



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

Análisis de ciclo de vida del uso térmico de astillas de madera delgada procedente de claras: estudio de caso en el centro logístico de Lozoyuela (Madrid).

Eduardo Tolosana Esteban

Rubén Laina Relaño, Ángel Martín San Román

E.T.S.I. Montes, Forestal y del Medio Natural (Universidad Politécnica de Madrid)

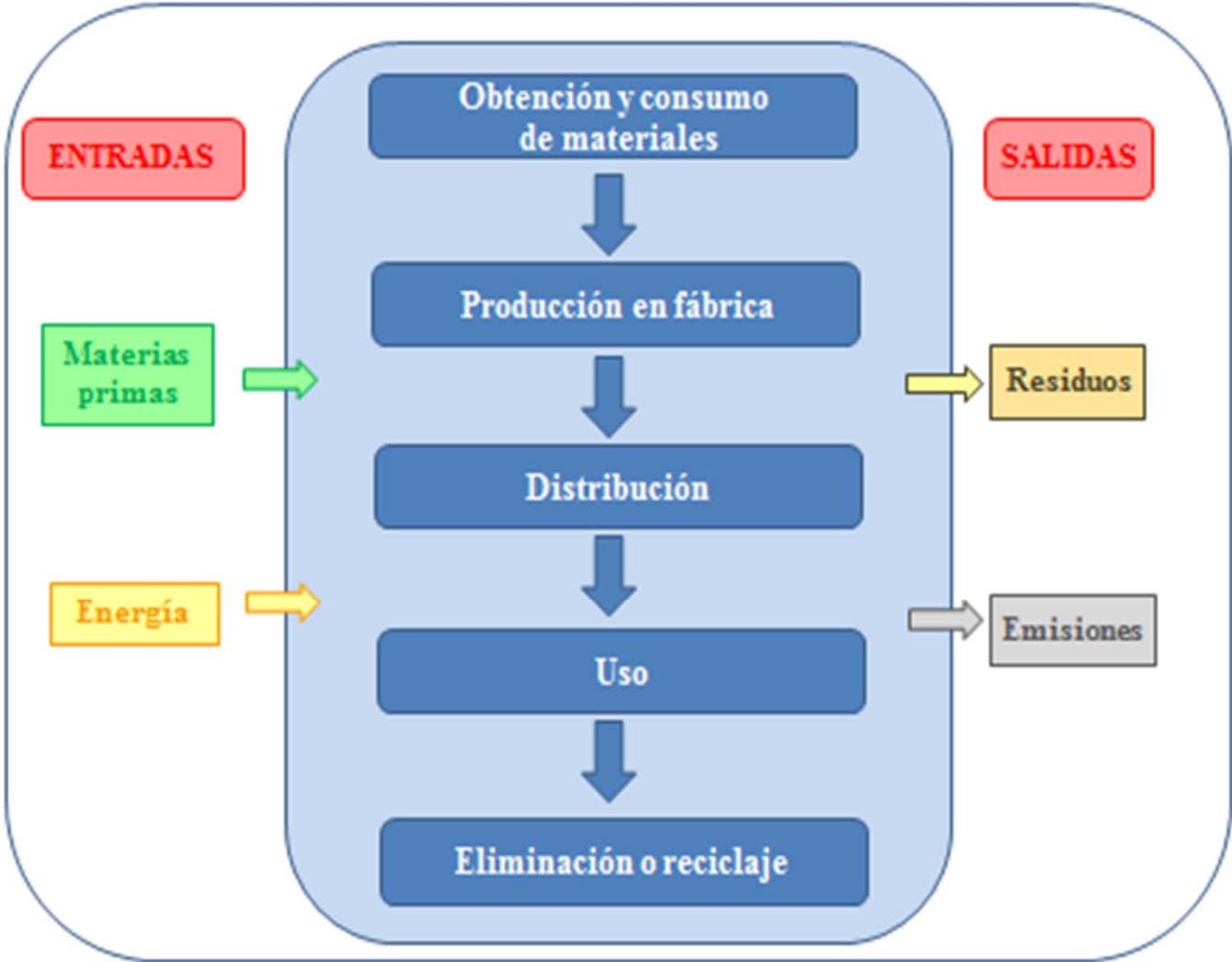
29 de junio de 2017, Plasencia

OBJETIVOS

- **Principal: analizar los impactos ambientales del uso térmico colectivo de biomasa forestal** a partir del caso de un centro de astillado de madera delgada y distribución de astilla **mediante ACV de tercer grado (incluyendo la producción de todos los bienes de equipo) y considerando como unidad funcional la energía (MWh) a disposición del usuario final.**
- **Adicionalmente, se pretende comparar** los impactos con 1) los producidos por una caldera equivalente de gasóleo y 2) los producidos por la misma caldera si se utilizara para su alimentación y la **distribución de agua caliente a los usuarios energía eléctrica fotovoltaica**, en vez de electricidad de la red española con el mix energético de 2014.



METODOLOGÍA: ACV



❖ Tipos de ACV en función de los **límites del sistema analizado**:

- De primer orden: únicamente la producción de materiales y transporte se incluyen en el sistema.
- De segundo orden: todos los procesos del ciclo de vida se incluyen, salvo los bienes de equipo, esto es, los medios de producción duraderos.
- **De tercer orden: aquí se incluyen también los bienes de equipo, que se tratan como de primer orden: únicamente se incluye el material y transporte empleados para su producción.**

Etapa 1: Determinación de los objetivos y alcance

EL BOSQUE



Etapa 1: Determinación de los objetivos y alcance

OPERACIONES EN MONTE



Etapa 1: Determinación de los objetivos y alcance

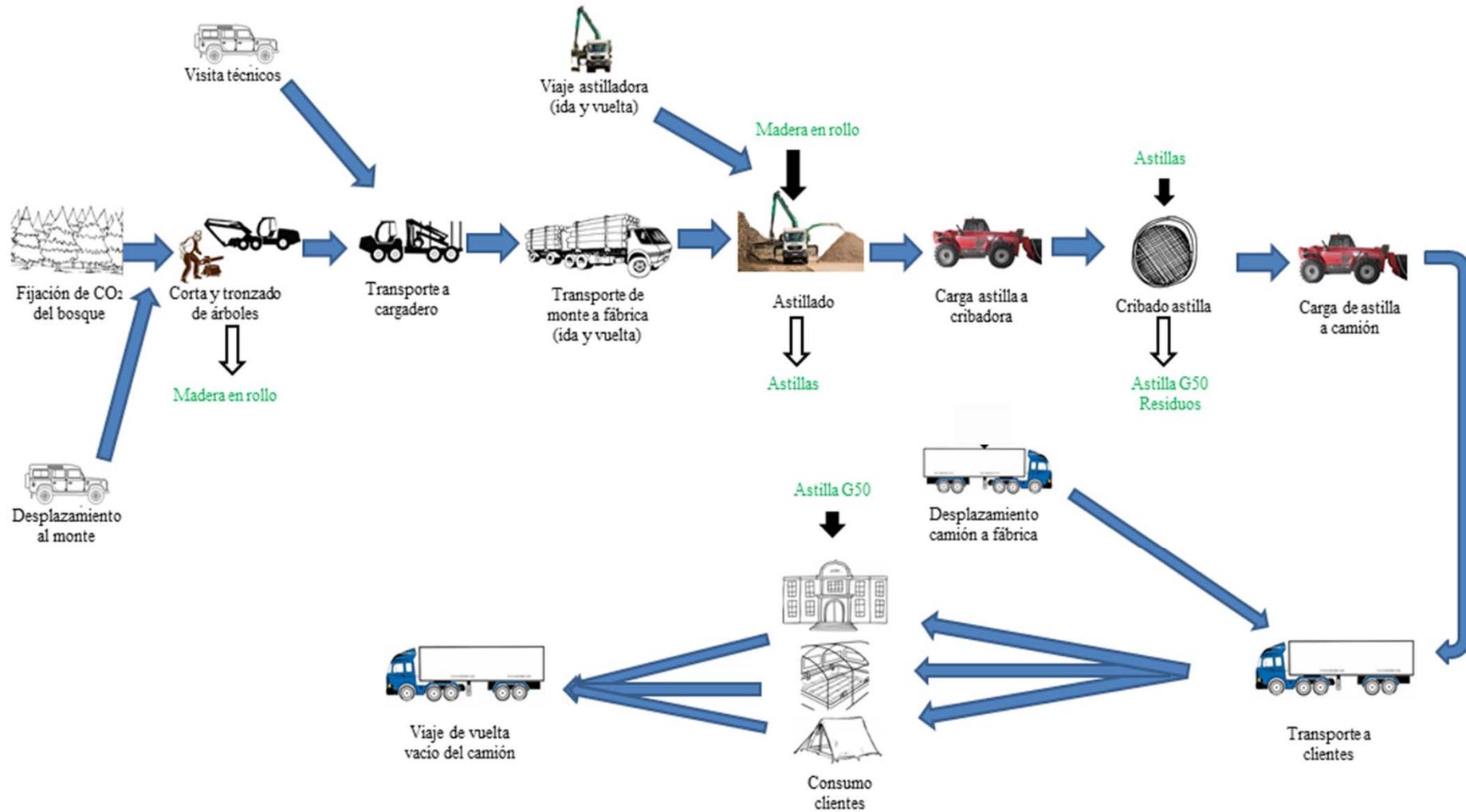
OPERACIONES EN FÁBRICA



Etapa 1: Determinación de los objetivos y alcance

COMBUSTIÓN DE LA ASTILLA





Esquema del ciclo de vida



UNIDAD FUNCIONAL	Megavatio hora térmico
SUPOSICIONES Y JUICIOS DE VALOR REALIZADOS	No se tiene en cuenta tratamientos previos de la masa
	Los restos que quedan en el monte no se incluyen en el estudio
	Emisiones CO ₂ combustión ~ CO ₂ fijado por la masa en su crecimiento
	No se incluye transporte maquinaria forestal
	No se incluye el empleo de Adblue
	Datos del consumo eléctrico del camping de Gargantilla del Lozoya
	Bienes de equipo
	Cenizas en vegetación



Categoría de impacto	Unidad
Cambio climático	kg CO ₂ eq (aire)
Agotamiento del ozono	kg CFC-11 eq (aire)
Acidificación terrestre	kg SO ₂ eq (aire)
Eutrofización del agua dulce	kg P eq (agua dulce)
Eutrofización marina	kg N eq (agua marina)
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq (aire)
Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC (aire)
Formación de partículas en suspensión	kg PM10 eq (aire)
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq (suelo)
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq (agua dulce)
Ecotoxicidad marina	kg 1,4-DB eq (agua marina)
Radiación ionizante	kBq U235 eq (aire)
Transformación de suelo natural	m ² de superficie

Ejemplo: Inputs en el inventario de ciclo de vida (ICV)

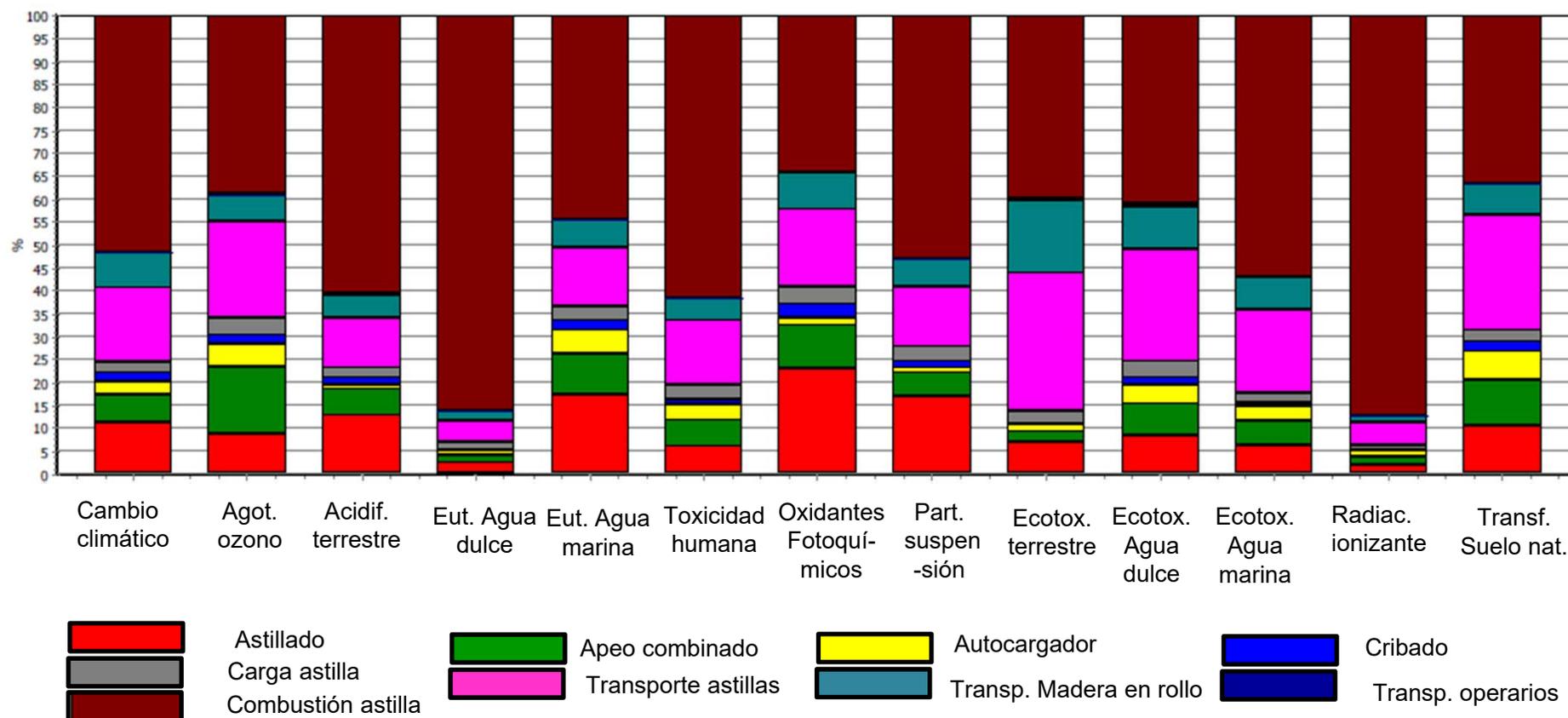
- ❖ Fase 4: Consumo por parte del cliente
 - Transporte de la astilla
 - Combustión de astilla en la caldera

TRANSPORTE DE LA ASTILLA		
ENTRADAS	CANTIDAD	UNIDAD
Gasoil	3,04	l / MWh
Aceite	0,152	l / MWh

COMBUSTIÓN DE LA ASTILLA EN LA CALDERA		
ENTRADAS	CANTIDAD	UNIDAD
Astilla	0,347	t / MWh
Electricidad	0,0405	MWh / MWh

Etapa 3: Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV)

Resultados de la caracterización



RESULTADOS

Etapa 4: Interpretación

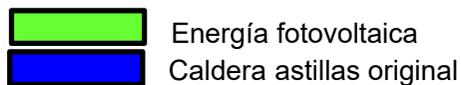
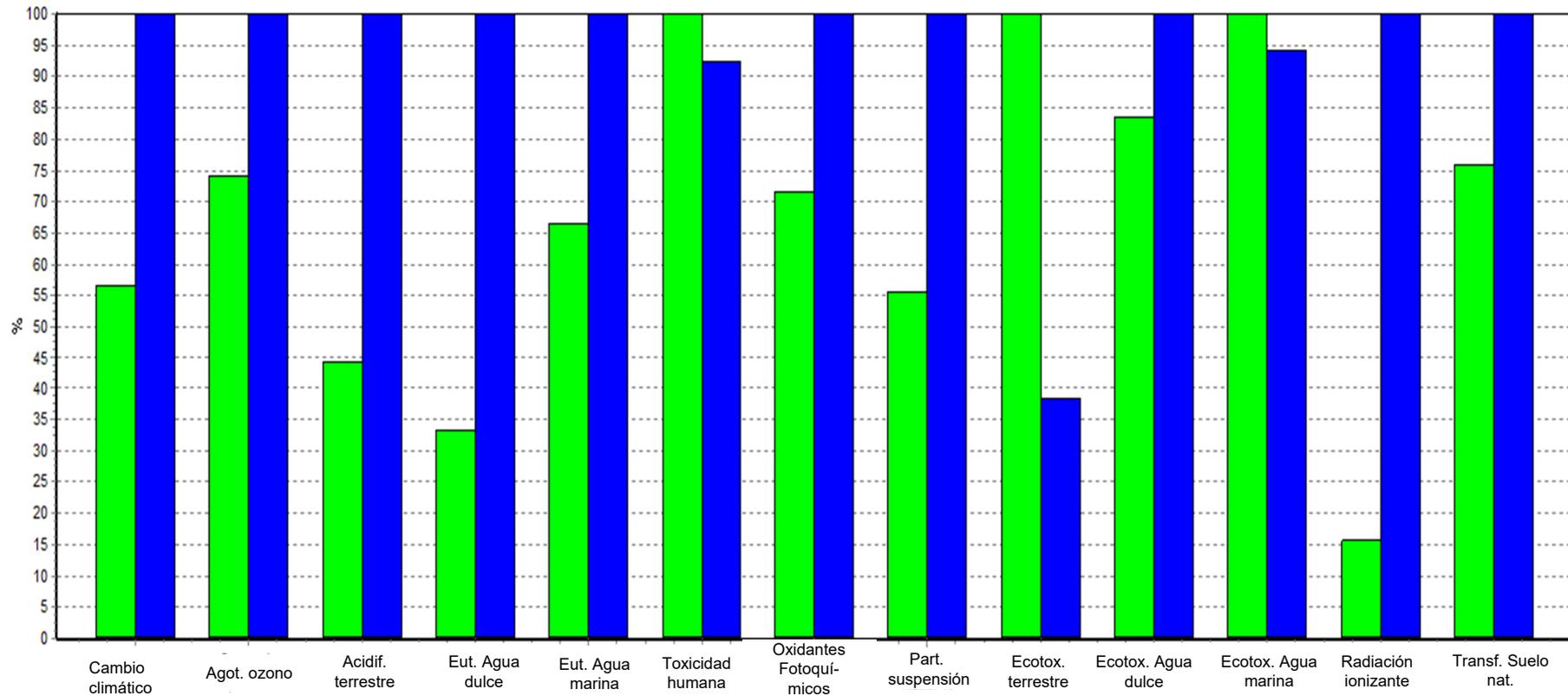
➤ Importancia de los bienes de equipo

		Astillado	Apeo motosierra y cosechadora	Saca con autocargador	Cribado	Carga de astilla	Transp. Astillas	Transp. madera en rollo	Combustion
Porcentaje total	100,0	11,1	6,0	2,9	2,1	2,3	16,3	7,8	51,5
% Combust.	70,4	80,2	84,2	94,1	99,1	65,9	95,6	68,5	56,9
%Bienes equipo	29,6	19,8	15,8	5,9	0,9	34,1	4,4	31,5	43,1

		Astillado	Apeo motosierra y cosechadora	Saca con autocargador	Cribado	Carga de astilla	Transporte astillas	Transp. madera en rollo
Porcentaje total	100,0	22,9	12,3	6,1	4,2	4,7	33,5	16,0
% Combustibles	87,5	80,2	84,2	94,1	99,1	65,9	95,6	68,5
%Bienes de equipo	12,5	19,8	15,8	5,9	0,9	34,1	4,4	31,5

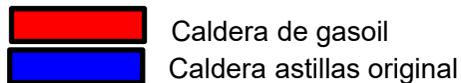
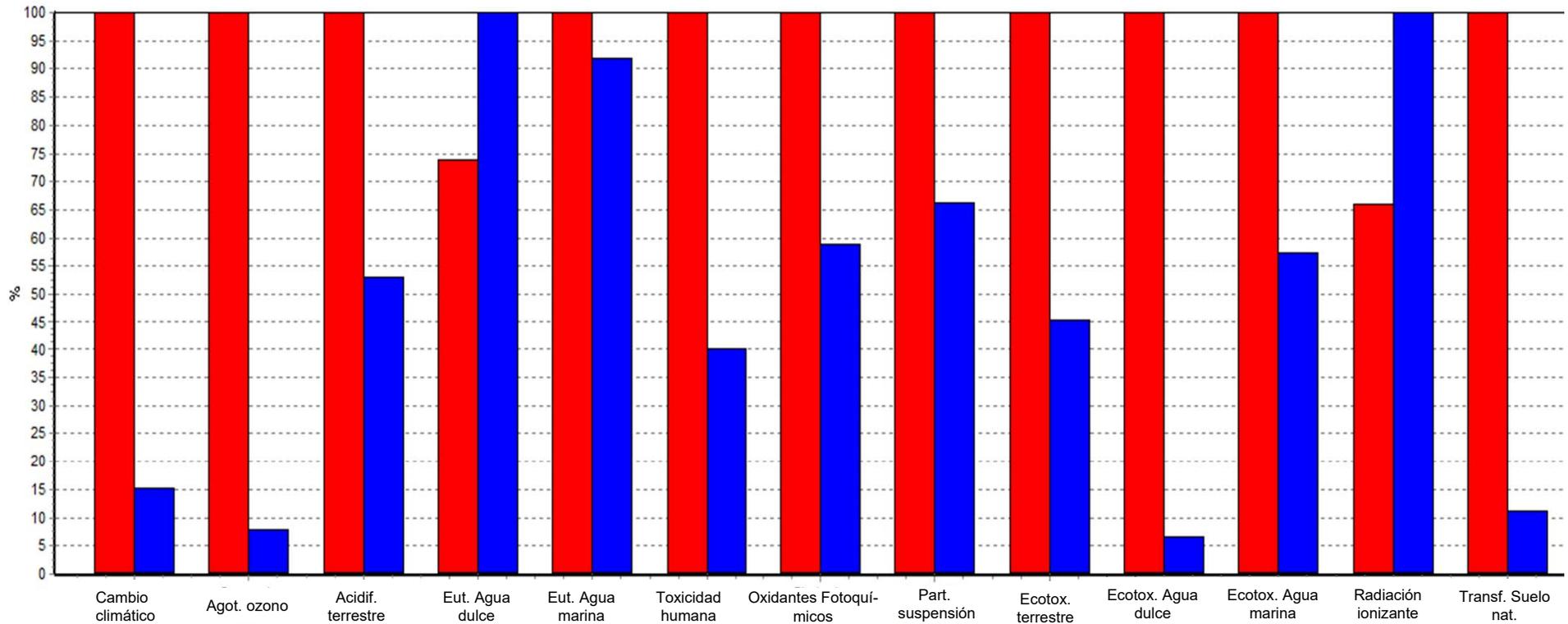
DISCUSIÓN

Escenario de comparación 1: Empleo de energía fotovoltaica



DISCUSIÓN

Escenario de comparación 2: Caldera de astilla de biomasa ~ Caldera de gasoil



CONCLUSIONES (I)

- ❖ El proceso “**Combustión de la astilla**” es el **más relevante** por su impacto ambiental, aun asumiendo que las emisiones de CO₂ se consideran neutras.
- ❖ Dentro de la combustión, la carga mayor recae en el uso de **electricidad** de la red para la alimentación de la caldera y distribución del agua caliente.
- ❖ El **transporte de la astilla** a los clientes conlleva una carga también importante, aunque existen medidas para reducir su impacto.
- ❖ El impacto normalizado más relevante es la **transformación del suelo natural**, casi el **doble que la eutrofización de agua dulce** y unas diez veces más que el resto. Se debe sobre todo a la **combustión** y a los **transportes**, por las **fuentes de energía para producir electricidad** y por la **extracción de materiales** para fabricar camiones y la **construcción de las carreteras**. Además, la extracción de materia prima para fabricar maquinaria también tiene un importante impacto.

CONCLUSIONES (II)

- ❖ Al **comparar** los impactos de una caldera cuya electricidad procede del **mix energético español**, con otra que usara **energía fotovoltaica**, **claro descenso de todos los impactos**, salvo toxicidad humana, ecotoxicidad terrestre y marina, afectadas por los procesos de fabricación de las placas.
- ❖ Al comparar la **caldera de astilla** con una equivalente de **gasóleo**, los **impactos ambientales son mucho menores**, a excepción de la eutrofización de agua dulce y la radiación ionizante, debido a la combustión de material vegetal.
- ❖ La **carga debida a los bienes de equipo** para la categoría de cambio climático es de un **12,5%**, un valor **similar a otros estudios**. **Si se incluye la obtención de energía eléctrica, llega al 29,6%**, lo que indica la gran **importancia de la electricidad**, también para esta categoría.

AGRADECIMIENTOS

Guillermo San Miguel, Blanca Coronas y su equipo de la E.T.S.I.I. de la U.P.M.

ASEMFO

José Luis Cerezo (CebarMadrid)

Enrique Enciso (Montaraz)

Antonio Gonzalo (Camping Monte Holiday)

Maderas El Cardoso

eduardo.tolosana@upm.es



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía



26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura



www.congresoforestal.es

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

