



Universidad de Oviedo  
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

**CURSO 2021 / 2022**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE LA CONVERSIÓN DE LA  
CENTRAL TÉRMICA DE LA PEREDA A BIOMASA**

**AIMÉ GARCÍA MECA**

**OVIEDO, JULIO DE 2022**

# ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO DE LA CONVERSIÓN DE LA CENTRAL TÉRMICA DE LA PEREDA A BIOMASA

Aimé García Meca

Facultad de Economía y Empresa

Universidad de Oviedo

## Resumen:

La lucha contra el cambio climático conlleva la búsqueda de un sistema energético libre de combustibles fósiles y de emisiones de gases de efecto invernadero. El Grupo HUNOSA planea la reconversión de la central térmica ubicada en la Pereda (Mieres, Asturias). Este proyecto supone un cambio en el sistema de combustión, sustituyendo la quema de mezcla de carbón y de estériles de escombreras por la combustión de biomasa y combustible sólido recuperado (CSR). El objetivo de este trabajo es evaluar la rentabilidad de este proyecto de reconversión mediante un análisis coste-beneficio, teniendo en cuenta las externalidades positivas, reducción de emisiones de dióxido de carbono, y negativas, ligadas al aumento de emisiones indirecto por la ampliación del radio de abastecimiento de la biomasa. Un aspecto decisivo en un escenario donde se espera que aumente de 80 a 800 €/tonelada de CO<sub>2</sub> en 2050.

**Palabras Clave:** Carbón, Biomasa, Combustible Sólido Recuperado, Central Térmica, Análisis Coste-Beneficio, Externalidades, Asturias.

## COST-BENEFIT ANALYSIS OF THE PEREDA'S THERMAL POWER PLANT CONVERSION TO BIOMASS

### Abstract:

The fight against climate change implies the search for an energetic system free of fossil fuels and greenhouse gas emissions. Currently, Grupo HUNOSA is engaged in a project to restructure their thermal power plant found in La Pereda (Mieres, Asturias). This project involves a change in the combustion system, substituting the burning of the mixture of coal and tailings' waste for biomass combustion and solid recovered fuels (SFR). The aim of this report is to evaluate the profitability of this restructure project by performing a cost-benefit analysis taking several factors into consideration. These factors are positive externalities, such as the reduction of carbon dioxide emissions; and the negatives, related to the rise of emissions due to the extension of the biomass supply radius. A decisive aspect in a scenario where it is expected to increase from 80 to 800 €/tonne of CO<sub>2</sub> in 2050.

**Key Words:** Fuel, Biomass, Solid Recovered Fuel, Thermal Power Plant, Asturias, Cost-Benefit Analysis, Externalities.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	6
2.1. UTILIZACIÓN DE LA BIOMASA EN ESPAÑA .....	7
3. VALOR ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA BIOMASA .....	9
4. LA CENTRAL TÉRMICA DE LA PEREDA .....	13
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	16
5.1. MATERIAS PRIMAS .....	16
5.1.1. <i>BIOMASA</i> .....	17
5.1.2. <i>COMBUSTIBLE SÓLIDO RECUPERADO</i> .....	21
6. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO.....	22
6.1. DATOS .....	24
6.1.1. <i>VIDA ÚTIL DEL PROYECTO</i> .....	24
6.1.2. <i>INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO</i> .....	24
6.1.3. <i>FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO</i> .....	24
6.1.4. <i>EXTERNALIDADES</i> .....	29
7. CONCLUSIONES .....	33
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Biomasa, evolución de la potencia instalada y la energía vendida.....	8
Ilustración 2: Producción térmica a través de la biomasa y biogás (ktep).....	9
Ilustración 3: Dependencia energética en España en 2018 (%).....	11
Ilustración 4: Evolución de la sustitución de importaciones de combustibles fósiles debido a la generación eléctrica renovable.....	12
Ilustración 5: Producciones brutas y netas anuales (MW).....	16
Ilustración 6: Toneladas de biomasa al 30% de humedad disponible anualmente por provincia.....	19

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valor económico y social de la biomasa en millones de euros (2017).....	11
Tabla 2: Balance socioeconómico y medioambiental de las biomásas en el escenario posibilista (año 2017-2021).....	13
Tabla 3: Distancia hasta la Central Térmica la Pereda de los tres núcleos de población más cercanos y las poblaciones de Mieres del Camín y Oviedo.....	14
Tabla 4: Estimación de consumos anuales de materias primas .....	17
Tabla 5: Valores de biomasa forestal disponible por comarcas forestales en la provincia de Asturias (toneladas) .....	21
Tabla 6: Precio medio del mercado español diario (€/MWh) periodo 2012-2020 .....	25
Tabla 7: Precio medio del mercado español diario mensual año 2022 (€/MWh) .....	26
Tabla 8: Coste laboral del Grupo HUNOSA.....	27
Tabla 9: Coste de la madera (€/año).....	29
Tabla 10: Emisiones de los focos contaminantes atmosféricos .....	30
Tabla 11: Emisiones anuales dióxido de carbono a la atmósfera .....	30
Tabla 12: Coste de las emisiones de dióxido de carbono recomendado para 2020-2050.....	31
Tabla 13: Coste esperado por emisiones de dióxido de carbono.....	32

## 1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la producción de energía se basaba en el empleo de petróleo y carbón, pero su uso masivo y las consecuencias negativas hacia el planeta, como puede ser la emisión de gases de efecto invernadero, nos han conducido hacia una transición energética cuyos principales objetivos son la creación de un sistema energético libre de combustibles fósiles y bajo en emisiones.

Este nuevo enfoque supone un aumento de importancia de las energías renovables y conlleva la sustitución de fuentes fósiles por otras fuentes limpias a la hora de producir energía. En Asturias, el Grupo HUNOSA participa en este proceso de transformación mediante la reconversión de su planta termoeléctrica de la Pereda, en Mieres, a biomasa y combustible sólido recuperado. De este modo, se prevé abandonar la quema de carbón y estériles de escobreras, objetivo por el cual se construyó la central a comienzos de la década de los 90.

A lo largo de este proyecto, analizamos minuciosamente la biomasa, su utilización en España y la valoración socioeconómica de esta, para así entender los motivos principales de la reconversión. Pero, el principal objetivo es evaluar la rentabilidad económica del cambio de combustibles fósiles a biomasa y CSR, a través de un análisis coste-beneficio (ACB) que tiene en cuenta las externalidades tanto positivas como negativas.

El análisis coste-beneficio nace de la mano de Jules Dupuit, aproximadamente 150 años atrás, con la finalidad de evaluar los pros y los contras de cambios, por norma general, relacionados con proyectos en el ámbito de la política pública (Portney, 1998).

El ACB compara tanto los ingresos y gastos privados de la empresa, como aquellas externalidades indirectas derivadas de la actividad principal. En este caso, los ingresos provienen de la venta de electricidad limpia, y los gastos del aprovisionamiento, capital e inversión.

Mientras que las externalidades, con cuyo análisis finalizamos el documento, están relacionadas con la emisión de gases contaminantes tanto de la combustión como del aumento de distancia de abastecimiento de la madera.

## **2. EL USO DE LA BIOMASA EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA**

Según la *Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables*, la biomasa hace referencia a la fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, así como la fracción biodegradable de los residuos, inclusive los residuos industriales y municipales de origen biológico; dando así lugar a la existencia de diferentes tipos como pueden ser la biomasa agrícola y forestal, a partir de las cuales obtenemos combustibles gaseosos o líquidos.

A lo largo de la historia, este recurso ha sido empleado para generar energía a través del quemado de esta, por lo tanto, decimos que el uso principal de la biomasa es la generación de energía térmica.

### **2.1. UTILIZACIÓN DE LA BIOMASA EN ESPAÑA**

España, se trata de un país con gran potencial renovable, en el año 2021, nuestro país se situaba en el puesto número octavo, en lo que al ranking de países con potencia renovable instalada se refiere (International Renewable Energy Agency, 2021).

Por ello, hemos de recalcar que España se trata de una potencia en lo que a productora de biomasa se refiere, pues somos el tercer país europeo con recursos absolutos de biomasa forestal, situándose por delante Suecia y Finlandia y contamos con poco menos de 28.000.000 hectáreas de superficie forestal, siendo esta cantidad entorno al 60% del total; y el séptimo en términos per cápita (Analistas Financieros Internacionales, 2019).

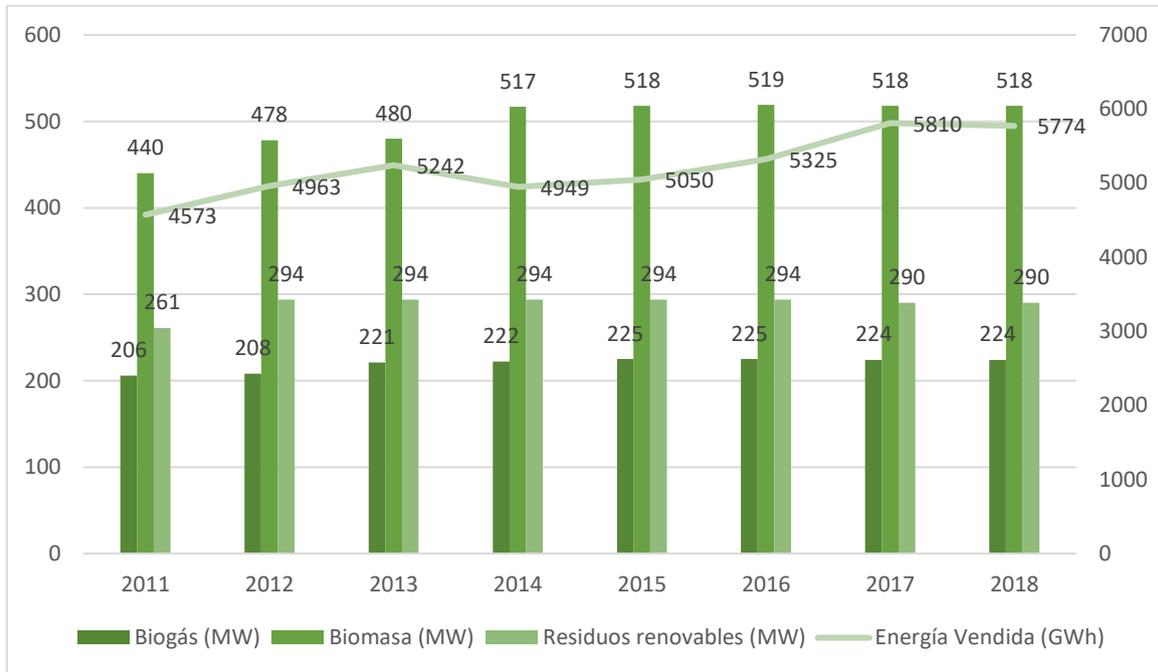
Pero, pese a estas ventajas, aún nos queda mucho camino que recorrer para situarnos en el podio europeo en relación con el buen aprovechamiento de los recursos forestales y agroganaderos, en lo que a la generación de energía se refiere, como puede ser la producción de gas y metano mediante el empleo de recursos naturales para generar energía eléctrica y térmica.

Por ello, podemos decir que la utilización de la biomasa como fuente de energía en España, está infrautilizada.

Según la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), España cuenta con una capacidad de producción de energía eléctrica mediante el quemado de biomasa sólida

de 518 MW, cifra notablemente superior a la capacidad de creación de energía mediante residuos renovables (290MW).

**Ilustración 1: Biomasa, evolución de la potencia instalada y la energía vendida.**



*Fuente: APPA Renovables (2018).*

En la Figura superior, podemos observar la evolución de la potencia instalada y la energía vendida en el período 2011-2018 en nuestro país.

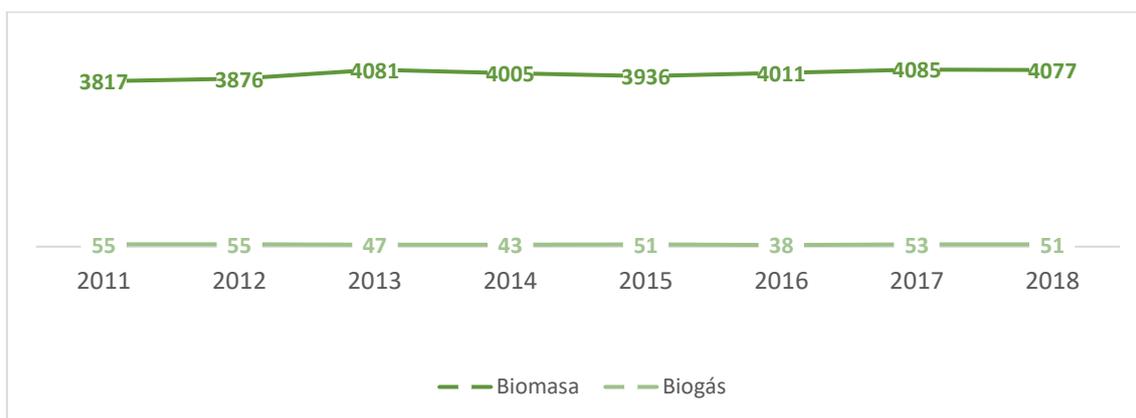
En este caso, la capacidad instalada hace referencia al número de instalaciones situadas en España que producen energía mediante el empleo de residuos renovables urbanos, biogás y biomasa, y, como bien podemos observar, tanto la generación de energía eléctrica con biomasa como la potencia instalada se mantienen de forma llamativamente estable a lo largo del periodo de tiempo ilustrado.

En el caso de estudio de este trabajo, no solamente hemos de hablar sobre la producción de energía eléctrica, sino que también de la producción de energía térmica, puesto que como más adelante podemos comprobar, nos centraremos en la producción de energía eléctrica en una central térmica.

Por lo que hemos de mencionar que pese a la abundante cantidad de recursos biomásicos existentes en España para producir energía eléctrica mediante la térmica, el principal recurso empleado en la actualidad y durante la historia de nuestro país son los combustibles fósiles.

Una ventaja derivada del uso de la biomasa es su mínima fluctuación en precios, lo cual hace que aumente la demanda de todos los bienes complementarios a este recurso natural, como bien podemos observar en la siguiente figura, lo cual hace que se propulse el incremento del valor y de la generación de puestos de trabajo relacionados tanto directa como indirectamente con la biomasa.

**Ilustración 2: Producción térmica a través de la biomasa y biogás (ktep<sup>1</sup>)**



*Fuente:* APPA Renovables (2018).

### 3. VALOR ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA BIOMASA

Dentro del ámbito energético, la principal característica de la biomasa es su aprovechamiento, lo cual contribuye a la diversificación energética, a la desvinculación con el exterior en términos de energía, a la reducción de emisiones dañinas para la atmósfera y, no menos importante, colaborando y fomentando la bioeconomía<sup>2</sup>.

Pero a nivel económico, quizás la más importante sea la facilidad para crear nuevos empleos en aquellas zonas rurales donde provienen los recursos de biomasa.

Según la Organización de las Naciones Unidas, la población de las zonas rurales va a disminuir en aproximadamente un 30% a nivel internacional para el año 2050, pues se prevé que 68 personas de cada 100 van a residir en zonas urbanas. Este éxodo rural, se trata de una corriente común alrededor de todo el mundo, aunque es más característico y puntero en los países desarrollados que en aquellos que se encuentran en subdesarrollo. Es debido a la baja

<sup>1</sup> "Tonelada equivalente de petróleo".

<sup>2</sup> "Producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluidos los conocimientos relacionados, la ciencia, la tecnología y la innovación, para proporcionarle información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos, con el objetivo de avanzar hacia una economía sostenible" (Global Bioeconomy Summit, 2020).

natalidad, envejecimiento de la población y continua desaparición del tejido productivo, lo cual genera la ausencia de oportunidades (Organización de las Naciones Unidas, 2018).

Por ello, la capacidad de generación de empleo de la biomasa en zonas rurales se trata de una forma de incentivar la actividad económica y de fijación de población a estas áreas, lo cual posibilita la conservación tanto del “campo” como de su legado cultural, ya que no solamente se generan puestos de trabajo relacionados directamente con esta, sino que también tiene la capacidad de generar actividades relacionadas y dependientes de la misma.

Debido a esto decimos que la biomasa presenta numerosas oportunidades a nivel profesional, de las cuales las zonas rurales que se encuentran con altas tasas de despoblamiento de pueden beneficiar, siempre y cuando concentren una alta cantidad de recursos que aprovechar.

“Las actividades económicas vinculadas a las plantas de biomasa son de muy diverso tipo. Desde la recogida de las biomásas (agrícolas, forestales, ganaderas, industriales, FORM), el tratamiento, transporte, almacenamiento, o la propia valorización energética de las mismas, la cadena de producción precisa de perfiles laborales de muy diversa naturaleza” en Analistas Financieros Internacionales (2019, p. 17).

Este amplio abanico otorga un elevado valor estratégico desde una visión social al ámbito rural, basado en la generación de empleo de forma directa, indirecta e inducida, y en el incremento y fijación de poblamiento en este.

En el año 2017, la aportación en actividades económicas en términos de Valor Añadido Bruto (VAB) y empleo directo, indirecto e inducido, alcanzó una cifra de 2.732 millones de euros, 32.945 empleos y 1.101 millones de euros recaudados por el Estado, a través del IVA, IS, Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica, IRPF y Cotizaciones a la Seguridad Social.

Datos que podemos ver recogidos en la siguiente tabla:

**Tabla 1: Valor económico y social de la biomasa en millones de euros (2017)**

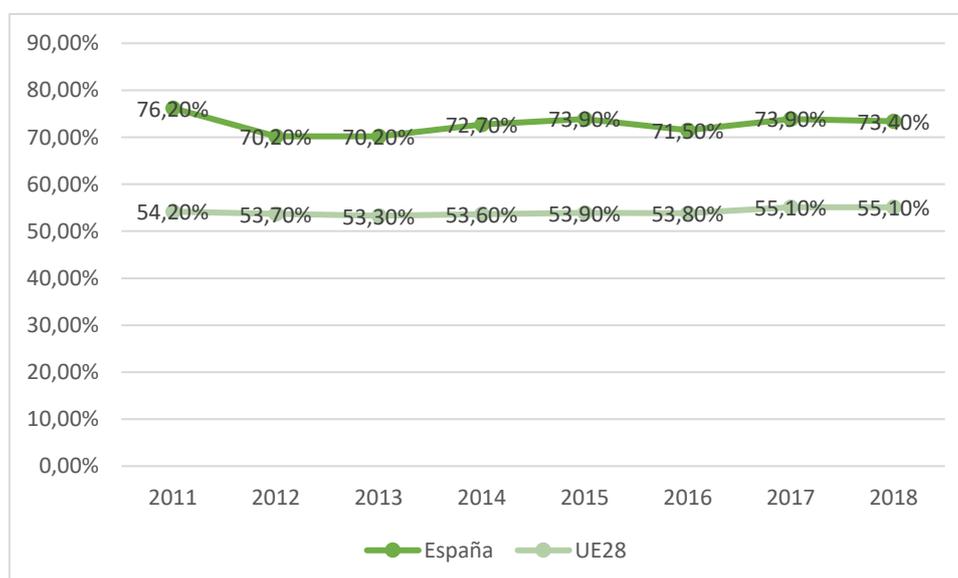
Contribución económica y social (directa, indirecta e inducida)	VAB total (millones de euros)	2.732
	Empleo total (puestos de trabajo)	32.945
	Recaudación fiscal (millones de euros)	1.101
	Prestaciones por desempleo evitas (millones de euros)	95

*Fuente:* Analistas Financieros Internacionales (2019).

Como punto final de este apartado dedicado al valor socioeconómico debemos hablar sobre la importancia de la reducción de la dependencia energética de España.

España siempre se ha visto caracterizada por su alta dependencia energética con relación a los combustibles fósiles, Esta dependencia va disminuyendo con el paso de los años, gracias a la propulsión de las energías renovables, ya que estas se tratan de fuentes limpias, autóctonas e inagotables.

**Ilustración 3: Dependencia energética en España en 2018 (%)**



*Fuente:* APPA Renovables (2018).

En 2018, según APPA renovables, las energías renovables supusieron el 13,9% del total de energía primaria empleada en nuestro país.

En la ilustración que se muestra a continuación, podemos observar cómo gracias al empleo de fuentes de energía renovable a lo largo de los últimos años ha ido reduciendo la dependencia

energética española con el exterior. Lo cual no solo genera beneficios a nivel medioambiental, sino que también genera un ahorro bastante significativo para la economía española.

En el año 2018 el ahorro que ha alcanzado nuestra economía asciende a 2.483 millones de euros en concepto de derechos de emisión, tal y como estima APPA renovables.

**Ilustración 4: Evolución de la sustitución de importaciones de combustibles fósiles debido a la generación eléctrica renovable.**



*Fuente: APPA Renovables (2018).*

Como conclusión en relación con el balance socioeconómico de la biomasa, hemos de decir que este es notoriamente positivo para la economía de nuestro país, cuando se realiza la comparación entre los ahorros medioambientales y la aportación a la Agencia Tributaria.

Para poder realizar un balance en función a la biomasa, hemos de tener en cuenta cuales serían las partes, tanto la retributiva como la contributiva.

Por un lado, en la parte retributiva, podríamos englobar los pagos previstos en la *Ley del Sector Eléctrico*, conformada por la retribución a la inversión y a la operación.

Y por otro, la parte contributiva, la cual engloba la recaudación fiscal que deriva de la actividad de biomasa, las prestaciones que son evitadas por desempleo y la aportación medioambiental.

Tras esta información, se puede realizar el balance socioeconómico que podemos observar a continuación:

**Tabla 2: Balance socioeconómico y medioambiental de las biomásas en el escenario posibilista (año 2017-2021)**

	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Recaudación fiscal (M€)	1.101	1.429	1.559	1.705	1.777
Prestaciones por desempleo evitadas (M€)	95	104	114	125	131
Ahorro en emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> , M€)	334	434	473	517	539
Ahorro en prevención y extinción de incendios (M€)	150	170	192	218	230
Contribución biomasa (M€) (1)	1.680	2.136	2.339	2.565	2.678
Retribución a la inversión (M€)	177	223	238	255	263
Retribución a la operación (M€)	180	226	242	260	267
Retribución específica (M€) (2)	357	449	480	515	530
Balance (M€) (1-2)	1.323	1.688	1.858	2.050	2.147

*Fuente:* Analistas Financieros Internacionales (2019).

Como podemos observar, la diferencia entre la parte retributiva y la contribución muestra un balance favorable a las biomásas.

#### **4. LA CENTRAL TÉRMICA DE LA PEREDA**

Hulleras del Norte Sociedad Anónima (HUNOSA), es una compañía que da sentido a la minería española y sobre todo a la asturiana debido a que es la más grande del sector desde sus inicios. El Gobierno de España propició, a través de la fusión de una veintena de empresas mineras, con la finalidad de solventar los tradicionales problemas derivados de la crisis a la que esta industria se enfrentaba, su fundación en el año 1967.

Desde entonces, su actividad a seguido dos rumbos, por un lado, la búsqueda constante de alternativas para adaptarse al marco energético europeo, y por otro, programas económicos basados en la creación de puestos de trabajo y generación de riqueza, pero su principal actividad

siempre ha sido tanto el diseño como la ejecución de políticas enfocadas a la reindustrialización y diversificación de las cuencas mineras.

Debido a este objetivo principal que la empresa mantiene de reindustrializar y diversificar la zona minera asturiana (Cuenca del río Nalón y Cuenca del río Caudal), la empresa pone en marcha una central térmica de carbón, el grupo termoeléctrico de la Pereda.

Su creación fue aprobada por HUNOSA, Sindicato de los Mineros de Asturias – Sindicato de Unión General de Trabajadores (SOMA-UGT) y asociaciones profesionales para el periodo 1987-1990. El Instituto Nacional de Industria, para su construcción y poder llevar a cabo este proyecto tan ambicioso, aportó íntegramente 8.500 millones de pesetas (aproximadamente 51.086.029 euros). La realización de este proyecto crearía un total de 860 puestos de trabajo (directos e indirectos), de los cuales 130 se mantendrían fijos tras el inicio de su actividad.

Finalmente, esta fue inaugurada el 30 de noviembre de 1993 y se situó en el concejo de Mieres, más concretamente entre la población de La Pereda (como el propio nombre de la central indica), Ablaña del Sur y Cardeo.

Decimos que se encuentra situada en la cuenca minera del Caudal ya que el área geográfica en el que esta se encuentra fue caracterizada por la actividad industrial que este concentraba, principalmente por la acción que HUNOSA realizaba en él y por la existencia de polígonos industriales y grandes factorías de diversas empresas.

**Tabla 3: Distancia hasta la Central Térmica la Pereda de los tres núcleos de población más cercanos y las poblaciones de Mieres del Camín y Oviedo**

<b>NÚCLEO DE POBLACIÓN</b>	<b>DISTANCIA A LA CENTRAL</b>
Ablaña	0,45 km
Cardeo	0,7 km
La Pereda	1,7 km
Mieres del Camín	3,9 km
Oviedo	15,3 km

*Fuente:* Grupo HUNOSA (2021b), EIA.

Originalmente, el objetivo de la actividad del grupo termoeléctrico era conseguir el autoabastecimiento de energía eléctrica, mejorando así la calidad de vida de las cuencas mineras asturianas, lo cual era posible debido a la tecnología que esta emplearía y que como era de esperar, empleó.

Esta tecnología se basa en el lecho fluido circulante (CFB), lo cual hace que esta sea distinguida de las convencionales y más comunes centrales térmicas que podemos encontrar. De esta forma, la obtención de energía eléctrica se alcanza a través del quemado de combustibles fósiles situados en suspensión en un lecho, como puede ser el carbón de baja calidad, residuos de escombreras mineras y restos de madera; emitiendo la menor cantidad posible de gases contaminantes como pueden ser el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y óxido de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el cual se trata de uno de los principales gases causantes de la lluvia ácida, a la atmósfera, gracias a la inyección y recirculación de aire a través de ventiladores.

A parte, todos los gases emitidos a la atmósfera han de someterse a un determinado número de tratamientos purificadores, para que estos, sean liberados en mejor estado y sean menos dañinos.

Por otro lado, la tecnología de lecho fluido circulante supuso un avance tecnológico en la década de los 90, debido a su elevada capacidad de adaptación a diversos tipos de combustible. Sin embargo, su uso no se generalizó en España.

Pese a que sus inicios se remontan a 1993, no es hasta el año siguiente, mayo de 1994, cuando alcanza la producción del total de la energía prevista (400.000 MWh/año), mediante el empleo de su máxima potencia posible.

Sus características iniciales, como el empleo de la tecnología de lecho fluido circulante de un solo, se han mantenido intactas a lo largo de sus años de actividad, cumpliendo de forma efectiva con los objetivos y los límites de emisión de gases vigentes en cada momento y cumpliendo con sus objetivos iniciales, entre los cuales se encuentran el rendimiento económico, creación de puestos de trabajo, el aprovechamiento y ahorro energético, etc.

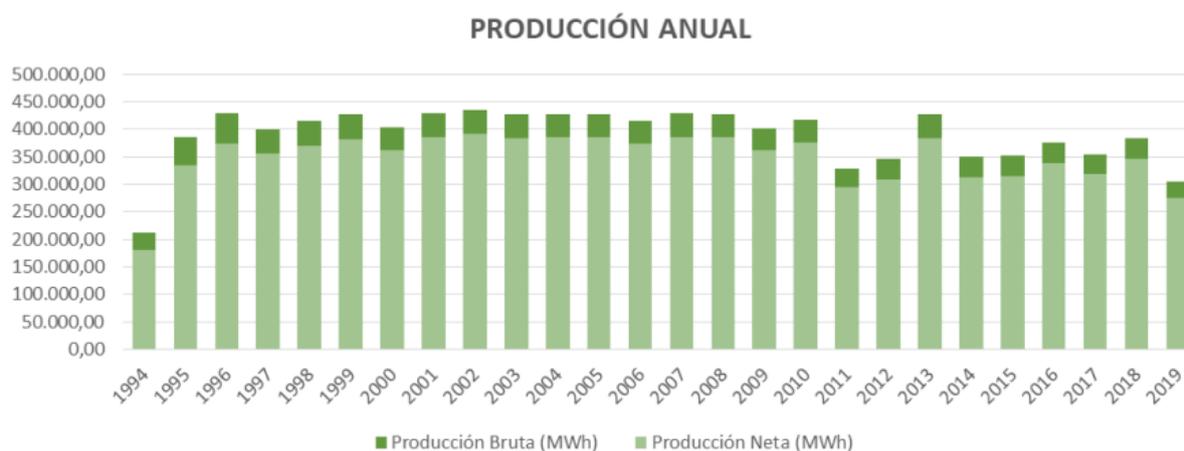
En el momento en el que HUNOSA comienza con la actividad térmica en la Pereda, la compañía opta por seguir un modelo de economía circular<sup>3</sup>. Esto se debe a que los combustibles empleados en la producción de la energía eléctrica provenían de la actividad minera que la empresa llevaba a cabo, empleando carbón y materiales procedentes de las escombreras

---

<sup>3</sup> “La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende” (Parlamento Europeo, 2015).

generando una mezcla de combustibles de bajo poder calorífico. Por ejemplo, el carbón de baja calidad era obtenido en el Pozo San Nicolás, situado en Lleros de Abajo, concejo de Mieres.

**Ilustración 5: Producciones brutas y netas anuales (MW).**



*Fuente:* Grupo HUNOSA (2021b), EIA, p. 21.

Por último, hemos de recalcar que la central, a lo largo de toda su trayectoria, ha optado por la investigación e innovación en la captura de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y combustión de biomasa, llegando a aportar el 30% de energía a través del empleo de esta. A parte, en sus instalaciones se ha llevado a cabo el desarrollo de tecnologías de nueva creación, convirtiéndose así la Térmica La Pereda en un referente tanto a nivel nacional como internacional. Por ello, en la actualidad esta central se encuentra en medio de un proceso de reconversión y transición eléctrica hacia la eco-combustión (Grupo HUNOSA, 2021b, EIA, p. 21).

Para esta nueva etapa, cuya finalidad es alcanzar una combustión limpia, se ha llevado a cabo la construcción de una nueva planta de captura de CO<sub>2</sub>, pionera en la industria.

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 5.1. MATERIAS PRIMAS

Actualmente, este proyecto de reconversión se basa en generar energía a través del empleo de biomasa y Combustible Sólido Recuperado (CSR), pero, aun así, para poder llevar a cabo su actividad de forma satisfactoria, es necesario el uso de otro tipo de componentes y materias, de forma auxiliar y cuyas cantidades podemos observar en la Tabla 4.

**Tabla 4: Estimación de consumos anuales de materias primas**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CONSUMO</b>
Biomasa forestal	400.000 toneladas
CSR	86.400 toneladas
Gas Natural	500.000 Nm <sup>3</sup>
Gasóleo	1.400 litros
Carbohidracida	200 kilogramos
Hidróxido Sódico (50%)	36 toneladas
Amoniaco	950 toneladas
Azufre	150 toneladas
Arena de Sílice	2.800 toneladas
Carbón Activo	20 toneladas
Hidróxido de Calcio	500 toneladas
Ácido Sulfúrico (98%)	111 toneladas
Hipoclorito Sódico	19 toneladas
Biocida	280 kilogramos
Anti – Incrustante	4 toneladas
Biodispersante	3 toneladas
Cetamine	700 kilogramos
Agua	56.000 m <sup>3</sup>

*Fuente:* Grupo HUNOSA (2021b), EIA.

En la ilustración superior podemos observar los consumos estimados de las materias primas mencionadas, así como otras que se seguirán empleando como pueden ser el gas natural y el gasóleo, de las cuales se mantendrá su consumo actual.

### **5.1.1. BIOMASA**

Como podemos ver en APPA Renovables, “La biomasa puede considerarse como la materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía. Estos recursos biomásicos pueden agruparse de forma general en agrícolas y forestales. También se considera biomasa la materia orgánica de las aguas residuales y los lodos de depuradora, así como la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos (FORSU), y otros residuos derivados de las industrias”.<sup>4</sup>

Materia prima más importante para tener en cuenta en la realización del proyecto de reconversión, pues su papel es fundamental ya que, como bien se menciona a lo largo del documento, el objetivo de este es sustituir los combustibles fósiles por esta materia. Llevando a cabo la quema de un 100% de esta materia, o como mínimo, un 85%.

---

<sup>4</sup> Véase: <https://www.appa.es/appa-biomasa/que-es-la-biomasa/>

Los inicios de la actividad de combustión mediante el uso de biomasa se remontan al año 2011. A partir de ese momento, la termoeléctrica comienza a generar energía a base de la co-combustión<sup>5</sup> tanto de carbón y estériles de escombreras, como de biomasa, compuesta por pellets industriales derivados de residuos vegetales. Paulatinamente fue sustituyendo el quemado de los fósiles inicialmente empleados por la madera, de forma que en el 2011 el porcentaje equivalente a biomasa ascendía a un 10%, en el 2012 a un 20% y en el 2013 a un 30% (Rico, Javier, 2013).

En cambio, pese que las primeras quemas de biomasa estaban compuestas por pellets industriales, actualmente la empresa precisa de maderas forestales (eucalipto, pino, frondosas, residuos forestales) y, madera astillada ya preparada.

Por lo general, las astillas de madera destinadas a grandes calderas industriales o centrales eléctricas se producen directamente en áreas de almacenamiento de madera en las montañas. Las trituradoras o astilladoras forestales de alta potencia trituran los subproductos de la cosecha forestal y cargan astillas de madera en tamaños G50-G100 (P63-P100) en camiones de alta capacidad para su transporte a las instalaciones del cliente.

La cantidad máxima anual que la termoeléctrica podrá llegar a precisar, como podemos comprobar en la tabla 4 (p. 17), es de 400.000 toneladas, y la cantidad mínima, de 348.480 toneladas al año. Cantidad que depende de si la mezcla de combustible está formada única y exclusivamente por biomasa o si un determinado porcentaje proviene de CSR.

A la hora de tratar y almacenar la biomasa recibida en la planta, han de tener en cuenta los dos tipos de materiales a emplear, entre los que como ya hemos mencionado con anterioridad, distinguimos la madera forestal y la preparada y astillada.

En el caso de la madera forestal, esta precisará de ser tratada por una astilladora y así lograr las características en relación con su forma y tamaño, ideales para su posterior uso. En el caso de la madera ya preparada y astillada, ya llegará a la planta con las características de tamaño y forma especificadas, pero junto a la madera forestal, esta se deberá de someter a controles de calidad.

---

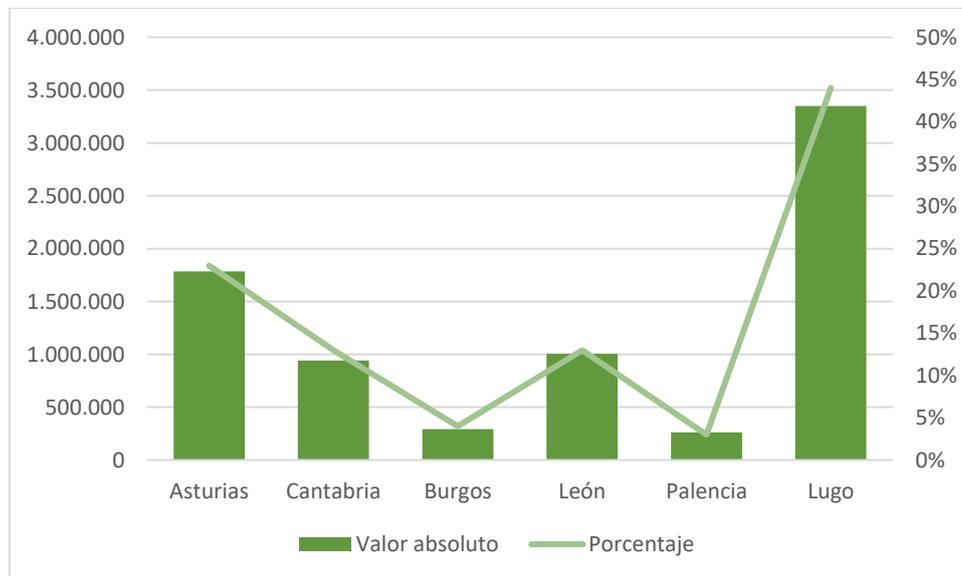
<sup>5</sup> “La co-combustión consiste en sustituir, generalmente en una planta ya existente, un porcentaje del combustible fósil habitual por biomasa” (Canalís, 2012).

### 5.1.1.1. Procedencia de la biomasa

La estimación proyectada en el estudio de disponibilidad de la biomasa se realizó teniendo en cuenta las principales fuentes de masas forestales, entre las que podemos encontrar pinares, eucaliptales y masas de frondosa autóctona, en un radio de 200km a la redonda, compuesto por la región y provincias cercanas.

Por otro lado, se determinan los diferentes tipos de biomasa que han de ser empleados en la central termoeléctrica para la generación de energía, siendo en este caso necesarios biomasa forestal, referida a las maderas forestales, y biomasa preparada, astillada en chips.

**Ilustración 6: Toneladas de biomasa al 30% de humedad disponible anualmente por provincia**



*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de Grupo HUNOSA (2021c), EIA.

Hemos de contemplar que el principal objetivo de este proyecto es reducir al máximo las emisiones de gases dañinos a la atmósfera, los cuales no solamente son emitidos a través de la combustión de los combustibles, sino también a través de la obtención y transporte<sup>6</sup> de los materiales a emplear. Por ello, lo más conveniente es centrarnos en la capacidad de obtención de biomasa en el Principado de Asturias, procurando cumplir con los compromisos del protocolo de Kyoto.

<sup>6</sup> Desde mi punto de vista, omitido en los informes de estudio medioambiental realizados por HUNOSA.

#### **5.1.1.1.1. Biomasa en Asturias**

Asturias es considerada una comunidad autónoma que muestra un alto potencial en lo que a generación de biomasa se refiere, pues según el informe realizado sobre la disponibilidad de biomasa, el total de biomasa disponible al 30% de humedad asciende a 1.785.248 toneladas, de las cuales el 57% de la biomasa forestal disponible corresponde a eucaliptos, el 25% a pinos y el 18% a frondosas autóctonas (Grupo HUNOSA, 2021c, EIA).

Este cambio a biomasa incentiva la creación de puestos de trabajo, directos e indirectos, y propulsa los espacios rurales; contribuye tanto a la prevención de incendios, protegiendo así el espacio rural del Principado de Asturias; controlando la aparición de plagas y enfermedades, y también a la realización de tratamientos que potencian el sector forestal.

Pese a todas las ventajas mencionadas, la extracción de biomasa ha de realizarse de forma cuidadosa ya que, si no, puede derivar en inconvenientes como la pérdida de fertilidad de los suelos y el impacto sobre el ecosistema.

En este caso, la biomasa forestal se distribuye en 10 comarcas forestales, de las cuales, como podemos observar en la figura inferior, las principales son la comarca de Luarca, de Pola de Siero, Pravia y Vegadeo.

A parte, la biomasa no se obtendrá única y exclusivamente de las principales masas forestales anteriormente mencionadas, sino que la empresa trabajará con un grupo de proveedores que puedan garantizar tanto el abastecimiento como el cumplimiento de las medidas sostenibles a cumplimentar.

**Tabla 5: Valores de biomasa forestal disponible por comarcas forestales en la provincia de Asturias (toneladas)**

Comarca Forestal	Biomasa seca			Biomasa al 30% humedad		
	Cantidad Total	Cantidad Maderable	Cantidad Residual	Cantidad 30 Total	Cantidad 30 Maderable	Cantidad 30 Residual
Cangas de Onís	21.413	14.791	6.622	30.591	21.130	9.460
Cangas del Narcea	69.190	49.936	16.589	98.843	71.337	23.698
Grado	29.318	18.675	7.945	41.883	26.679	11.351
Luarca	241.320	193.379	38.147	344.742	276.256	54.495
Pola de Allende	58.468	43.140	12.658	83.525	61.629	18.082
Pola de Laviana	37.769	22.290	12.864	53.955	31.843	18.376
Pola de Siero	243.186	194.323	40.485	347.408	277.604	57.836
Pravia	242.576	199.861	30.705	346.537	285.516	43.865
Ribadesella	113.610	94.136	16.284	162.300	134.480	23.263
Vegadeo	192.824	160.198	28.091	275.463	228.854	40.131
Total	1.249.674	990.730	210.390	1.785.248	1.415.328	300.558

*Fuente:* Grupo HUNOSA (2021c), EIA.

### **5.1.2. COMBUSTIBLE SÓLIDO RECUPERADO**

#### **5.1.2.1. Procedencia del combustible sólido recuperado**

Se estima que el uso de Combustible Sólido Recuperado máximo ascienda a 86.400 T./año (Grupo HUNOSA, 2021b, EIA, p. 32), siendo el proveedor principal de este tipo de combustible será el Consorcio General de los Residuos Sólidos de Asturias (COGERSA).

España, en lo que respecta a la valoración energética de CSR, también relacionado con la fracción orgánica de los residuos sólidos municipales (FORM), se sitúa por debajo de la media europea, pues cerca del 60% de estos residuos finaliza su vida útil en un vertedero y a menos de un 15% se les da una segunda oportunidad a través de la valorización energética.

La media de la UE-27 en relación con la valoración energética del CSR se sitúa en torno a un 25%, 10 puntos porcentuales por encima de España.

Si tenemos en cuenta que la Agencia Internacional de la Energía (AIE) considera que a través del CSR se puede obtener incluso un 50% de energía renovable mediante la valorización energética de este, observamos como España posee un gran potencial energético renovable que está desaprovechando.

En el caso de la térmica de la Pereda, como hemos mencionado al comienzo de este apartado, obtendrá el total de los residuos sólidos recuperados por COGERSA. De esta forma, el Consorcio General de los Residuos Sólidos de Asturias dispondrá de una planta destinada únicamente a investigar las especificaciones requeridas para valorizar el CSR, a través de tratamientos mecánicos y biológicos, bajo el proyecto “Investigación para la valorización energética y química de residuos en centrales de lecho fluido circulante (coPEREDA 2020)”.

El objeto de este proyecto consiste en estudiar las condiciones y técnicas de tratamiento y preparación de residuos para obtener combustibles alternativos a partir de residuos domésticos y residuos industriales no peligrosos de Asturias, según la corporación.

## **6. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO**

El análisis coste-beneficio nace de la mano de Jules Dupuit, aproximadamente 150 años atrás, con la finalidad de evaluar los pros y los contras de cambios, por norma general, relacionados con la política pública (Portney, 1998).

Por ello, decimos que es una herramienta útil para identificar y expresar en términos monetarios, el efecto neto de un cambio que afecta al bienestar social, siendo necesario conocer la manera en la que medir las externalidades, positivas y negativas, que afectarán a la sociedad:

“Una herramienta económica muy útil para informar de las políticas públicas... identificando y midiendo sus consecuencias sobre el bienestar de los individuos, sus beneficios y costes sociales expresados en términos monetarios” (De Rus, 2001).

Por ello, para poder analizar de forma eficiente la rentabilidad de este proyecto, del cual se derivan costes y beneficios sociales, es necesaria la realización, en este caso de manera simplificada, de un análisis coste – beneficio. Análisis, que, al contrario del financiero, tiene en cuenta las externalidades derivadas del cambio a combustión de biomasa y combustible sólido recuperado.

Un análisis financiero, consiste en la comparación entre los ingresos y costes meramente financieros, que se generan a lo largo de la vida útil, en este caso, de la nueva planta y, para conocer la rentabilidad de este, se calcula el Valor Actual Neto (VAN).

Sabiendo que:

$I = inversión$

$p = precio$

$c = costes$

$Q = cantidad\ anual$

$n = vida\ útil\ del\ proyecto$

La fórmula para calcular el VAN, en un análisis financiero es:

$$VAN = -I + \frac{p_1 Q_1 - c_1 Q_1}{(1+i)^1} + \frac{p_2 Q_2 - c_2 Q_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{p_n Q_n - c_n Q_n}{(1+i)^n}$$

Sin embargo, en un ACB, el beneficio que el proyecto genera al agente económico, en este caso, la central termoeléctrica, es diferente, puesto que la comparación no es entre ingresos y costes, sino que se trata de una comparación entre costes y beneficios sociales<sup>7</sup>.

De esta forma, el cálculo del VAN variaría y sabiendo que:

$BS = beneficio\ social$

$CS = coste\ social$

$i_s = tasa\ social\ de\ descuento$

La función del Valor Actual Neto en el análisis ACB:

$$VAN = -I + \frac{BS_1 - CS_1}{(1+i_s)^1} + \frac{BS_2 - CS_2}{(1+i_s)^2} + \dots + \frac{BS_n - CS_n}{(1+i_s)^n}$$

Observando ambas funciones, hemos de diferenciar tres aspectos:

1. En el ACB, se emplea BS (beneficio social) en vez de los ingresos derivados de la producción (pq). De forma que se incluyen los beneficios que obtienen los grupos sociales de forma tanto directa como indirecta.
2. Los costes, en el modelo ACB, han de interpretarse como costes de oportunidad y hay que incluir aquellas externalidades negativas derivadas de llevar a cabo el proyecto.

---

<sup>7</sup> “El beneficio social se entiende como el conjunto de todos los efectos socialmente deseables que se derivan del proyecto y que a veces no se traducen en ingresos” (De Rus, 2001).

3. La corriente de flujos de caja hay que actualizarla, teniendo en cuenta que en el ACB el tipo de interés no siempre coincide con la tasa social de descuento.

## **6.1. DATOS**

Para el cálculo del Valor Actual Neto del proyecto, como bien he mencionado con anterioridad, necesitamos conocer la vida útil, la inversión, los flujos de caja (ingresos y costes) y las externalidades (positivas y negativas).

### **6.1.1. VIDA ÚTIL DEL PROYECTO**

La vida útil del proyecto, en este caso, es irreconocible y por ello, vamos a trabajar bajo el supuesto de que la nueva planta de la Térmica de la Pereda cuenta con una vida útil igual a la anterior, es decir, de 30 años aproximadamente.

Hemos de recalcar el “aproximadamente”, puesto que su actividad se inició en 1993 y el nuevo proyecto iba a comenzar hacia el año 2020. Por lo tanto, teniendo en cuenta los años de retraso y la incertidumbre sobre el futuro, ya sea próximo o lejano, aproximamos la vida útil de la planta inicial a 30 años.

Por otro lado, hemos de suponer que esta iniciará su proceso de transformación en el año 2023, por ello, el periodo útil sobre el que trabajaremos es “2023 – 2053”.

### **6.1.2. INVERSIÓN INICIAL DEL PROYECTO**

El proyecto, como bien hemos podido conocer directamente desde Hulleras del Norte S.A., contará con una inversión estimada que rondará los 41 millones<sup>8</sup>.

Por ello, bajo nuestro modelo, suponemos que el valor de la inversión inicial es igual a 41.000.000€.

### **6.1.3. FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO**

Para conocer los flujos de caja a los que la empresa se ha de enfrentar a lo largo de los próximos 30 años de vida de la planta, vamos a trabajar con la función:

$$\text{Flujo de caja}_n = \text{Beneficios Sociales}_n - \text{Costes Sociales}_n ,$$

#### **6.1.3.1. Ingresos**

Los ingresos provienen única y exclusivamente de la venta de electricidad.

---

<sup>8</sup> Véase: <https://www.Hunosa.es/2020/12/23/Hunosa-aprueba-el-plan-de-transformacion-a-la-biomasa-de-la-central-termica-de-la-pereda/>>

Probablemente, obtenga otros ingresos, como, por ejemplo, por el aprovechamiento de residuos para la generación del Combustible Sólido Recuperado. Pero al no tener ninguna fuente certera que nos lo confirme con una relativa fiabilidad, se supone aquí que el único ingreso proviene de la venta de electricidad

Por lo tanto:

$$\text{Ingresos Electricidad}_n = \text{Precio futuro MWh}_n \times \text{Cantidad Producida MWh}_n$$

Como bien podemos encontrar a lo largo del documento, la planta dispone de una capacidad de 50MW y estima trabajar un total de 8.000h anuales, por ello:

$$\text{Cantidad Producida MWh}_n = 50 \text{ MW} \times \frac{8.000h}{\text{año}} = 400.000 \frac{\text{MWh}}{\text{año}}$$

Se supone una cantidad máxima producida de 400.000 MW al año.

Por otro lado, a la hora de hablar del precio, hemos de tener en cuenta que trabajamos con precios esperados, por lo tanto, existe un margen de error. Llegamos a la conclusión de que, a lo largo de los últimos 10 años en España, existen dos tipos de situaciones relacionadas con el precio de la electricidad.

En un primer lugar, gracias a los datos obtenidos por parte de la OMIE, podemos hablar de un periodo “normal”, en el cual el precio medio diario anual del Megavatio Hora se establece en 46,087€.

Este periodo estudiado, denominado como periodo “normal” (ya que la variación es baja y no hay ningún cambio estructural.), va desde el 2012 hasta el 2020, suponiendo que los años anteriores el precio sería similar.

**Tabla 6: Precio medio del mercado español diario (€/MWh) periodo 2012-2020**

<b>Año</b>	<b>Precio medio del mercado español diario (€/MWh)</b>
<b>2012</b>	47,23
<b>2013</b>	44,26
<b>2014</b>	42,13
<b>2015</b>	50,32
<b>2016</b>	39,67
<b>2017</b>	52,24
<b>2018</b>	57,29
<b>2019</b>	47,68
<b>2020</b>	33,96

*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de la OMIE.

En segundo lugar, hablamos de un periodo de incertidumbre, el cual comienza en el año 2021, continua hasta la actualidad y no sabemos su fecha de finalización.

Como sucede en el periodo “normal”, los datos son obtenidos de la OMIE, y en el año 2021 el precio medio del mercado español diario (€/MWh) sube a 111,93€.

Como podemos observar en comparación con los datos recogidos en la ilustración 12, en el año 2021 se produce un cambio estructural, incrementándose el precio de forma muy notable.

En la actualidad, en el año 2022, no podemos obtener un precio medio diario del Megavatio hora, puesto que este aún no ha finalizado, pero estimamos uno a través del informe mensual del periodo enero – mayo.

**Tabla 7: Precio medio del mercado español diario mensual año 2022 (€/MWh)**

<b>Mes</b>	<b>Precio medio del mercado español diario año 2022 (€/MWh)</b>
<b>Enero</b>	201,81
<b>Febrero</b>	200,47
<b>Marzo</b>	283,26
<b>Abril</b>	191,78
<b>Mayo</b>	187,14

*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos de la OMIE.

De esta forma, podemos hallar el precio medio del mercado español diario en el año 2022, a través del cálculo del sumatorio de los meses recogidos en la ilustración superior, divididos entre el número total de meses que han pasado, es decir, 5. Así, el precio medio estimado para el 2022, es de 212,892 €/MWh.

Y mediante la suma del precio medio del 2021 y el de 2022, estimamos un precio medio de 162,411€/MWh, para el denominado, periodo de incertidumbre.

### **6.1.3.2. Gastos**

En relación con los gastos que la empresa va a tener que soportar a lo largo de la vida útil de la nueva planta, hemos de englobarlos en tres bloques.

## 1) COSTE LABORAL

Como bien podemos observar en los informes realizados de la mano de HUNOSA sobre el proyecto de transformación, la nueva planta no supondrá cambio en la plantilla de la térmica de la Pereda, de forma que el personal contratado en esta se mantendrá, ascendiendo así a 73 empleados.

Para calcular el coste esperado de personal de la térmica, calculamos el gasto unitario en miles de euros, por persona contratada y año, y así, posteriormente poder aplicarlo a la fórmula:

$$\text{Gasto esperado en personal}_n = \text{Gasto unitario medio (miles } \frac{\text{€}}{\text{año}})_n \times \text{Plantilla}_n$$

Para poder obtener dicha cantidad, recurrimos a las cuentas anuales de Hulleras del Norte S.A., recopilando la información anual desde el año 2011 hasta el 2020 sobre el gasto en personal en miles de euros al año y el número de personas contratadas.

Como podemos observar en la tabla 8, gracias a los datos recogidos en las cuentas anuales y a través de la media de estos, obtenemos el gasto por persona, el cual asciende a 56.534 de euros. Una vez obtenida esta cantidad, la multiplicamos por el número de personas que conforman la plantilla:

$$\text{Gasto esperado en personal}_n = 56.534 \times 73 = 4.126.982 \frac{\text{euros}}{\text{año}}$$

**Tabla 8: Coste laboral del Grupo HUNOSA**

<b>AÑO</b>	<b>GASTO EN PERSONAL (miles de €/año)</b>	<b>PLANTILLA (nº personas/ año)</b>	<b>GASTO UNITARIO (€/persona y año)</b>
2011	95.901	1.709	56.115
2012	76.975	1.646	46.764
2013	77.544	1.639	47.311
2014	77.194	1.539	50.158
2015	69.891	1.357	51.504
2016	62.029	1.090	56.907
2017	64.070	1.098	58.351
2018	57.929	986	58.751
2019	51.239	734	69.807
2020	45.564	654	69.669

*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos del Grupo HUNOSA (2021a).

## **2) CONSUMOS INTERMEDIOS**

Aunque el propósito del nuevo proyecto de la térmica es generar energía mediante el empleo de, exclusivamente, biomasa y Combustible Sólido Recuperado; como bien podemos observar en la tabla 4 de este documento, estimación de los consumos anuales de materias primas, la producción de energía supondrá el uso de otros inputs.

Pese a que no estimamos un valor monetario para estos consumos, hemos de tenerlos en cuenta en todo momento.

## **3) COSTE DE LA MADERA**

Como bien hemos concluido en el apartado dedicado a la biomasa, el tipo de madera que la central necesita para producir energía a través de la co-combustión, es forestal residual. Por ello, hemos de tener en cuenta que para este tipo de biomasa forestal existen diferentes categorías de costes:

- 1) Costes de generación, referidos a los costes en los que se incurre desde de la obtención de la biomasa en monte hasta la conversión de esta en un recurso manipulable.
- 2) Costes de aprovechamiento y de transporte, referidos a los costes de recogida, carga y transporte hasta el lugar en el que esta se somete a la transformación.
- 3) Costes totales, referidos a la suma de los puntos 1 y 2.

Hemos de tener en cuenta, que, la cuantificación de estos costes dista de ser homogénea, puesto que estos costes dependerán de la masa arbolada y la labor silvícola desempeñada, particularmente, la elección del sistema de trabajo dependerá de las condiciones del terreno; la densidad y estado de la red viaria; las labores silvícolas de origen, especies y estado del monte; la distancia a los centros de transformación y de las exigencias de la administración, entre otros.

Por ello los costes totales de la biomasa forestal han de ser agrupados en cuatro intervalos, basados en las condiciones de costes, precios y políticas públicas (Blanco, García y Álvarez, 2013, pp. 135-136).

- Costes bajos: 25 – 30 €/tonelada.
- Costes moderados: 30 – 45 €/tonelada.
- Altos: 45 – 65 €/ tonelada.
- Muy altos: 65 – 90 €/tonelada.

El intervalo de costes muy alto no es empleado para la generación eléctrica.

Como podemos observar, el coste de la madera esconde factores que pueden llegar a ser muy variables, por lo que no es sencillo fijar un precio uniforme para el mismo, debido en gran

parte a la cantidad de perturbaciones aleatorias a las que está expuesto, pero teniendo en cuenta únicamente los intervalos establecidos:

**Tabla 9: Coste de la madera (€/año)**

	€/tonelada	Toneladas/año	Coste total/año
Costes bajos	30	400.000	12.000.000
Costes moderados	45	400.000	18.000.000
Costes altos	65	400.000	26.000.000
Costes muy altos	90	400.000	36.000.000

*Fuente:* Elaboración propia a partir de Blanco, García y Álvarez (2013).

#### **6.1.4 EXTERNALIDADES**

A la hora de hablar de las externalidades, positivas y negativas, también conocidas como beneficios y costes sociales, hemos de distinguir entre:

- Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas por la combustión de biomasa.
- Emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del aumento de distancia de abastecimiento.

##### **6.1.4.1 Emisiones a la atmósfera por combustión**

Pese a los grandes esfuerzos por producir energía libre de emisiones, sabemos que la central termoeléctrica lanzará a la atmósfera una totalidad de 230.000 Nm<sup>3</sup>/h de emisiones, las cuales podemos ver recogidas en la siguiente tabla.

Si observamos los contaminantes, comprobamos que no aparece reflejado la emisión de gases de dióxido de carbono. Esto se debe a que “la valorización de la biomasa se encuentra considerada dentro del Ciclo Neutro del CO<sub>2</sub>, en el que el dióxido de carbono emitido a la atmósfera por combustión es el mismo que es fijado y reducido por los organismos para generar esa biomasa, que se emplea como combustible, de modo que se produce tanto CO<sub>2</sub> cómo se consume en el proceso” (véase en Grupo HUNOSA, 2021b, EIA, p. 49).

**Tabla 10: Emisiones de los focos contaminantes atmosféricos**

CONTAMINANTES	VALORES EMISIÓN
NH <sub>3</sub>	15 mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	180 mg/Nm <sup>3</sup>
CO	50 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	40 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	8 mg/Nm <sup>3</sup>
HF	1 mg/Nm <sup>3</sup>
Partículas	5 mg/Nm <sup>3</sup>
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,3 mg/Nm <sup>3</sup>
Cd + Ti	20 µg/Nm <sup>3</sup>
Hg	20 µg/Nm <sup>3</sup>
COVT	10 mg/ Nm <sup>3</sup>
PCDD/PCDF	0,06 mg/Nm <sup>3</sup>
Benzo[a]pireno	0,001 mg/Nm <sup>3</sup>

*Fuente:* Grupo HUNOSA, (2021e), AAI, p. 49.

Sin embargo, sabemos que a lo largo de los años que la termoeléctrica ha estado funcionando con su planta inicial, esta ha emitido grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. En la siguiente tabla, Tabla 11, podemos ver recogidas las toneladas anuales de dichas emisiones.

**Tabla 11: Emisiones anuales de dióxido de carbono a la atmósfera**

AÑO	CO <sub>2</sub> (tonelada/año)
2012	362.739
2013	440.934
2014	358.526
2015	371.909
2016	386.923
2017	395.805
2018	430.000
2019	343.000
2020	383.000

*Fuente:* Elaboración propia a partir de datos del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes.<sup>9</sup>

Analizando la tabla superior, calculamos la media, la cual asciende a 386.000 toneladas anuales de emisiones de dióxido de carbono, aproximadamente. De esta forma, y a través de los datos obtenidos por parte de la Comisión Europea respecto al coste de las emisiones de

<sup>9</sup> Véase en: [https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id\\_Complejo=1418](https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id_Complejo=1418).

CO<sub>2</sub>, podemos calcular el “coste ahorrado” al que se enfrentarían a partir del 2023, coste que reflejamos en la tabla 13, pues la tabla 12 refleja el precio esperado de dióxido de carbono a precios constantes en 2016.

**Tabla 12: Coste de las emisiones de dióxido de carbono recomendado para 2020-2050\***

Año	€/t CO <sub>2</sub> e						
2020	80	2030	250	2040	525	2050	800
2021	97	2031	278	2041	552		
2022	114	2032	306	2042	579		
2023	131	2033	334	2043	606		
2024	148	2034	362	2044	633		
2025	165	2035	390	2045	660		
2026	182	2036	417	2046	688		
2027	199	2037	444	2047	716		
2028	216	2038	471	2048	744		
2029	233	2039	498	2049	772		

\*Precios constantes de 2016. Tasa media de crecimiento del 8%<sup>10</sup>.

*Fuente:* European Commission, (2021), p. 23.

La considerada nula emisión de dióxido de carbono con el cambio a combustión de biomasa y CSR, hace que la empresa desde el año 2023 al 2050, ahorre una totalidad de 4.747.414.000€, aproximadamente.

En este caso, estamos realizando una estimación cuantitativa en función a la media de emisiones anuales de CO<sub>2</sub>, pero en caso de no tener acceso a esta información, podríamos saber que la empresa estaría ahorrando en términos monetarios estas emisiones, ya que los costes esperados por emisiones son notablemente superiores al coste de abastecimiento de madera y CSR.

Por ello, hablamos de un beneficio social, ya que para la empresa supone un ahorro en términos económicos y para la sociedad una mejoría de su bienestar, al no someterse a esas emisiones anuales.

<sup>10</sup> Dada:  $g = \left(30 \sqrt{\frac{P_{2050}}{P_{2020}}} - 1\right) \times 100$

**Tabla 13: Gasto esperado por emisiones de dióxido de carbono**

Año	Coste Esperado €/año	Año	Coste Esperado €/año	Año	Coste Esperado €/año
2023	50.566.000	2032	118.116.000	2041	213.072.000
2024	57.128.000	2033	128.924.000	2042	223.494.000
2025	63.690.000	2034	139.732.000	2043	233.916.000
2026	70.252.000	2035	150.540.000	2044	244.338.000
2027	76.814.000	2036	160.962.000	2045	254.760.000
2028	83.376.000	2037	171.384.000	2046	265.568.000
2029	89.938.000	2038	181.806.000	2047	276.376.000
2030	96.500.000	2039	192.228.000	2048	287.184.000
2031	107.308.000	2040	202.650.000	2049	297.992.000
				2050	308.800.000

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **6.1.4.2 Emisiones por el aumento de distancia de abastecimiento**

En este apartado, suponemos que la térmica realizará el transporte de la madera mediante el uso de camiones convencionales de 5 ejes. Estos han de circular cumpliendo la normativa, la cual establece que el peso máximo de estos ha de ser de 40.000 kg. Este peso incluye la tara, la cual habitúa a ser de 15.000kg, y, por lo tanto, la carga máxima que puede soportar un camión de estas características es de 2,5 toneladas<sup>11</sup>.

Teniendo en cuenta todo ello, se estima una totalidad de 32.000 viajes por carretera para abastecer a la termoeléctrica de la materia prima necesaria para llevar a cabo la combustión, una cantidad máxima de 400.000 toneladas.

Como bien analizamos en puntos anteriores, la Pereda demanda una cantidad de madera insuficiente en el Principado de Asturias y, por ello, precisa de importar esta materia de comunidades cercanas, exactamente, de un radio de 200 km a la redonda.

Por el aumento de distancia de abastecimiento, se incrementan las emisiones de gases de efecto invernadero, pues existe una relación directa entre la distancia recorrida y la contaminación; de tal forma que esto se convierte en un coste social omitido en los informes de impacto medioambiental y que personalmente, se trata de un inconveniente a tener en cuenta.

<sup>11</sup> Véase en: <https://www.mitma.gob.es/transporte-terrestre/inspeccion-y-seguridad-en-el-transporte/pesos-y-dimensiones/pesos/pesos-trailer/trailer-de-mas-de-cuatro-ejes>

A largo plazo, el impacto medioambiental derivado de la distancia recorrida por el transporte de la madera podría disminuir e incluso desaparecer, siguiendo dos líneas directrices:

- 1) Aumento de las plantas forestales para el abastecimiento de madera en nuestra comunidad, de forma que la distancia recorrida disminuyera y como consecuente las emisiones contaminantes.
- 2) Empleo de transporte eléctrico, de emisiones cero.

Para que el problema desapareciera y pudiéramos hablar de externalidad positiva, deberían darse ambas soluciones a la par.

## **7. CONCLUSIONES**

Como primera conclusión, realizar un análisis coste-beneficio no es tarea fácil de cuantificar: no es suficiente con tener en cuenta únicamente los costes contables del proyecto, sino que también es necesario analizar otros aspectos como las externalidades que se generan o los costes de oportunidad en los que se incurren.

En segundo lugar, observamos que el Principado de Asturias no es una región capaz de autoabastecerse de biomasa; por lo que deberá recurrir al comercio exterior, aumentando de este modo la distancia de aprovisionamiento. Pese a que aparentemente utilizar esta materia prima es positivo ya que no se emiten gases de efecto invernadero, HUNOSA no considera las emisiones generadas por los camiones utilizados en el transporte de estas, lo cual también supone un coste para la sociedad.

Para que el proyecto cumpla su objetivo de generar energía libre de emisiones y de combustibles fósiles, se han de eliminar tanto los gases derivados de la combustión, como los del transporte. Por un lado, los primeros se suprimirían al utilizar la biomasa y el CSR, en lugar del carbón y los estériles de escombreras que se empleaban anteriormente. Por otra parte, los segundos podrían reducir considerablemente su impacto en la atmósfera al disminuir el radio de aprovisionamiento, llegando incluso a eliminarlos si los medios de transporte utilizados son eléctricos.

De esta forma y teniendo en cuenta la simplificación de este análisis, el plan de reconversión a largo plazo de HUNOSA podría ser un proyecto rentable para la empresa a la par que beneficioso para el conjunto de la sociedad.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Analistas Financieros Internacionales (2019): “Balance socioeconómico de los objetivos fijados por el PER 2017-2021”, informe, Madrid, junio.

APPA Renovables (2020): “Estudio del Impacto Macroeconómico de las energías Renovables en España”, informe, Madrid.

Asociación de Propietarios Forestales de Asturias (2022): Mercado de la madera, Oviedo. <<https://www.profoas.com/mercado-de-la-madera-en-asturias/>>

Banco de España (2021): “La economía española ante el reto climático”, *Informe Anual*, Madrid, mayo, pp. 245-297.

Blanco González, Javier; García de la Fuente, Laura y Álvarez García, Miguel Ángel (2013): “Condicionantes económicos del aprovechamiento de biomasa forestal con fines energéticos. Una revisión de las estimaciones para el norte de España”, *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 31-1, enero, pp. 127-150.

Canalís Martínez, Paula (2012): “Co-combustión de biomasa forestal en una central térmica de carbón pulverizado de bajo rango: influencia del tamaño de partícula en el comportamiento de la caldera”, Tesis Doctoral, Departamento de Ingeniería Mecánica, Zaragoza, octubre.

Cuellar, Amanda Dulcinea (2012): “Plant power: The cost of using biomass for power generation and potential for decreased greenhouse gas emissions”, Master’s Degree Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Austin, junio.

De Rus, Ginés (2001): “Análisis financiero y análisis coste-beneficio”, en *Análisis coste-beneficio*, primera edición, Editorial Ariel, Barcelona, pp. 17-22.

European Commission (2021): “Economic Appraisal Vademecum 2021-2017. General Principles and Sector Applications”, Bruselas.

Gabinete Técnico de Comisiones Obreras de Asturias (2019): “La biomasa forestal y su potencial de desarrollo en Asturias”, informe, Oviedo, septiembre.

Boldt, Christin; Kambach, Kristin; Reich, Martin y Teitelbaum, Lily (2020): “Global Bioeconomy Summit”, conference report, Berlín, noviembre. <[https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/02/GBS\\_2020\\_Report\\_final.pdf](https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2021/02/GBS_2020_Report_final.pdf)>

Hulleras del Norte S.A. (2021a): “Informe de Cuentas Anuales”, año 2012 – 2020, Oviedo. <<https://www.Hunosa.es/faq-items/cuentas-anuales/>>.

Hulleras del Norte S.A. (2021b): “EIA, Estudio de Impacto Ambiental Transformación de la Central Térmica de la Pereda”, Origen Solutions, Oviedo, marzo.

Hulleras del Norte S.A. (2021c): “Estudio sobre la disponibilidad potencial de biomasa forestal con destino energético para suministro de la central de la Pereda”, Centro Tecnológico Forestal Madera (CETEMAS), EIA Anexo 4, Oviedo, marzo.

Hulleras del Norte S.A. (2021d): “Informe de afecciones a bienes del patrimonio cultural”, Origen Solutions, EIA Anexo 5, Oviedo, marzo.

Hulleras del Norte S.A. (2021e): “AAI, Proyecto básico de modificación de la autorización ambiental integrada asociada a la transformación de la central térmica de la Pereda”, informe, Origen Solutions, Oviedo, marzo.

Operador de Mercado Ibérico Eléctrico (2021a): “Informe Anual de la OMIE”, año 2012 - 2021, Madrid. < <https://www.omie.es/es/publicaciones/informe-anual>>.

Operador de Mercado Ibérico Eléctrico (2022b): “Informe Mensual de la OMIE”, Enero – Mayo, Madrid. < <https://www.omie.es/es/publicaciones/informes-mensuales>>.

Organización de las Naciones Unidas (2018): “Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo”, mayo, Nueva York, <<https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>>

Parlamento Europeo y Consejo Europeo (2018): Directiva (UE) 2018/2001, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, Luxemburgo, 11 de diciembre.

Portney, Paul R (1998): “Análisis coste-beneficio”, en Henderson, David R. (dir.), *Enciclopedia Fortune de Economía*, primera edición, Ediciones Folio, Barcelona, pp. 11-15

The International Renewable Energy Agency (2021): “Renewable Capacity Statistics 2021”, informe, marzo.