a partir de residuos agrícolas deberían realizar un seguimiento de su operación, especialmente durante el primer período de operación. **El propósito de este seguimiento es garantizar que todas las actividades se ejecutan adecuadamente, determinar si el proceso y los procedimientos se están utilizando correctamente, identificar errores y proporcionar soluciones.** En otras palabras, el seguimiento es esencial para determinar si el proyecto fue como se había planeado y detectar posibilidades para futuras mejoras.

Pero ¿cómo clasificar si los datos resultantes del seguimiento son aceptables o insatisfactorios? ¿Se debería tener algo con lo que comparar esos datos? Estos datos del seguimiento deberían compararse con los datos del estudio de viabilidad, el cual se debería haber realizado de antemano.

Existen dos tipos de indicadores a los que se les debería realizar un seguimiento a lo largo del período: los indicadores cuantitativos y los cualitativos. Los indicadores cuantitativos son los factores que se pueden medir, como la propia palabra indica responden a la cuestión de “cuanto” o “cuantos”. La parte cuantitativa del estudio de viabilidad debería compararse con los resultados reales del negocio para ver si el centro logístico de biomasa se encuentra en la dirección perseguida. Los indicadores cualitativos son las razones subyacentes, opiniones, disponibilidad de mercado y otros factores que no se pueden medir. También deberían compararse los indicadores cualitativos del estudio de viabilidad con los resultados reales del negocio. De haber diferencias, cuantitativas o cualitativas, entonces la cuestión debería ser “por qué”. ¿Por qué existe una diferencia? ¿Cuál podría ser el factor detrás de esa diferencia? y ¿Qué hacer en esta situación?

Más abajo se muestran los indicadores cualitativos y cuantitativos más importantes. Estos indicadores deberían medirse regularmente. El proyecto sugiere un ritmo de medición de una vez cada tres meses, al menos una vez al año es necesario. Aparte de estos indicadores, otros adicionales podrían ser relevantes en función del modelo de negocio.

#### Indicadores cuantitativos:

- **Precio medio por tonelada** – El precio medio de la materia prima comprada.
- **Cantidad adquirida en toneladas** – Cantidad de la materia prima comprada en toneladas.
- **Cantidad producida en toneladas** – Cantidad de biocombustible sólido a producir en toneladas.
- **Coste de producción por tonelada** – Coste de producir biocombustible sólido por tonelada.
- **Cantidad vendida en toneladas** – Cantidad de biocombustible sólido vendido por tonelada.
- **Precio de venta por tonelada** – Precio del biocombustible sólido que se vende por tonelada.

Los factores cuantitativos deberían ser comparados con los del estudio de viabilidad mediante la medición y contraste de su cantidad. Una vez se produce una diferencia significativa, se debería aclarar que la causó y si es deseable o no.

### Indicadores cualitativos:

- **Clientes** – El comprador/consumidor del biocombustible ¿Quiénes son los clientes? ¿Son los mismos que los previstos en el estudio de viabilidad? También se debería obtener la localización y propósito del consumidor al comprar. Así mismo, las aportaciones de los clientes deberían recogerse para futuras mejoras.
- **Proveedores** – ¿A quién pertenece la materia prima adquirida? Comparar si proporcionan la cantidad/calidad esperada de materia prima, así como su ubicación y de donde proceden sus stocks.
- **Personal** – Los trabajadores del centro logístico ¿Cuánto esfuerzo adicional en personal es necesario para la nueva línea de negocio? ¿Fue la adaptación un problema para los trabajadores? ¿Están éstos bien formados para las nuevas operaciones de negocio? Las opiniones del personal son muy importantes.
- **Equipos** – Las herramientas y maquinaria utilizada en la producción de biomasa. La eficiencia de los equipos se comparará con la eficiencia real. Los costes de mantenimiento deberían calcularse y compararse. También se debe conocer y comparar el número de equipos estimados a utilizar respecto al real. Además, se debería realizar un seguimiento a los problemas de ajuste de los equipos.

La mayoría de los indicadores cualitativos podrían no ser medidos por cantidad sino describirse. Un ejemplo es la retroalimentación de los clientes. Estos indicadores “flexibles” son también muy necesarios para el centro logístico, su éxito y futuras mejoras. Es crucial tener en cuenta estos indicadores también.

Most qualitative indicators may not be measured by amount but can be described. One example is the customer’s feedback. These “soft” indicators are also very necessary for the logistic centre and its success and further improvements. It is crucial to consider these indicators as well.

## 5.2. Control de calidad y garantía

**El control y garantía de la calidad es una obligación en un proceso industrial como el de producción de biomasa sólida en centros logísticos.** Con el objetivo de proporcionar orientación sobre estas dos cuestiones, el Organismo Europeo de Normalización elaboró la Norma EN 15234.

El control de los procedimientos que se están llevando a cabo por las instituciones relacionadas con los sistemas de certificación (como por ejemplo ENplus) se basa en esta Norma. Por tanto, cualquier productor de pélets que quiera estar certificado con la etiqueta ENplus debería seguir estos procedimientos.

En esta sección se destacan algunos puntos importantes sobre control de calidad y garantías a tener en cuenta. Se basan en la Norma y en el [Manual ENplus](#). Para información más detallada, por favor, consulte la Norma (la sección 4.5.2 incluye los diferentes Organismos de Normalización Nacionales donde se puede adquirir la norma en el lenguaje nacional).

### Examinar la materia prima:

- La examinación de la materia prima en términos de características de calidad es el primer paso previo a la producción de biomasa sólida dado que esto determinará el pretratamiento requerido para alcanzar la calidad acordada con el consumidor.
- Se debe prestar especial atención a la contaminación por tierra/piedras. Esta contaminación puede ser el resultado de falta de limpieza en los camiones de transporte o en la zona de almacenamiento. La inspección visual siempre es el primer paso antes de realizar cualquier tipo de análisis.

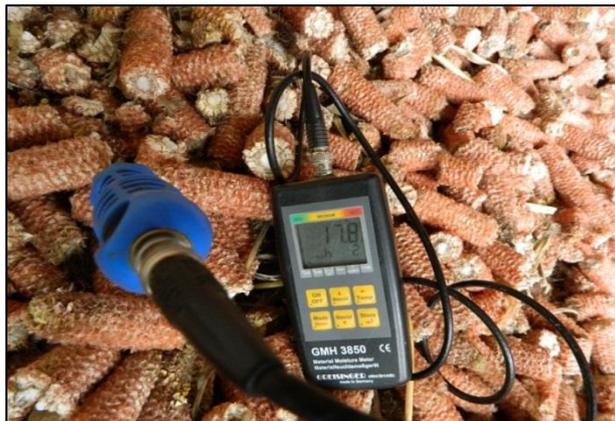


Figura 17: Medida del contenido de humedad en la materia prima.

**Identificar los puntos críticos de la instalación y las propiedades del producto que están influenciadas en cada punto:**

Es esencial que el productor de biomasa sólida identifique los puntos críticos que puedan ser encontrados en una instalación produciendo pélets de biomasa sólida y como cada proceso puede influenciar los diferentes tipos de propiedades del producto final. Con este procedimiento, en caso de haber cualquier desviación en un valor de calidad esperado, el productor puede actuar en el proceso correspondiente.

A continuación se muestra el ejemplo de puntos críticos en la producción de pélets:

**Tabla 5: Puntos a identificar durante el seguimiento y su influencia en las propiedades del combustible.**

Pasos del proceso- Punto crítico	Propiedad influenciada
Almacenamiento de material prima	Contenido de humedad, contenido de cenizas por contaminación
Molino	Tamaño de partícula
Secadero	Contenido de humedad
Peletizadora y enfriador	Longitud y diámetro, durabilidad, cantidad de finos, densidad aparente
Almacenamiento de productos	Contenido de humedad, cantidad de finos
Sistema de tamizado	Cantidad de finos

**Autoinspecciones:**

Con el objetivo de garantizar la calidad en función de los requerimientos de calidad de los consumidores, el productor debería llevar a cabo comprobaciones diarias. La frecuencia recomendable de esas comprobaciones está determinada por el volumen de producción determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{Número de muestras en 24 horas} = \frac{10}{\text{días de trabajo al año}} \times \frac{\sqrt{\text{toneladas de pélet producido al año}}}{10}$$

La mínima frecuencia recomendable de comprobaciones de calidad es una por turno (8 horas). Todas las muestras tomadas deberían ser representativas de la producción en su turno.

**Importancia de tomar muestras de referencia:**

- Tomar muestras del producto es la única forma de responder a las quejas de los consumidores finales o comerciantes.
- Las muestras deberían ser tomadas por lote o turno, en función del volumen de producción.
- Las muestras se deberían de almacenar al menos durante 9 meses en contenedores sellados y bajo las condiciones adecuadas para evitar cambios en sus propiedades.
- Es recomendable tener 1 kg de muestra y la etiqueta debería incluir la fecha y el lote de producción.

**Declaración del producto:**

Todos los productos suministrados deberían acompañarse con una declaración (junto con la factura o el albarán de expedición) que contenga los siguientes puntos:

- Nombre del productor
- Cantidad entregada al consumidor
- Origen y fuente de la materia prima (como método de trazabilidad y para proporcionar algo de información al consumidor sobre la sostenibilidad del entorno del producto consumido)
- Formato del producto (pélets, astillas, briquetas, pacas, hueso a granel, etc.)
- Indicar si el producto procede de una materia prima químicamente tratada (como por ejemplo tableros con recubrimientos)
- Propiedades de calidad (aquellas que hayan sido evaluadas por el productor; cuantas más mejor)
- Indicar si el producto puede categorizarse dentro de una clase definida en función de la ISO 17225 (ver sección 4.5.1)