

GUÍA DE ACTUACIÓN PARA LA PELLETIZACIÓN DE BIOMASA FORESTAL

FORTEXVAL



FORTEXVAL cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

3	Proyecto FORTEXVAL
4	¿Qué es el pelletizado de biomasa?
6	Caso práctico
6	Contextualización
7	Objetivos
7	Recolección y Preparación de la Biomasa
10	Pruebas de pelletizado en terreno
11	Resultados
13	Referencias

Proyecto FORTEXVAL

FORTEXVAL persigue el desarrollo de un nuevo modelo de bioeconomía circular de gestión forestal basado en la valorización de recursos agroforestales mediante la utilización de tecnologías de baja huella de carbono. Estas tecnologías van desde la recogida del material con técnicas de tracción animal que reducen el impacto ambiental durante la explotación forestal; pasando por la pelletización in situ de la biomasa, lo que reduce los requerimientos logísticos y facilita su manejo; hasta la obtención de nuevos productos de alto valor a través del acondicionamiento y procesado del material de partida.

El proyecto plantea dos vías de valorización, por una parte la utilización de material biomásico para la fabricación de biochar (carbón vegetal cuyo uso se destina a la mejora de propiedades del suelo) mediante la pirólisis de la materia prima. Por otra parte, la incorporación de biomasa en materiales poliméricos para la fabricación de componentes termoplásticos reforzados, orientados al sector de la automoción. El proyecto evalúa el diseño de ambos productos (biochar y termoplásticos reforzados) por su potencial de comercialización y su bajo impacto ambiental.

El proyecto FORTEXVAL cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Subvención concedida: 545.323,52 €.

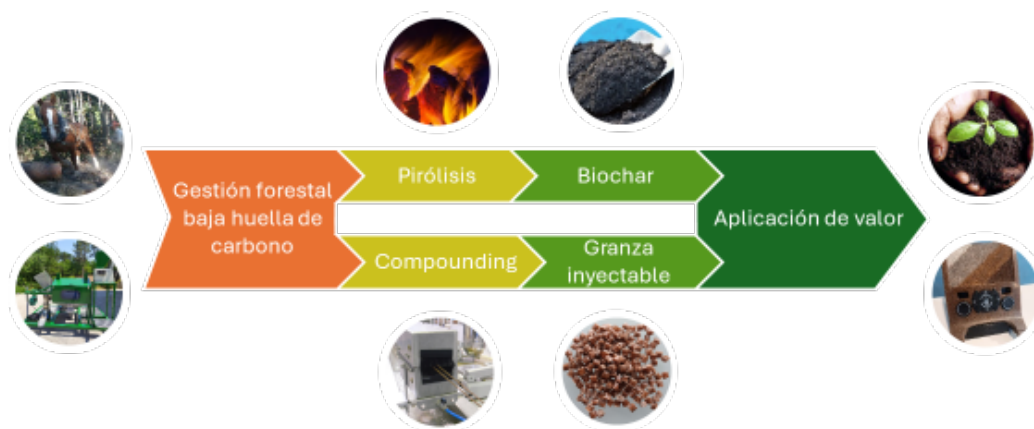


Figura 1: Proyecto FORTEXVAL.

¿Qué es el pelletizado de biomasa?

El pelletizado es un proceso de densificación que transforma la biomasa en pellets, pequeños cilindros de 6 a 8 mm de longitud. Esto es especialmente interesante para la biomasa ya que su recolección, transporte y almacenaje constituye un problema en muchos casos debido a su alto contenido de humedad, su forma y tamaño irregular y su baja densidad aparente. De esta forma el proceso de pelletizado estandariza el material favoreciendo su manejo y posterior procesado [1].



Ilustración 1: Pellets de biomasa forestal

El proceso de pelletizado consta de las siguientes fases [2]:

1. Molienda

La biomasa se tritura para conseguir un material homogéneo que pueda ser procesado por la pelletizadora. El tamaño del material triturado depende de la malla utilizada, y de esto va a depender la calidad y tamaño de los pellets

2. Secado

Para garantizar una buena pelletización el material debe tener un grado correcto de humedad, dependiendo de la aplicación final, ya que este parámetro influye directamente en el nivel de compactación del pellet.

3. Tamizado

El material molido, a la vez que se seca en un tambor rotativo, se tamiza con el fin de eliminar las partículas más pequeñas, que impiden una correcta densificación

4. Pelletizado

Para densificar la biomasa, se utiliza una matriz perforada a través de la cual se hace pasar la materia prima. Rodillos giratorios aplican una presión constante, permitiendo que la biomasa se comprima y adquiera el diámetro de los agujeros de la matriz.

¿Qué es el pelletizado de biomasa?

Este proceso es válido para distintos tipos de biomasa, siendo los restos agrícolas y forestales los más utilizados. Aunque los parámetros a controlar en el proceso de pelletizado, dependen del tipo de biomasa utilizada y del uso futuro de estos pellets, los siguientes parámetros se identifican como relevantes en todos los casos:

Contenido de lignina La lignina es un compuesto presente en la biomasa, que actúa como agente aglutinante natural, ya que se vuelve fluida entre los 40-50 °C, facilitando así la formación de puentes sólidos entre las partículas de biomasa. [3]. A mayor contenido de lignina, mayor será la capacidad de la biomasa para formar pellets de buena calidad.

Humedad El rango óptimo de humedad se encuentra generalmente entre el 10% y el 15%, pudiendo variar dependiendo del tipo específico de biomasa que se esté utilizando. Si el contenido de humedad es muy bajo aumentará la fricción entre las partículas, lo que aumentará el consumo de energía. Por el contrario, si es muy elevado se dificulta la compactación de la biomasa, reduciéndose la densidad del pellet final.

Tamaño de partícula Por regla general un tamaño de partícula pequeño y una distribución amplia de tamaños genera un pellet final de mayor densidad, debido a que existe una mayor superficie de contacto entre partículas y una mejor eliminación de espacios vacíos. Sin embargo, una cantidad excesiva de partículas muy finas pueden tener el efecto negativo, disminuyendo la densidad final [4].

Temperatura La temperatura en el proceso de pelletizado es un parámetro fundamental ya que provoca el reblandecimiento de compuestos como la lignina, que actúan de aglutinantes. Los molinos de pellet alcanzan solo por la fricción del material con la matriz temperaturas de entre 80°C y 130°C, siendo la temperatura óptima 100°C. Aunque los molinos alcancen dicha temperatura por si mismos se puede realizar aporte de calor externo si el entorno es muy frío, o realizar un precalentamiento de la matriz para optimizar el proceso [4].

Presión La presión de compactación mecánica que se aplica durante el proceso tiene un impacto lineal en la densificación del material, a mayor presión mayor densidad final del material [5]. Para definir correctamente este parámetro se debe tener en cuenta el uso final del pellet, ya que usos como la utilización de biomasa como combustible necesitan de una densidad superior a la utilización de biomasa para procesos de compounding con polímeros.

CONTEXTUALIZACIÓN

El proyecto FORTEXVAL se desarrolla en la comunidad autónoma de Cantabria, concretamente en la Mancomunidad del Saja, ubicada en el valle del Saja. Este territorio abarca una superficie de 297,4 km², y sus municipios se muestran en la Ilustración 2. Una parte significativa de este área está ocupada por el Parque Natural del Saja-Besaya, el más extenso de Cantabria.

El alto valor ecológico de este entorno convierte a la zona en un lugar idóneo para implementar prácticas forestales sostenibles y de bajo impacto ambiental.



Ilustración 2: Territorio y ubicación Mancomunidad del Saja

OBJETIVOS

- Recolección y densificación in situ del material mediante la máquina prototipo de densificación.
- Evaluación de las especies más adecuadas para el proceso de pelletizado.
- Optimización del proceso de pelletizado para mejorar la eficiencia y la calidad del producto final.

RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LA BIOMASA

El primer paso en el proceso consiste en identificar y delimitar las zonas en las que es viable realizar intervenciones para el aprovechamiento de biomasa. Esta selección debe basarse en criterios técnicos, legales y medioambientales, considerando tanto la accesibilidad del terreno como la compatibilidad con otros usos del suelo (agrícolas, forestales, de conservación, etc.).

Una vez establecidas las áreas de actuación, se procede a un inventario de las especies vegetales presentes.

La elección de las especies a procesar no se realiza de forma arbitraria, sino que responde a una evaluación técnica basada en los siguientes factores:

Contenido en lignina: Este componente influye directamente en la eficiencia del proceso de compactación.

Disponibilidad: Se priorizan especies abundantes y de fácil recolección, lo que reduce costes logísticos y mejora la viabilidad del proyecto.

Una vez seleccionadas las especies, se lleva a cabo su recolección manual o mecanizada, dependiendo de las características del terreno y del volumen requerido. La biomasa recolectada, que se puede ver en la Ilustración 3.

Caso práctico



Ilustración 3: Biomasa recolectada

Esta biomasa se somete a un proceso de secado natural durante tres días, con el objetivo de reducir su contenido de humedad antes del triturado y el pelletizado. Este procedimiento permite realizar un primer ensayo de pelletizado en condiciones controladas, evaluando la capacitación de compactación de cada especie y su comportamiento durante el proceso, identificando posibles dificultades. Las especies procesadas y los resultados a nivel de facilidad de pelletizado se pueden ver en la Tabla 1.

Caso práctico

Muestra	Especie	Nombre científico	Primer procesado
1	Helecho	<i>Pteridium aquilinum</i>	Regular
2	Escajo (Tojo)	<i>Ulex Europaeus</i>	Excelente
3	Sauce	<i>Salix SP</i>	Regular
4	Haya	<i>Fagus Sylvatica</i>	Regular
5	Avellano	<i>Corylus avellana</i>	Bueno
6	Acebo	<i>Ilex aquifolium</i>	Regular
7	Pino	<i>Pinus radiata</i>	Bueno
8	Roble americano	<i>Quercus rubra</i>	Excelente
9	Rebollo	<i>Quercus pyrenaia</i>	Excelente
10	Roble común	<i>Quercus robur</i>	Bueno
11	Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>	Bueno

Tabla 1: Resultados primer procesado

Caso práctico

PRUEBAS DE PELLETIZADO EN TERRENO

Una vez obtenidos los resultados preliminares, se traslada la máquina prototipo a las zonas de actuación para realizar pruebas de pelletizado directamente en el terreno. Esta fase tiene como objetivo validar la viabilidad técnica del proceso en un entorno real, utilizando las especies que cumplan los siguientes factores:

- **Comportamiento favorable en ensayos iniciales**
- **Impacto territorial positivo:** Se valora el efecto positivo que puede tener la gestión de determinadas especies sobre el ecosistema local, como el control de especies invasoras, la prevención de incendios o la mejora del paisaje

Uno de los principales factores que condicionan el éxito del pelletizado in situ es la humedad de la biomasa recién recolectada. En este caso particular, debido a las condiciones meteorológicas del momento, los valores de humedad se situaban entre el 35% y el 49%, valores que pueden llegar a estar muy por encima del rango óptimo recomendado para alguna de las aplicaciones. Esta elevada humedad representa un desafío técnico significativo, ya que dificulta la compactación, afecta negativamente a la calidad del pellet y aumenta el riesgo de proliferación de microorganismos durante el almacenamiento.

En el caso del proyecto Fortexval, se incorporó un sistema de secado integrado en la máquina prototipo, lo que permitió reducir parcialmente la humedad de la biomasa, alcanzando reducciones de hasta un 15% en los mejores casos. Esta mejora facilitó el proceso de pelletizado, aunque no fue suficiente para alcanzar una compactación óptima en todos los casos.



Ilustración 4: Máquina prototipo densificadora con sistema de secado integrado

Caso práctico

RESULTADOS

Las especies procesadas y los resultados a nivel de calidad del pellet final se pueden ver en la Tabla 2. Para mitigar los efectos de la humedad, se optó por someter parte de los pellets producidos a un proceso de secado en horno, con el objetivo de reducir la humedad hasta niveles óptimos antes de su almacenamiento o utilización en distintas aplicaciones.

Muestra	Especie	Nombre científico	Primer procesado
2	Escajo (Tojo)	Ulex Europaeus	Excelente
4	Haya	Fagus Sylvatica	Regular
5	Avellano	Corylus avellana	Bueno
8	Roble americano	Quercus rubra	Excelente
9	Rebollo	Quercus pyrenaia	Excelente

Tabla 2: Resultados segundo procesado

Caso práctico

En el caso de Fortexval uno de los usos finales era el compounding con polímeros lo que hacía necesario que el pellet fuera poco denso, uniforme y con una longitud pequeña. Es por eso que los resultados obtenidos en este proyecto no serían satisfactorios si su uso final fuese otro. En la ilustración 5, se puede ver el resultado de la pelletización in situ del Tojo, previo a su secado.



Ilustración 5: Resultado pelletizado in situ del Tojo

Referencias

- [1] R. V. M. Nalladurai Kaliyan, «Factors affecting strength and durability of densified biomass products,» Biomass and Bioenergy, 2009.
- [2] S. S, «Wood HC. Engineering aspects of forage processing for pellets, cubes, dense chops and bales.,» Advances in Feed Technology, 1991.
- [3] S. Fodeson, «Towards Understanding the Pelletizing Process of Biomass,» 2019.
- [4] D. N. A. Kwapong, «Biomass Pelletisation: Influence of biomass characteristics on pellet quality,» Biomass connect, 2023.
- [5] L. Jezerská, J. Rozbroj, J. Zegzulka y J. Frydrych, «Pelletization of energy grasses: A study on the influence of process and material parameters on pellet quality,» International Journal of Green Energy, 2019.