



ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DEL MERCADO DE BIOMASA

EN GALICIA Y NORTE DE PORTUGAL

DESCRIPCIÓN INICIAL			
1. INTRODUCCIÓN	7	III. SELECCIÓN DE ESPECIES DE MATORRAL	44
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	9	IV. FRACCIONES DE BIOMASA FORESTAL PRIMARIA ESTUDIADAS	44
3. INFORMACIÓN A OBTENER	11	7.2.3. ESTUDIOS PREVIOS	44
4. METODOLOGÍA	13	7.2.4. METODOLOGÍA	45
5. DEFINICIONES	15	I. IDENTIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO	46
6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	19	II. DEFINICIÓN DE ESTRATOS	47
6.1. ÁMBITO DEL PROYECTO	20	III. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO	48
6.2. OCUPACIÓN DEL SUELO	20	IV. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL ARBOLADA CON FRACCIÓN DE CABIDA CUBIERTA SUPERIOR AL 70% POR ESPECIE DOMINANTE Y PENDIENTE.	52
6.3. TIPOLOGÍA DEL RECURSO FORESTAL	21	7.2.5. EXISTENCIAS ACTUALES DE BIOMASA FORESTAL ARBÓREA	53
6.4. PRODUCCIÓN FORESTAL	22	7.2.5.1. RECURSOS Y ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DE BFP ARBÓREA	54
6.5. PROPIEDAD FORESTAL	22	7.2.5.2. BIOMASA POTENCIAL (BIOMASA DISPONIBLE)	54
6.6. FACTORES FISIGRÁFICOS	23	7.2.5.3. BIOMASA EXTRAÍBLE (BIOMASA APROVECHABLE)	55
6.7. FACTORES SOCIOECONÓMICOS: INCENDIOS	25	7.2.6. EXISTENCIAS ACTUALES DE BIOMASA FORESTAL ARBUSTIVA	57
6.8. INDUSTRIA FORESTAL	26	7.2.6.1. BIOMASA EXTRAÍBLE (BIOMASA APROVECHABLE) ASOCIADA AL MATORRAL	68
6.9. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS	26	7.2.7. TABLA RESUMEN	59
6.10. ACCESIBILIDAD	32	7.2.8. MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES	59
6.10.1. RED VIARIA	32	7.2.8.1. POSIBLE COMPETENCIA CON LA INDUSTRIA DE TABLERO	60
6.10.2. RED FERROVIARIA	33	7.2.9. AGENTES IMPLICADOS	60
6.10.3. PUERTOS Y AEROPUERTOS	34	7.2.10. SITUACIÓN EN PORTUGAL	61
6.10.4. RED DE GAS	36	7.3. CULTIVOS ENERGÉTICOS LEÑOSOS	60
6.10.5. POLÍGONOS INDUSTRIALES	37	7.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS	60
		7.3.1.1. EUCALIPTO BLANCO (EUCALYPTUS GLOBULUS)	61
		7.3.1.2. EUCALIPTO NITENS (EUCALYPTUS NITENS MAIDEN)	62
		7.3.1.3. CHOPO (POPULUS SPP.)	63
		7.3.1.4. SAUCE (SALIX SPP.)	64
		7.3.1.5. ACACIA (ACACIA SPP.)	65
		7.3.1.6. ROBINIA (ROBINIA PSEUDOACACIA L.)	66
		7.3.1.7. PAULOWNIA (PAULOWNIA SPP.)	67
		7.3.1.8. OLMO DE SIBERIA (ULMUS PUMILA)	68
		7.3.2. EXPERIENCIAS REALIZADAS	69
		7.3.3. ESTADO ACTUAL Y POSIBILIDADES DE DESARROLLO	69
		7.3.4. MARCO NORMATIVO	70
		7.3.5. SUPERFICIES POTENCIALES PARA LA PUESTA EN VALOR DE TERRENOS ABANDONADOS	71
		7.3.6. PRODUCCIÓN POTENCIAL	72
		7.3.7. TABLAS RESUMEN	73
		7.3.8. AGENTES IMPLICADOS	74
		7.3.9. MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES	74
		7.3.10. EXISTENCIAS DISPONIBLES Y POTENCIALES	74
		7.3.11. SITUACIÓN EN PORTUGAL	79
MÓDULO OFERTA			
7. ANÁLISIS DE LOS RECURSOS DE BIOMASA	39		
7.1. CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA.	40		
7.1.1. BIOMASA FORESTAL PRIMARIA	40		
7.1.1.1. BOSQUES DE PRODUCCIÓN MADERERA	41		
7.1.1.2. BOSQUES DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL NO MADERERA	42		
7.1.1.3. CULTIVOS ENERGÉTICOS LIGNOCELULÓSICOS	42		
7.1.2. BIOMASA DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA	42		
7.1.3. BIOMASA DE ORIGEN URBANO Y OTRAS INDUSTRIAS	43		
7.2. BIOMASA FORESTAL	43		
7.2.1. CLASIFICACIÓN	44		
7.2.2. ÁMBITO DE ESTUDIO	44		
I. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA GEOGRÁFICA	44		
II. SELECCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS	44		



7.4. PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORESTAL SECUNDARIA		8.2. CONSUMOS DE BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES	
EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA	79	EN LA ACTUALIDAD. EXPECTATIVAS DE FUTURO.	104
7.4.1. SITUACIÓN ACTUAL	79	8.2.1. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES	104
7.4.1.1. DEFINICIONES	79	8.2.2. COMERCIALIZACIÓN DEL BIOCOMBUSTIBLE	105
7.4.1.2. CLASIFICACIÓN	79	8.2.2.1. LEÑA	105
7.4.1.3. INDUSTRIA DEL ASERRADO	80	8.2.2.2. PELETS	105
7.4.1.4. INDUSTRIA DEL TABLERO Y CHAPA	80	8.2.2.3. BRIQUETAS	107
7.4.1.5. INDUSTRIA DE CELULOSA	81	8.2.2.4. ASTILLAS	107
7.4.1.6. 2ª TRANSFORMACIÓN	81	8.2.3. CONSUMO DE BIOCOMBUSTIBLES	107
7.4.2. AGENTES IMPLICADOS	82	8.2.3.1. PELETS	107
7.4.3. MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES	82	8.2.3.2. BRIQUETAS	107
7.4.4. PRODUCCIÓN DISPONIBLE	82	8.2.3.3. ASTILLAS	107
7.4.5. SITUACIÓN EN PORTUGAL	82	8.3. TIPOS DE INSTALACIONES Y TECNOLOGÍAS	108
7.5. BIOMASA DE ORIGEN URBANO Y OTRAS INDUSTRIAS	83	8.3.1. MODELO 1.- RECURSO PROPIO Y CONCENTRADO	108
7.5.1. SITUACIÓN ACTUAL	83	8.3.2. MODELO 2.- RECURSO AJENO Y DISTRIBUIDO	108
7.5.1.1. GESTIÓN	85	8.3.3. NORMALIZACIÓN	110
7.5.1.2. MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES	85	8.3.4. ANÁLISIS DE COSTES Y PRECIOS	110
7.5.1.3. SITUACIÓN EN PORTUGAL	86		
7.6. ANÁLISIS DE COSTES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE BIOMASA FORESTAL PRIMARIA	89	9. APLICACIONES TÉRMICAS	113
7.6.1. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA APLICABLES EN GALICIA Y NORTE DE PORTUGAL	89	9.1. DETERMINACIÓN DE SECTORES Y SUBSECTORES CONSUMIDORES	114
7.6.2. ANÁLISIS DE COSTES DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA APLICABLES A GALICIA Y NORTE DE PORTUGAL. EXPERIENCIAS REALIZADAS.	93	9.1.1. CONSUMO DE SUBPRODUCTOS PARA APLICACIONES ENERGÉTICAS EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA	114
· DATOS PROYECTO ENERSILVA	93	9.1.1.1. INDUSTRIA DEL ASERRADO	114
· DATOS DE "RENDIMIENTOS Y COSTES DE DIFERENTES APROVECHAMIENTOS DE LA BIOMASA FORESTAL"	96	9.1.1.2. INDUSTRIA DEL TABLERO Y CHAPA	116
· DATOS DE LA "ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL USO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA FORESTAL RESIDUAL"	97	9.1.1.3. INDUSTRIA DE CELULOSA	116
7.6.3. ANÁLISIS DE COSTES OBTENIDOS EN EXPERIENCIAS REALES DEL GRUPO TRAGSA	99	9.1.1.4. 2ª TRANSFORMACIÓN	117
7.6.4. RESUMEN DE COSTES	99	9.1.1.5. ESQUEMA GENERAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE SUBPRODUCTOS PROCEDENTES DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA.	118
		9.1.1.6. POTENCIA TÉRMICA INSTALADA CON CONSUMO DE BIOMASA EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA	123
		9.1.1.7. INDUSTRIA DEL ASERRADO	123
		9.1.1.7.1. METODOLOGÍA	123
		9.1.1.7.2. RESULTADOS	123
		9.1.1.8. RESUMEN POTENCIAS INSTALADAS EN LAS INDUSTRIA DE TABLERO Y CHAPA E INDUSTRIA DE PASTA Y PAPEL	123
		9.1.2. SECTOR DOMÉSTICO	123
		9.1.2.1. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS DE LEÑA EN HOGARES	123
		A) INTRODUCCIÓN	123
		B) IDENTIFICACIÓN DE LOS CENTROS DE CONSUMO POTENCIALES	124
		C) METODOLOGÍA DE CÁLCULO	124
		D) CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES	128
		9.1.3. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS EN EL SECTOR AGRÍCOLA / GANADERO	128
MÓDULO DEMANDA			
8. ANÁLISIS DE LAS APLICACIONES DE BIOMASA	101		
8.1. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS	102		
8.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES	102		
8.1.1.1. LEÑA	103		
8.1.1.2. PELETS	103		
8.1.1.3. BRIQUETAS	103		
8.1.1.4. ASTILLAS	103		



9.1.4. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS EN EL SECTOR SERVICIOS	129	11. ZONAS DE INFLUENCIA DE LAS EMPRESAS DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA EN GALICIA	153
9.1.4.1. SUBSECTOR HOSTELERÍA/RESTAURACIÓN.	129	11.1.1.1. INDUSTRIA DEL ASERRADO	154
A) METODOLOGÍA	129	11.1.1.2. INDUSTRIA DE TABLERO Y CHAPA	155
B) RESULTADOS DEL ESTUDIO	130	11.1.1.3. INDUSTRIA DE PASTA Y PAPEL	156
9.1.4.2. SUBSECTOR PANADERÍAS.	130	12. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DISPONIBLES DE BIOMASA FORESTAL EN CENTROS DE CONSUMO EXISTENTES/PROYECTADAS DE GALICIA	157
A) METODOLOGÍA	130	12.1. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS EN CENTROS DE CONSUMO POTENCIALES PROPUESTOS	158
B) RESULTADOS DEL ESTUDIO	131	12.1.1. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN MAZARICOS	159
9.2. CONSUMOS DE BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA	132	12.1.2. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN A VEIGA	162
9.2.1. SITUACIÓN ACTUAL	132	12.1.3. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN VIVEIRO	165
9.2.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE APROVECHAMIENTO TÉRMICO A PARTIR DE BIOMASA.	134	12.1.4. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN VILALBA	168
9.2.2.1. NÚMERO DE INSTALACIONES SUBVENCIONADAS EN EL SECTOR DOMÉSTICO	134	12.1.5. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN CERVANTES	171
9.2.2.2. POTENCIA TÉRMICA INSTALADA EN EL SECTOR DOMÉSTICO	134	12.1.6. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN CURTISTEIXEIRO	174
9.2.2.3. NÚMERO DE INSTALACIONES SUBVENCIONADAS EN EL RESTO DE SECTORES [EMPRESAS, ASOCIACIONES, ADMINISTRACIÓN,...]	135	12.1.7. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN FORCAREI	177
9.3. TIPOS DE APLICACIONES Y TECNOLOGÍAS	135	12.1.8. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN PONTEAREAS	180
9.3.1. TÉCNICAS PARA COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA	135	12.1.9. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN BARRO – MEIS (PONTEVEDRA)	183
9.3.2. INSTALACIONES TÉRMICAS EN VIVIENDAS Y EDIFICIOS	137	12.1.10. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN RIBADAVIA	186
9.3.2.1. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS	137	12.1.11. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN TERRA DE LEMOS	189
9.3.2.2. INSTALACIONES TÉRMICAS	137	12.1.12. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN VERÍNA LIMIA	192
9.3.2.3. INSTALACIÓN TIPO VIVIENDA UNIFAMILIAR	138	12.2. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES EN CENTROS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BFP	195
9.3.3. REDES CENTRALIZADAS	138	12.2.1. CENTRAL DE ALLARLUZ	195
9.3.3.1. INSTALACIÓN TIPO DISTRICT HEATING	139	12.2.2. CENTRAL DE TABLERO SANTIAGO	198
9.3.3.2. INSTALACIÓN TIPO COLEGIO	142	12.2.3. CENTRAL DE TABLERO PADRÓN	201
9.3.4. INSTALACIONES TÉRMICAS PARA USO INDUSTRIAL O EN PROCESOS	143	12.2.4. CENTRAL EXISTENTE EN LA FÁBRICA DE PASTA Y PAPEL DE PONTEVEDRA	204
9.4. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO Y COMPETENCIA	144	12.2.5. CENTRAL EXISTENTE EN LA FÁBRICA DE PASTA Y PAPEL DE NAVIA	207
10. APLICACIONES ELÉCTRICAS	145		
10.1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON BIOMASA	146		
10.2. CONSUMOS DE BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ACTUAL Y EXPECTATIVAS	146		
10.2.1. SITUACIÓN ACTUAL	146		
10.2.2. EXPECTATIVAS DE FUTURO	147		
10.3. TIPOS DE INSTALACIONES Y TECNOLOGÍAS	148		
10.4. MODELOS DE GESTIÓN EN LAS APLICACIONES ELÉCTRICAS	150		
10.4.1. INSTALACIONES DE GRAN POTENCIA	150		
10.4.2. INSTALACIONES DE MEDIANA O PEQUEÑA POTENCIA	150		
10.5. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO Y COMPETENCIA	150		
10.6. ANÁLISIS DE COSTES DE DISTINTOS MODELOS DE GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS	150		

13. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS NECESARIAS PARA EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LAS CENTRALES EXISTENTES/POTENCIALES DE GALICIA	211	16. EVALUACIÓN DE ZONAS DE MENOR PRESIÓN SOBRE EL RECURSO	231
14. ESTIMACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE BIOMASA EN ÁREAS DE INFLUENCIA POR CENTRALES SEGÚN NECESIDADES	213	17. EVALUACIÓN DE COSTES DE ADQUISIÓN DE BIOMASA EN FUNCIÓN A LADISTANCIA AL CENTRO DE CONSUMO.	235
15. ESTIMACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE SUMINISTRO DE BIOMASA POR CENTRAL. RELACIÓN OFERTA – DEMANDA.	215	18. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	239
15.1. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO EN CENTROS DE CONSUMO PROPUESTOS	217	18.1. EL RECURSO FORESTAL	240
15.1.1. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN MAZARICOS	217	18.2. BIOMASA FORESTAL PRIMARIA	240
15.1.2. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN A VEIGA	218	18.3. BIOMASA FORESTAL SECUNDARIA	241
15.1.3. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN VIVEIRO	219	18.4. LEÑAS	242
15.1.4. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN VILALBA	220	18.5. PELLETS	243
15.1.5. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN CERVANTES	221	18.6. CULTIVOS ENERGÉTICOS	243
15.1.6. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN CURTIS-TEIXEIRO	222	19. ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS PROPUESTAS EN LA EXISTENCIA DEL RECURSO	245
15.1.7. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN FORCAREI	223	20. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN	247
15.1.8. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN PONTEAREAS	224	20.1. APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA	248
15.1.9. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN PONTEVEDRA (BARRO-MEIS)	225	20.2. PROMOCIÓN DE LAS CALDERAS DE BIOMASA PARA APLICACIONES TÉRMICAS	248
15.1.10. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN RIBADAVIA	226	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	249
15.1.11. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN TERRA DE LEMOS	227		
15.1.12. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN VERÍN-A LIMIA	228		
15.2. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO EN CENTROS DE CONSUMO EXISTENTES	229		
15.2.1. CENTRAL DE ALLARLUZ	229		
15.2.2. CENTRAL DE INDUSTRIA DEL TABLERO - SANTIAGO	230		
15.2.3. CENTRAL DE INDUSTRIA DEL TABLERO – PADRÓN	230		
15.2.4. CENTRAL DE LA FÁBRICA DE CELULOSAS EN PONTEVEDRA	230		
15.2.5. CENTRAL DE LA FÁBRICA DE CELULOSAS EN NAVIA (ASTURIAS)	230		



INTRODUCCIÓN

1



El aprovechamiento energético de la biomasa forestal y residual se ha incrementado en los últimos años en España y Galicia. El principal motivo de este incremento es intentar alcanzar lo establecido en el Plan Energético de Galicia 2007-2012 a nivel autonómico, y en el Plan Nacional de Energías Renovables 2005-2010 a nivel estatal. La finalidad del Plan Energético está directamente relacionada con las limitaciones sobre emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que derivan del Protocolo de Kyoto.

El proyecto ESOL se enmarca en el Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España – Portugal 2007-2013, en el Área de Cooperación Galicia-Norte de Portugal. El objetivo específico de ESOL consiste en estimular la puesta en marcha de proyectos conjuntos de utilización compartida de recursos energéticos, de operaciones de ahorro y diversificación energética. Es un proyecto transfronterizo para el fomento del uso de energías renovables (biomasa, solar y geotérmica) en edificios e instalaciones públicas.

El fin último del proyecto es avanzar en el proceso de gestión sostenible de la energía en el área transfronteriza, identificando y definiendo las pautas del futuro desarrollo, apoyándose para ello en los recursos renovables existentes en el espacio de cooperación territorial y en el aumento de la colaboración entre ambas zonas.

Como una de las actividades englobadas dentro del proyecto, se incluye el análisis de viabilidad de mercado de la biomasa en el área transfronteriza, que conforma este documento.

OBJETIVOS
DEL ESTUDIO 2



La nueva programación de los Fondos 2007-2013 ha modificado el papel de la cooperación entre Estados miembros, dotándola de mayor entidad al convertirla en uno de los tres Objetivos Prioritarios de la Unión Europea, la “Cooperación Territorial Europea”.

Aprobado por la Comisión Europea el 25 de octubre de 2007, el Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2007-2013 promueve el desarrollo de las zonas fronterizas entre España y Portugal, reforzando las relaciones económicas y las redes de cooperación existentes entre las cinco Áreas definidas en el Programa.

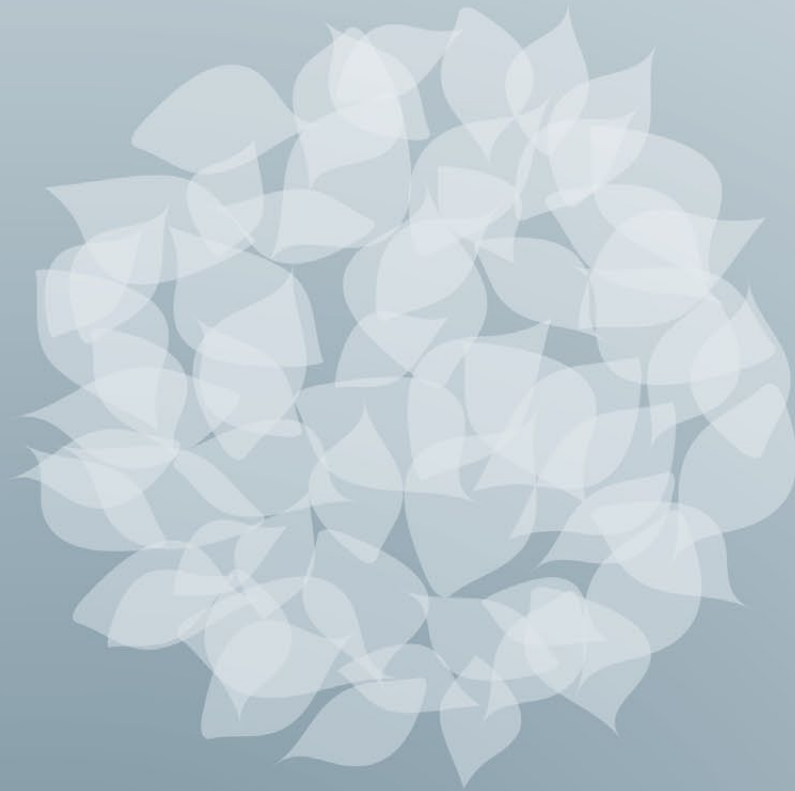
Aprovechando estos Fondos y el enfoque estratégico pretendido desde el área Galicia/Norte de Portugal, el Instituto Energético de Galicia (INEGA) decidió emprender, como Jefe de Fila, en un Proyecto que, englobado dentro del Eje3, se ajustaba a las acciones/funciones encaminadas a la promoción y estudio de la sostenibilidad energética que viene desarrollando este organismo desde su creación. Junto al INEGA, en el Proyecto *“Gestión Energética Sostenible en Entidades Locales Transfronterizas [0023_ESOL_1_E]”*, colaboran los municipios gallegos de Verín, Riós, Baltar y A Mezquita junto con los portugueses de Chaves y Vinhais, además del Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Como parte fundamental de este Proyecto está la realización de un análisis de la viabilidad del mercado de la biomasa en Galicia y en las zonas de Minho Lima, Cávado y Alto Trás os Montes en Portugal.

El fin último del Proyecto matriz, en el cual se encuadra este estudio, es avanzar en el proceso de gestión sostenible del medio ambiente del Área Transfronteriza, identificando y definiendo las pautas del futuro desarrollo energético del espacio de la “raia”, apoyándose para ello en los recursos renovables existentes, en el espacio de cooperación territorial y en el aumento de la colaboración entre ambas zonas.

Así mismo, el objetivo fundamental de este estudio será la elaboración de un documento de **Análisis de Viabilidad del Mercado de la Biomasa en Galicia y Norte de Portugal (zonas de Alto Tras os Montes, Cávado e Minho-Lima)**. El objetivo de dicho Estudio será el establecimiento de unos parámetros que permitan determinar la viabilidad o no viabilidad del mercado de la biomasa en la zona de estudio, para posteriormente poder definir una estrategia de actuación en el marco del Proyecto matriz.

INFORMACIÓN
A OBTENER 3



La información que se pretende obtener en este estudio es la necesaria para establecer unos parámetros que permitan determinar la viabilidad o no viabilidad del mercado de la biomasa en la zona de estudio, para posteriormente poder definir una estrategia de actuación en el marco del Proyecto matriz.

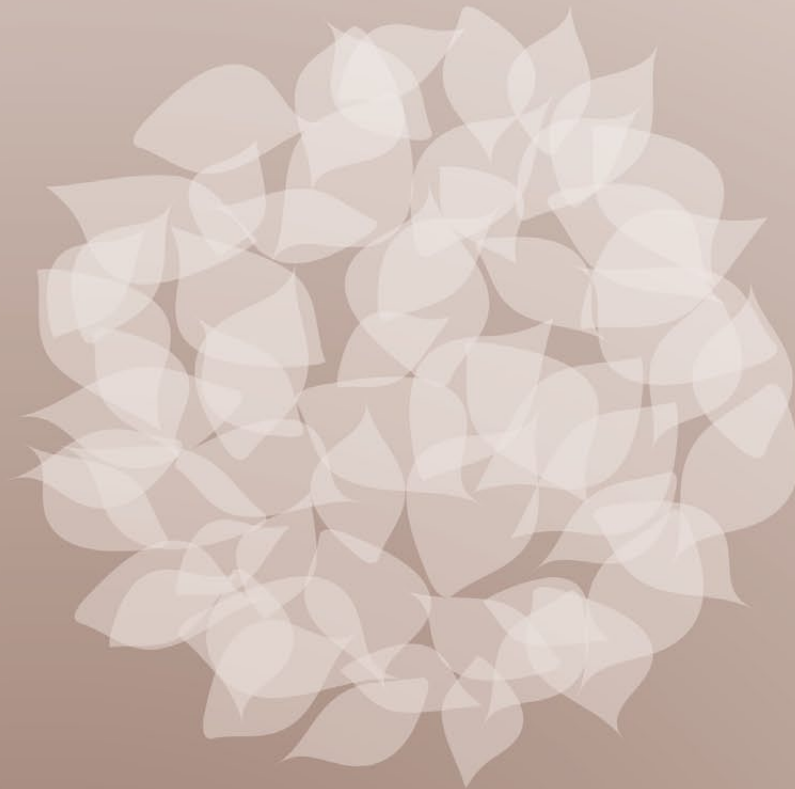
Una de las partes que conforman el estudio, consiste en una estimación de consumos de biomasa con fines energéticos en la Comunidad Autónoma de Galicia, teniendo en cuenta los distintos sectores y subsectores que integran la cadena de la madera en la Comunidad.

Se deberá, del mismo modo, realizar una evaluación de los métodos más apropiados a emplear para el aprovechamiento de biomasa forestal primaria, estudio de precios de biomasa, mejores métodos en la elaboración de combustibles sólidos a partir de biomasa...

También se deberá valorar la capacidad de aprovisionamiento de biomasa de las centrales propuestas en la Comunidad de Galicia, conforme a lo establecido en la Resolución de 30 de abril de 2010 por la que se aprueba la relación de anteproyectos de instalación de centrales de biomasa seleccionados conforme a la Orden de 14 de noviembre de 2008 por la que se determina el objetivo de potencia máxima en megavatios para tramitar en el período 2008-2012 y se abre el plazo para la presentación de solicitudes de autorización de centrales de biomasa [modificado por la resolución de 20 de enero de 2011 por la que se incorpora un nuevo anteproyecto de centrales de biomasa admitidos a trámite ...].

De este modo, conociendo los consumos actuales y futuros, se puede realizar una visión global de la situación actual del mercado de la biomasa en Galicia para, de este modo, poder proyectar nuevas estrategias de aprovechamiento.

METODOLOGÍA 4



Se ha realizado un estudio pormenorizado de la zona que conforma el proyecto, realizando una revisión bibliográfica a las publicaciones y estudios de biomasa existentes en la Comunidad.

En el presente trabajo se pretende realizar una estimación, lo más aproximada posible a la realidad, de la biomasa forestal primaria arbórea (BFP) utilizable en montes arbolados de Galicia, sin valorar la viabilidad económica de su aprovechamiento.

Por este motivo, se valorarán los restos procedentes de aprovechamientos madereros y operaciones o tratamientos silvícolas de poda, clareo y selección de brotes en las masas forestales de las especies seleccionadas. También se estimará la cantidad de matorral que podría ser aprovechable con fines energéticos

Del mismo modo que se estima la biomasa forestal primaria arbórea, se realizará una valoración de existencias de biomasa forestal primaria procedente de matorral.

Para poder conocer la potencialidad de Galicia en implantación de cultivos energéticos, se deberán establecer las superficies aprovechables mediante la puesta en valor de superficies agrarias abandonadas, teniendo en cuenta la capacidad de mecanización de los trabajos, vías de comunicación... La producción y consumo de subproductos en la industria de la madera, se calculará a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.

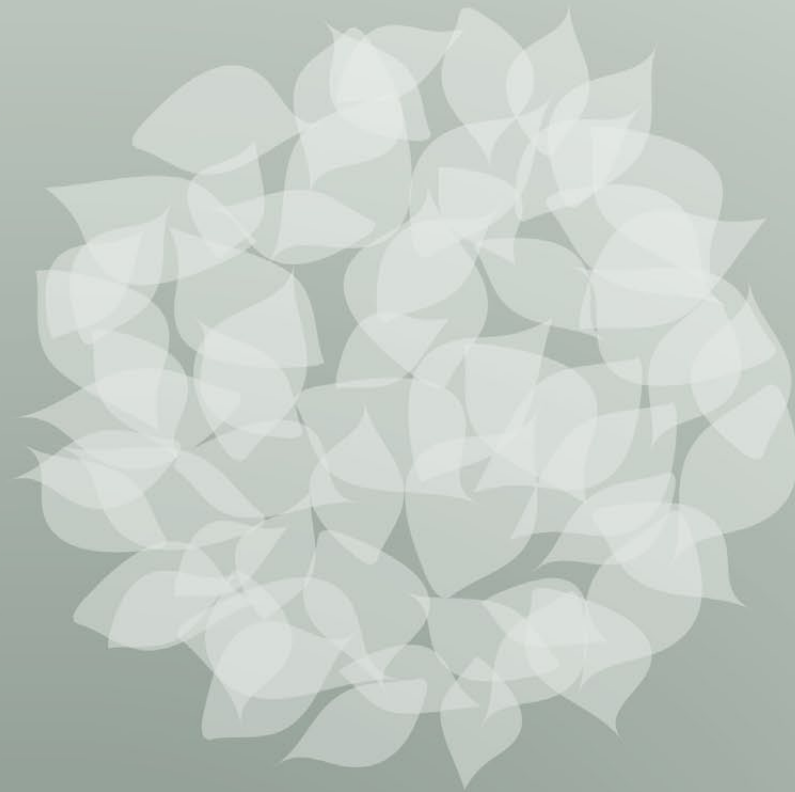
Para conocer el consumo de leñas en el sector doméstico, se realizará una encuesta telefónica a particulares, también se realizarán encuestas en entidades docentes de las zonas climáticas en las que se ha dividido la Comunidad Autónoma para la elaboración de este estudio.

Para conocer el consumo de leñas en panaderías y parrilladas, se realizará una encuesta telefónica a establecimientos actualmente en funcionamiento.

El consumo de biomasa en otros sectores se establecerá mediante la consulta a entidades representativas de cada sector, organizaciones públicas y privadas, federaciones... mediante consulta telefónica o entrevista personalizada, de este modo, se podrá realizar una valoración de consumos en toda la Comunidad.

Para la estimación de radios de actuación y existencias, se utilizarán programas SIG, que mediante interacciones de diversas capas de información [inventario forestal nacional (IFN3), mapa forestal español (MFE), red viaria, localización de centros de consumo, pendientes, exposiciones...] permite obtener información de los recursos biomásicos, georreferenciada y aplicable a toda la Comunidad.

DEFINICIONES 5



ÁREAS DE GESTIÓN DE BIOMASA (AGB).

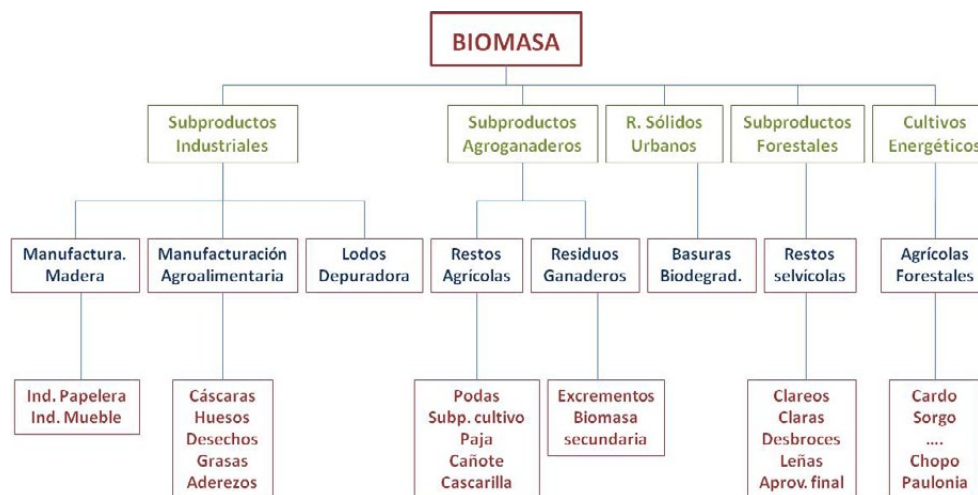
Áreas estratégicas definidas en función de la potencialidad del recurso y de la logística del suministro, integradas por un conjunto de ayuntamientos que sirven de base territorial para un Plan empresarial de aprovechamiento de la biomasa y para la construcción y funcionamiento de una central de biomasa.

BIOMASA.

En el ámbito energético se refiere a la materia prima orgánica que da lugar a un biocombustible, entendiéndolo como la materia orgánica vegetal o animal originada en un proceso biológico que no se ha fosilizado y que es utilizada con o sin transformación como fuente de energía (combustible). La definición de la Directiva 2009/28 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables define la biomasa como *“la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos 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 industriales y municipales.”*

Distribución de la biomasa

Fuente. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2010



BIOMASA FORESTAL.

Es toda materia orgánica vegetal lignocelulósica (leñosa). Según la fuente de procedencia se habla de biomasa forestal primaria o secundaria.

BIOMASA FORESTAL PRIMARIA (BFP).

Es la fracción biodegradable de los árboles, arbustos o matorrales, originada en los tratamientos silvícolas, aprovechamientos madereros, desbroces de matorral..., con aplicación energética. Se pueden aprovechar para biomasa forestal primaria las ramas, hojas,

cortezas, riberones, copas de árboles, tocones, los árboles enteros de pequeño diámetro o de baja calidad que no son útiles para los procesos industriales y los matorrales leñosos que pueden ser valorizados energéticamente. Dentro de la clasificación de biomasa forestal primaria se incluye otra alternativa de obtención de materia prima con carácter de producto, que son los cultivos forestales con fines energéticos. Para ello se utilizan especies de crecimiento rápido en montes productivos fácilmente mecanizables. En Europa las especies empleadas, en turnos cortos generalmente inferior a cinco años, son: chopos, sauces, eucaliptos y acacias. (Fuente: Enersilva)

BIOMASA FORESTAL PRIMARIA POTENCIAL.

Toda la biomasa existente sin considerar ningún tipo de condicionante de uso o extracción (incluye todas las especies y materiales leñosos en cualquier clase de terreno).

BIOMASA FORESTAL PRIMARIA UTILIZABLE.

Es la biomasa potencial una vez excluidas aquellas fracciones que no se pueden aprovechar en el monte por razones medioambientales, de propiedad, de competencia o por limitaciones impuestas por la tecnología que se utilice en su recolección. Puede ser viable económicamente su extracción o no serlo.

BIOMASA FORESTAL SECUNDARIA (BFS).

Es la materia orgánica residual (costeros, serrines, virutas cortezas, leñas negras, tacos, recortes, etc.) generada en los procesos de la industria transformadora de la madera, como son aserraderos, fábricas de celulosas, tableros y chapas, carpinterías e industrias del mueble. También se incluyen en este tipo de biomasa los restos de madera procedentes de otras actividades industriales (palés, envases y embalajes) y de las ciudades.

CENTRAL DE BIOMASA.

Central de producción de energía eléctrica que utiliza como combustible principal de su proceso productivo la biomasa forestal.

CO-COMBUSTIÓN.

Introducción de dos combustibles distintos en una caldera de una central para la generación de energía.

LEÑA.

Se define como la madera en bruto troncos, ramas, y otras partes de árboles y arbustos provenientes de bosques o plantaciones, que se empleen con fines de calefacción y generación de energía (FAO, 1981, citado por Reyes, 2000).

PLAN EMPRESARIAL DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA (PEAB).

Conjunto planificado de actividades destinadas a la movilización de la biomasa para su valorización energética en una determinada área geográfica, que comprende desde los sistemas de obtención y recogida del recurso en el monte para garantizar su sostenibilidad, las formas de relación con las productoras de biomasa y con las operadoras de biomasa, las posibles intervenciones en el monte, las necesidades de infraestructuras o mejoras en la AGB, los sistemas o procedimientos de medición de la biomasa, los sistemas de seguimiento del origen de la biomasa, el procedimiento para el establecimiento del precio de la biomasa hasta la forma de entrada en los parques de biomasa, con el objeto de abastecer ésta de la materia prima necesaria para su funcionamiento. Incluye también los acuerdos necesarios para su obtención y la garantía de su disponibilidad en el tiempo.

DESCRIPCIÓN
DEL ÁREA D ESTUDIO 6



6.1. ÁMBITO DEL PROYECTO

El Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2007-2013, abarca un territorio compuesto por 17 NUT III fronterizas, territorio que constituirá su ámbito básico de aplicación.

● Provincias Españolas:

Ourense, Pontevedra, Zamora, Salamanca, Cáceres, Badajoz y Huelva.

● Regiones NUT III portuguesas:

Minho-Lima, Cávado, Alto Tras-os-Montes, Douro, Beira Interior Norte, Beira Interior Sul, Alto Alentejo, Alentejo Central, Baixo Alentejo e Algarve.

En casos especiales, también podrían financiarse proyectos desarrollados en zonas adyacentes a las de ámbito básico, y que se encuentran identificadas en el Programa.

El proyecto titulado “Energía Sostenible Local” (ESOL), integra un consorcio formado por INEGA, IPVC, los ayuntamientos de Verín, Baltar, A Mezquita, Ríós y las cámaras municipales de Chaves y Vinhais.

El proyecto ESOL ha sido uno de los 81 proyectos aprobados en el ámbito del Programa de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2007-2013, que han obtenido una financiación FEDER de 130 millones de euros.

6.2. OCUPACIÓN DEL SUELO

La heterogeneidad orográfica, edáfica y climatológica de Galicia y del Norte de Portugal, determina la existencia de un patrimonio de gran riqueza natural y paisajística, compuesto por una abundante diversidad biológica.




Distribución de las clases de ocupación del suelo

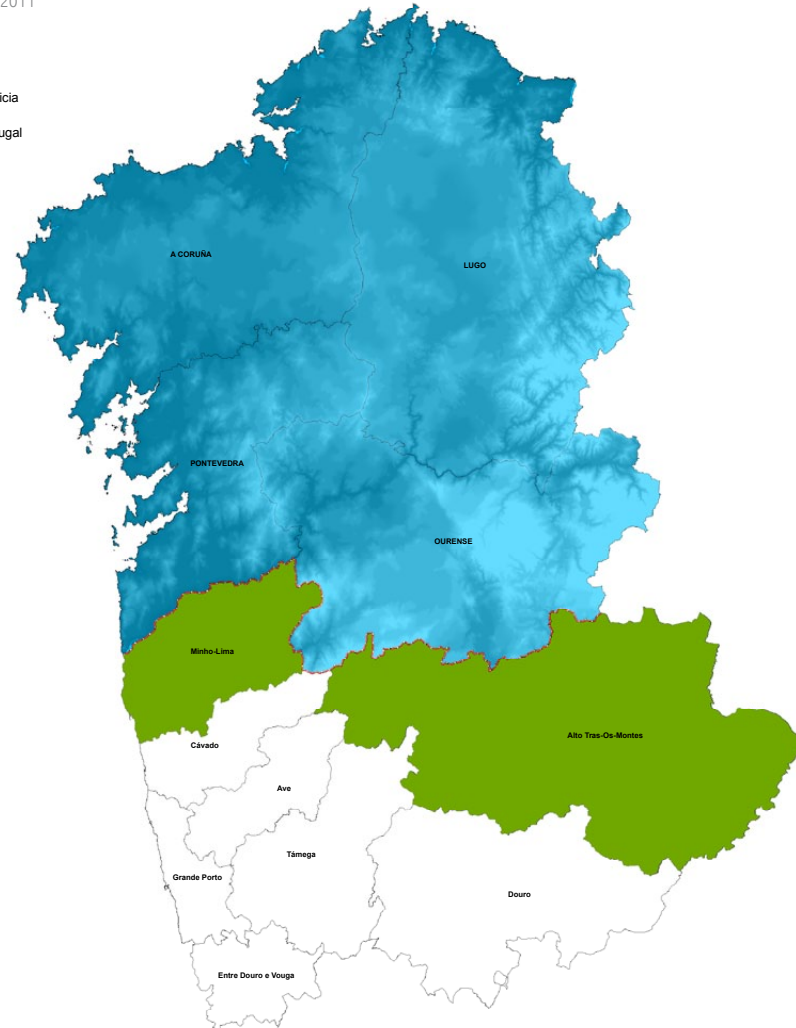
Fuente. Enersilva. 2007

ZONA	SUPERFICIE TOTAL (ha)	MONTES ARBOLADOS Y OTRAS ÁREAS FORESTALES (ha)	AGRICULTURA (ha)	AGUAS INTERIORES (ha)	OTRAS OCUPACIONES (ha)
GALICIA	2.957.447	2.039.574	843.657	21.314	52.902
NORTE DE PORTUGAL	2.127.885	667.417	723.758	16.221	720.489

Mapa de la Euroregión

Fuente. TRAGSATEC 2011

-  FRONTERA
-  Provincias de Galicia
-  Regiones de Portugal



Entre los distintos tipos de ecosistemas que podemos encontrar, se debe hacer mención especial a los que se describen a continuación:

I. Ecosistemas agrarios

Los sistemas agrarios (destinados a la agricultura o ganadería), ocupan un 15 % del territorio gallego, suponiendo una importante fuente de variedad paisajística y biodiversidad. La mayor parte están ocupados por un mosaico de cultivos, en buena parte destinados a la ganadería, principal actividad agraria en Galicia. De este modo, el 61 % de las tierras de cultivo se destinan a la producción de cultivos forrajeros, destacando también las superficies de viñedo, hortalizas y tubérculos.

En lo que respecta a la evolución de estos ecosistemas agrarios, cabe resaltar dos fenómenos: por un lado el progresivo abandono de tierras, debido al cese de la actividad, por otro lado, los procesos de intensificación de la actividad experimentados en los últimos años.

II. Ecosistemas forestales

Los ecosistemas forestales tienen en Galicia una especial relevancia, suponiendo el 68,96 % de la superficie, según los datos de la Consellería do Medio Rural.

De esta superficie el 68,91 % corresponde a monte arbolado. Aún siendo la vegetación típica de estos ecosistemas los robles, castaños, pinos, abedules, y alisos, con el paso del tiempo, y debido a la intervención del hombre, se ha llevado a cabo una importante modificación del

paisaje, cubriéndolo de extensas áreas de repoblación forestal, con pinos y eucaliptos. Esto ha generado la predominancia de un ecosistema forestal muy humanizado, caracterizado por la rápida expansión de especies de crecimiento rápido. Por otro lado, cabe destacar la amplia superficie de matorral boscoso de transición, que se asocia tanto a los procesos de degradación forestal, como de regeneración. En lo que respecta a la evolución de estos ecosistemas, cabe destacar la terrible incidencia de los incendios forestales en el territorio gallego, que en la última década ha sufrido el 53 % de los incendios registrados en España (25% de la superficie quemada total se localiza en Galicia).

III. Ecosistemas acuáticos

Galicia posee una gran riqueza y diversidad de ecosistemas acuáticos, cuya importancia no viene determinada únicamente por sus valores ecológicos y de reserva de la biodiversidad, sino también por los beneficios que aportan a la vida cotidiana de los ciudadanos. Poseen una gran variedad de hábitats de transición entre los ambientes terrestre y acuático, y juegan, por tanto, un importante papel en la conservación de la biodiversidad y en el desarrollo económico.

6.3. TIPOLOGÍA DEL RECURSO FORESTAL

Con respecto a la situación forestal, según los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional para Galicia, y de la Tercera revisión del Inventario Forestal Nacional de Portugal, la superficie forestal de la zona que engloba el estudio, dispone de un total de 2.727.870 hectáreas de superficie forestal, que corresponde al 54% de la superficie total. Esta cifra, se distribuye de la forma siguiente:

Superficie forestal y de monte cultivado

Fuente. Enersilva. 2007

ZONA	SUP. TOTAL (ha)	SUP. FORESTAL (ha)	MONTE CULTIVADO (ha)	SUP. FORESTAL/ SUP.TOTAL (%)	MONTE CULTIVADO/ SUP.TOTAL (%)	MONTE CULTIVADO/ SUP. FORESTAL (%)	SUP. DE MONTE (ha) / HABITANTE
GALICIA	2.957.447	2.060.453	1.405.451	69,00	47,50	68,9	0,74
NORTE DE PORTUGAL	2.127.885	667.417	482.400	31,40	22,70	72,3	0,18

De la superficie total de la zona de estudio, 2.046.652 hectáreas son de monte arbolado (85%). De esta superficie arbolada, 1.425.000 hectáreas se encuentran en la Comunidad Gallega, y 621.835 hectáreas en la Región Norte de Portugal.

Las especies dominantes son el Pino Marítimo o Piñeiro Bravo (*Pinus pinaster*) con una ocupación de 635.106 hectáreas (31%), el eucalipto blanco (*Eucalyptus globulus*) con 320.823 hectáreas (16%) y el género *Quercus* representado por las especies *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus ilex* y *Quercus suber*, que ocupan 399.612 hectáreas (20%).

El resto de la superficie forestal arbolada está ocupada por masas mixtas y otras especies. En el caso de Galicia, la presencia adicional del eucalipto blanco en las masas mixtas (205.000 hectáreas) tiene una gran importancia. A menudo, se encuentra asociado al pino marítimo y, en menor medida, a otras combinaciones de especies.

6.4. PRODUCCIÓN FORESTAL

Las principales maderas explotadas en Galicia son el pino gallego [*Pinus pinaster*] (más de 2,75 millones de m³/año), el eucalipto [*Eucalyptus globulus*] (más de 2,5 millones de m³/año), el resto, incluyendo al pino radiata no aporta al total más de 750.000 m³/año. Las frondosas caducifolias (roble, castaño, aliso, abedul) tienen una baja salida comercial en la actualidad por la mala calidad de las maderas (la mayoría se destina a consumo doméstico) y a las restricciones administrativas en las cortas. Esta composición específica de las cortas, condiciona los medios y métodos de explotación. Las especies claramente “de luz” sobre predios de pequeño tamaño son explotadas mediante cortas a hecho en un tiempo. En el caso del *Eucalyptus globulus* se aprovecha el rebrote (hasta 3-4 veces) y en el caso del pino se procede a la regeneración artificial.

La carestía y dificultades para realizar cuidados silvícolas, en especial los trabajos de prevención de incendios forestales y los de tratamientos fitosanitarios han producido una gran distorsión de mercados y actividades del sector.

Superficie forestal por especie forestal dominante

Fuente. 3ER IFN ESPAÑA/3ª REVISIÓN IFN PORTUGAL

ZONA	PINO	EUCALIPTO	QUERCUS	MASAS MIXTAS Y OTRAS ESPECIES
A CORUÑA	81.953	86.060	10.785	224.923
LUGO	127.108	51.235	154.230	142.523
OURENSE	130.059	0	117.265	77.770
PONTEVEDRA	50.369	40.384	14.215	115.849
ALTO E TRAS-OS-MONTES	66.179	8.242	64.559	66.917
MINHO-LIMA	37.669	14.352	2.085	17.922
CÁVADO	17.831	19.324	1.403	6.488
AVE	8.757	23.590	2.360	6.109
GRANDE PORTO	10.225	15.334	68	1.737
TÁMEGA	38.588	35.093	8.455	11.934
ENTRE DOURO E VOUGA	19.752	23.042	607	2.436
DOURA	46.617	4.167	23.581	16.412

6.5. PROPIEDAD FORESTAL

Aproximadamente un 97% de la superficie forestal gallega está en manos privadas. Los montes públicos- Estado, Comunidad Autónoma, Diputaciones, Ayuntamientos y otras entidades

públicas - ocupan menos del 3% de la superficie total forestal. Los montes privados son de titularidad individual, montes de particulares, y colectiva cuya representación más destacada son los montes vecinales en mano común.

Régimen de propiedad de los terrenos forestales. Galicia

Fuente. Plan Forestal de Galicia

RÉGIMEN DE PROPIEDAD	SUPERFICIE (ha)	%
MONTES PÚBLICOS CATALOGADOS DE U.P.	34.318	1,68
MONTES PÚBLICOS DEL ESTADO Y DE LAS CCAA. MONTES PATRIMONIALES	11.060	0,65
MONTES VECINALES EN MANO COMÚN	608.652	29,84
OTROS MONTES PRIVADOS	1.385.544	67,93
TOTAL	2.039.574	100,00

El monte particular tiene una gran importancia por ocupar un 63% de la superficie de monte y ser las tierras de mayor productividad forestal potencial. El 68% de la superficie de montes privados de particulares está arbolada, por ello, son los principales suministradores de la industria forestal gallega. En su conjunto aportan más del 70% de la madera que se corta anualmente en Galicia.

El monte ha dejado de ser, en la mayoría de las comarcas gallegas, un complemento de la actividad agrícola y ganadera, abandonando su función tradicional de proveedor de pastos y abonos.

Los montes vecinales en mano común son montes pertenecientes a los vecinos de un lugar, parroquia o núcleo de población que tradicionalmente los vino disfrutando. Este tipo de propiedades, con origen en el derecho germánico, son muy distintas de los montes públicos comunales de Ayuntamientos u otras instituciones. En Galicia existen en la actualidad cerca de 2.835 MVMC¹ (Fernández et al., 2006) que ocupan una superficie de más de 600.000 ha, es decir el 30% de la superficie forestal gallega, teniendo gran importancia como espacios de uso social y recreativo, como unidades de explotación viables y como elementos claves en la mejora de la calidad ambiental.

Buena parte de los títulos de propiedad de los montes privados de particulares emanan de herencias antiguas, redenciones de foros, acceso a la propiedad desde arrendamientos rústicos, compraventas y permutas privadas. Los límites y cabidas son confusos, sobre todo

tras el abandono de una actividad agrícola intensiva, y no están apoyadas en ninguna información cartográfica. Este problema también es trasladable a los MVMC, ya que en muy pocos casos están deslindados, e incluso las declaraciones de los Jurados provinciales de montes vecinales, se solapan o distan de la realidad admitida por los vecinos.

En Galicia, las propiedades particulares se caracterizan por su enorme grado de división, la superficie forestal media por propietario es inferior a 2 ha subdividida en una media de 10 parcelas (Marey, 2003). Este minifundismo determina un sistema de explotación para la mayoría de los selvicultores comprometiendo las posibilidades de aplicar una selvicultura adecuada, de comercializar de los productos obtenidos y genera un sistema de explotación meramente extractivo de baja rentabilidad.

Los montes vecinales, aunque poseen un tamaño medio superior (superficie media de 237 ha), suelen estar en la mayoría de los casos más descapitalizados en cuanto a volumen maderable. No obstante la regularización de la explotación forestal de este tipo de propiedad en los últimos 20 años (y más notablemente en los últimos 10 años) ha permitido que un significativo número de comunidades vecinales se constituya, aunque con terrenos de una menor productividad, como importantes productores de madera sin las restricciones estructurales del minifundio.

Los MVMC constan de una serie de potencialidades que no se encuentran en el resto del monte gallego, configurando unidades clave en desarrollo e implementación de políticas

forestales de desarrollo rural. Su régimen jurídico [proceso democrático asambleario] no establece cuotas diferenciadas entre copropietarios, la residencia o vecindad determina el acceso, igualitario y libre para los vecinos, y no es posible la herencia o la venta de los derechos de su disfrute (Marey, 2003).

6.6. FACTORES FISIAGRÁFICOS

El conjunto gallego se desarrolla sobre un macizo antiguo. Las raíces graníticas de una antigua cordillera que hoy está totalmente erosionada. No obstante, este conjunto fue abombado durante la orogenia alpina, por lo que hoy en día Galicia asciende desde el mar hasta los 1.600-2.100 metros de altitud, que se alcanzan en las más altas cumbres de las montañas. La mayor parte de Galicia se encuentra a unos 500-600 metros sobre el nivel del mar. Existe una cadena de sierras prelitorales de dirección norte-sur, discontinuas y de escasa altitud (poco más de 1.000 metros), que separan, Terra Cha, la meseta de Lugo y el valle del Miño de la costa: la dorsal gallega. Las mayores altitudes son: Pena Trevinca (2.124 m) y Cabeña de Manzaneda (1.778 m).

En este conjunto se desarrolla un típico relieve fracturado, con múltiples fallas y bloques elevados y hundidos. Los bloques elevados forman las sierras graníticas y los bloques hundidos cubetas rellenas de sedimentos cuaternarios, buenas para la agricultura. Los bloques no están, aún, totalmente asentados, por lo que no son raros los terremotos de pequeña intensidad.

Al norte encontramos superficies planas y suavemente onduladas. Se distinguen tres unidades:

1. La meseta de Lugo, rodeada de rebordes montañosos y con una altitud media de 450-550 metros de altitud. Aquí encontramos las cubetas de As Pontes de García Rodríguez en A Coruña y Sarria, Chantada y Monforte de Lemos en Lugo. Está atravesada por el río Miño que en muchos casos se vuelve pantanoso, por lo que podemos encontrar importantes humedales. El norte de esta meseta se conoce con el nombre de Terra Cha. Al sur de Monforte de Lemos se encuentran el Miño y el río Sil. Este conjunto está limitado, en el

¹ MVMC.- Montes Vecinales en Mano Común

este, por el macizo galaico-leonés, en donde destacan las sierras de Os Ancares y O Courel, que alcanzan altitudes de hasta 2.000 metros. Hacia el norte se encuentran la Serra do Xistral que culmina en los picos Cadramón (1.056 m) y Xistral (1.033 m), y la sierra de Meira. En el reborde occidental se encuentran una serie de sierras discontinuas de entre 700 y 850 metros de altitud. Por su carácter discontinuo permiten el encajamiento de numerosos ríos. Son las sierras del conjunto de la Serra da Cova da Serpe, Montouto y A Loba.

2. La meseta noroccidental es una extensa plataforma abierta al mar y limitada al este por las sierras prelitorales en la que se encajan importantes ríos como el río Ulla y el río Tambre. Entre la desembocadura de estos ríos se encuentra la sierra de Barbanza que separa las rías de Muros y Arousa.

3. Las Rías Altas es la parte costera de la Galicia septentrional. El nombre de Rías Altas no sólo se debe a que estén en el norte, sino a que su costa presenta un acantilado que eleva la costa con respecto al nivel del mar. Podemos distinguir dos conjuntos, las rías cantábricas: ría de Ribadeo, ría de Foz, ría de Viveiro, ría de O Barqueiro y ría de Santa Marta de Ortigueira, y las rías atlánticas: ría de Cedeira, ría de Ferrol, ría de Ares, ría de Betanzos, ría de A Coruña, ría de Corme y ría de Laxe, ría de Camariñas, ría de Lires y ría de Corcubión. Entre el cabo de Ortegal y el cabo Fisterra, la costa gallega adopta una dirección NE-SO muy marcada. Las rías cantábricas, y la región que enlaza con las sierras prelitorales se conoce como A Mariña, mientras que la costa entre el cabo Ortegal y el de San Adrián se conoce como el golfo Ártabro, entre el cabo San Adrián y el de Fisterra se encuentra la Costa da Morte.

En el sur podemos diferenciar tres conjuntos:

1. Las Rías Baixas: ría de Muros e Noia, ría de Arousa, ría de Pontevedra, ría de Vigo y Baiona. Son llamadas Rías Baixas tanto por estar en el sur como porque no presentan acantilados. Son rías amplias salpicadas por multitud de islas, entre las que destacan las Illas Cies, Illa de Ons e Illa de Sálvora.

2. Las sierras prelitorales son bloques graníticos elevados que se encuentran intensamente fracturados. Los ejes más importantes son las sierras de Testeiro (920 m), Suido (1.055 m) y Faro (1.151 m). De aquí parten numerosos ríos, cortos y rápidos.

3. Las depresiones y las sierras interiores ourensanas. Esta es la región por la que discurre el curso medio del río Miño. Distinguimos la depresión de Ourense de unos 200 metros de altitud, que está rodeada de un conjunto de tierras ligeramente más altas, unos 600 metros y en la que se encuentran otras depresiones menores: Arnoia, Carballiño, Maceda en Ourense; y el sector oriental, un conjunto montañoso de bloques elevados y hundidos entre las que destacan las sierras de San Mamede (1.707 m) y Queixa, su mayor pico es el de Cabeza de Manzaneda (1.778 m). Aquí se encuentran las fosas de A Limia, Monterrei o Verín, O Bolo y Valdeorras en la provincia de Ourense, que canalizan ríos afluentes del río Sil. Este conjunto se cierra por el sur por altas sierras, donde se alcanzan las mayores altitudes de Galicia, como las de Larouco (1.397 m), Xures (1.458 m), Laboeiro (1.300 m), y se encuentra la mayor elevación, Pena Trevinca (2.124 m) que hacen de frontera con Castilla y León.

La influencia de la climatología en cualquier actividad forestal, es determinante. En el caso de Galicia y las explotaciones forestales, serán lluvia y viento los factores que condicionen en mayor medida los rendimientos, los costes y la seguridad de los trabajos.

Es muy frecuente la realización de trabajos de desembosque y saca con el suelo mojado y muchas veces empapado, incluso con tractores agrícolas. Esto puede ocasionar graves problemas de compactación, de alteración radical de las condiciones de las vías de saca y pistas forestales.

La pendiente es un importante condicionante de la explotación forestal en Galicia. No porque sean frecuentes pendientes muy elevadas (el 54% del territorio tiene pendiente inferior al 20%) sino porque su efecto se ve muy agravado por la disposición de la parcela de corte en la ladera. Es muy frecuente que las parcelas procedan de divisiones de herencias en fajas en el sentido de la pendiente desde la cima al valle. Cuando se explota una sola de estas parcelas (algunas veces de unos pocos metros de anchura), el tractor ha de trabajar por la línea de máxima pendiente para no invadir propiedades colindantes. Pendientes bajas-medias se convierten entonces en problemas costosamente superables.

6.7. FACTORES SOCIOECONÓMICOS: INCENDIOS

La zona de estudio presenta una gran diversidad de ecosistemas forestales, lo que provoca que los bosques sean especialmente sensibles a daños bióticos y abióticos. De estos factores, el de mayor relevancia es, sin duda, el fuego. Los incendios forestales tienen un papel relevante en la producción y gestión forestal.

En el Norte y Centro de Portugal, sólo entre los años 2003 y 2005, ardieron más de 489.000 ha de bosque. En Galicia, el 2006 fue un año trágico, ardiendo una superficie superior a 93.887 ha.

Superficie media anual afectada y número de incendios forestales (1996-2006)

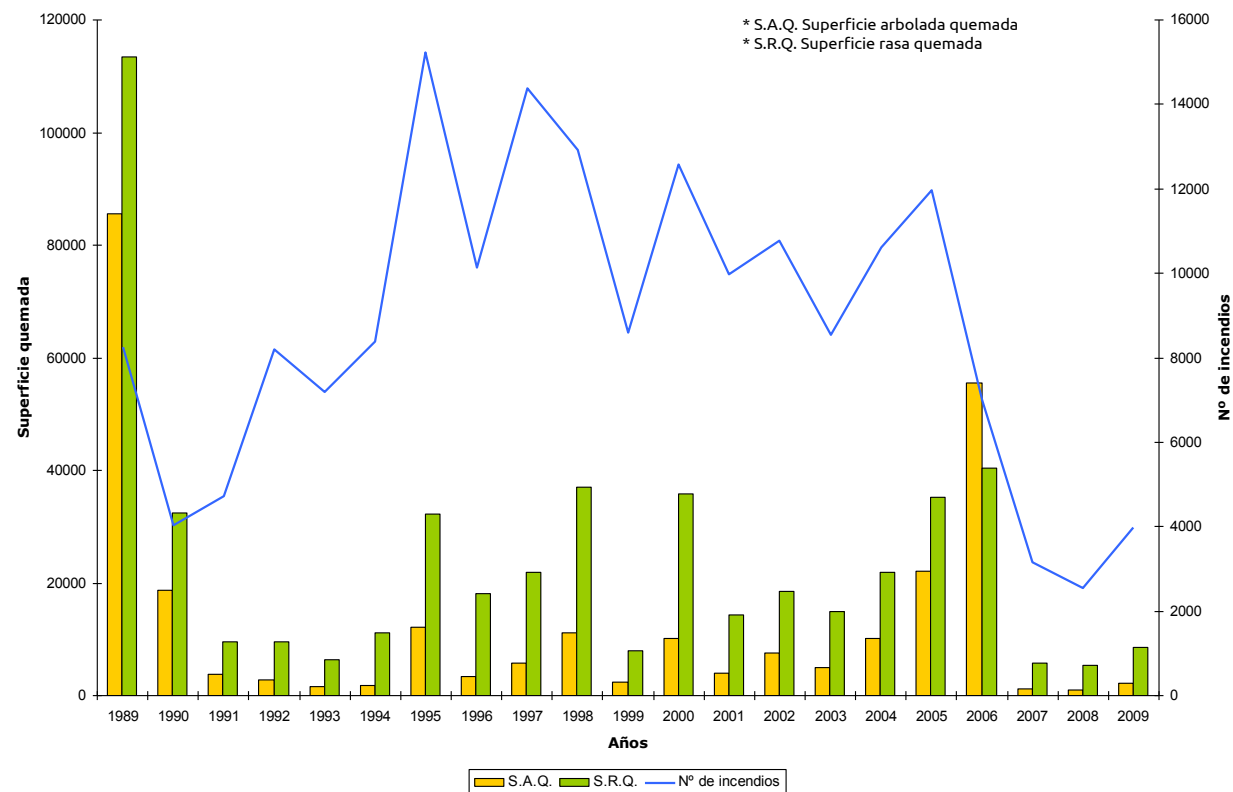
Fuente. Enersilva. 2007

ZONA	TERRENOS FORESTALES (ha)	MONTES ARBOLADOS (ha)	NÚMERO MEDIO ANUAL DE INCENDIOS (ha)	SUPERFICIE MEDIA QUEMADA POR INCENDIO (ha)
GALICIA	34.502,8	12.340	10.686	3,2
NORTE DE PORTUGAL	56.120	21.967	16.840	3,3

¹ Número medio anual de incendios por año durante el período 1996-2006.

Superficie quemada en Galicia. Nº incendios (1989-2009)

Fuente. PLADIGA. 2010



6.8. INDUSTRIA FORESTAL

La industria forestal, en particular la dedicada a la transformación de la madera, sigue siendo uno de los mayores sectores de actividad en las regiones del sur de Europa.

En la siguiente tabla se observa la distribución de las empresas e industrias de la madera por subsectores, del mismo modo se puede observar que el Norte de Portugal posee un gran potencial industrial, al tener más de 13.000 empresas dedicadas a la industria forestal. En cuanto al sector con mayor representatividad en el número de empresas es el del mueble con casi 8.000 empresas entre Galicia y Norte de Portugal.

Número de empresas e industrias de la madera

Fuente. Enersilva. 2007

ZONA	SERRERÍAS	EMBALAJES	CARPINTERÍA	MUEBLE	TABLERO, CONTRACHAPADOS Y OTROS	PASTA DE PAPEL Y CARBÓN	TOTAL EMPRESAS
GALICIA	365	56	1.055	1.213	41	6	2.736
PORTUGAL	981	**	1.055	6.650	197	416	13.256

** Incluido en la industria de pasta de papel y cartón

De las regiones en estudio, Portugal presenta el mayor número de puestos de trabajo (87.666) asociados a la "industria forestal", estando casi el 50% de estos puestos relacionados con la industria del mueble.

El sector en Galicia da empleo a más de 20.000 personas. Los trabajadores poseen una baja cualificación y, lo que es peor, una baja consideración. El envejecimiento y migración de la población rural y la remuneración, que no puede competir con otros sectores como la construcción, hace que la oferta de fuerza laboral forestal esté en continuo descenso desde hace tiempo. Sin embargo, la necesidad de las empresas de servicios y la demanda de madera por parte de las industrias, muchas de las cuales están en procesos de ampliación de su capacidad, aumenta y se considera que seguirá creciendo en los próximos años.

Empleo en la industria maderera

Fuente. Enersilva. 2007

ZONA	SERRERÍAS	EMBALAJES	CARPINTERÍA	MUEBLE	TABLERO, CONTRACHAPADOS Y OTROS	PASTA DE PAPEL Y CARBÓN	TOTAL EMPRESAS
GALICIA	3.700	500	15.020	ND	2.700	926	22.846
PORTUGAL	9.553	**	18.675	43.344	3.641	12.453	87.666

** Incluido en la industria de pasta de papel y cartón

6.9. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Las áreas protegidas son esenciales para la conservación de especies, hábitats y paisaje. Su existencia puede requerir algunos cuidados y limitaciones a la recogida de biomasa. Galicia tiene una superficie de 29.574 km². En su territorio tienen cabida gran diversidad de espacios y especies naturales gracias a su disposición geográfica y orografía. La altitud varía entre el nivel del mar y los fondos marinos, hasta la cota máxima de 2.124 metros que se corresponde con Pena Trevinca, aunque la mayor parte del territorio se sitúa entre los 200 y 600 metros de altitud.

La Red Gallega de Espacios Protegidos representa más del 12% de la superficie total gallega, en ella se recogen aquellos espacios naturales de la comunidad autónoma que disponen de régimen especial de protección en virtud de las diferentes normativas autonómicas, estatales o comunitarias; así como convenios internacionales.

Los espacios naturales protegidos pueden contar con distintas categorías o figuras de reconocimiento y diferentes tipos de protección,

los cuales, por otra parte, pueden superponerse en un espacio determinado.

Adoptando una clasificación en función del régimen jurídico establecido en cada caso, de acuerdo con la distinta naturaleza de los valores a proteger y/o la finalidad perseguida, los espacios protegidos pueden estar acogidos a un régimen de protección nacional, comunitario e internacional, solapándose en numerosas ocasiones.

A continuación se abordan con más detalle estos tres distintos niveles de protección a los que se ha hecho referencia.

A) Espacios Naturales Protegidos (E.N.P.), declarados al amparo de la legislación interna española.

La Ley estatal 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres establecía diferentes figuras de protección: Parques, Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos. Las Comunidades Autónomas y los Entes Locales pueden establecer, además, otras figuras diferentes y regular sus correspondientes medidas de protección.

Por su parte, según la nueva Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, los espacios naturales protegidos, ya sean terrestres o marinos, se clasificarán, al menos, en alguna de las siguientes categorías: Parques, Reservas Naturales, Áreas Marinas Protegidas, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos.

La figura más importante que posee Galicia es la del Parque Nacional marítimo-terrestre das Illas Atlánticas de Galicia que fue establecido mediante la Ley 15/2002, de 1 de julio (BOE núm. 157, de 02.07.2002), puntualmente modificada por la Ley 53/2002, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social (BOE núm. 313, de 31.12.2002, artículo 121).

B) Espacios acogidos al régimen de protección de la normativa de la Unión Europea.

Por lo que respecta al régimen de protección comunitario, desde la anterior Dirección General para la Biodiversidad, del Ministerio de Medio Ambiente, se empezó a trabajar en la constitución de la Red ecológica comunitaria "NATURA 2000", ya comentada, definiendo las Zonas Especiales de Conservación (ZECs) para la protección de hábitats naturales y hábitats de especies animales (salvo aves) y vegetales de interés comunitario, así como las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPAS). Se ha tratado con ello de aplicar en toda su extensión tanto la vigente legislación comunitaria (Directiva 92/43/CEE, Hábitats, que establece la necesidad de crear ZECs -actualizada por la Directiva 97/62/CE-, que sustituye los anexos de aquella-, y Directiva 79/409/CEE, Aves, que instaura la figura de las ZEPAs -modificada por la Directiva 97/49/CE, y actualmente derogada a efectos de codificación por la Directiva 2009/147/CE-), como la de carácter nacional.

Figuras jurídicas de protección en Galicia

Fuente. Consellería do Medio Rural. 2010

ESPACIO	FIGURA JURÍDICA DE PROTECCIÓN
Parque Nacional marítimo-terrestre das Illas Atlánticas de Galicia	PARQUE NACIONAL
Baixa Limia –Serra do Xurés	PARQUE NATURAL
Complejo dunar de Corrubedo e Lagoas de Carregal e Vixán	
Fragas do Eume	
Monte Aloia	
O Invernadeiro	
Serra da Enciña da Lastra	
A praia das Catedrais	MONUMENTO NATURAL
Carballa da Rocha	
Costa de Dexo	
Fraga de Catasós	
Pena Corneira	
Souto da Retorta	
Souto de Rozabales	
Complejo das praias, Lagoa e duna de Corrubedo	HUMEDAL PROTEGIDO
Complejo intermareal Umia – O Grove, A Lanzada	
Lagoa e Areal de Valdoviño	
Ría de Ortigueira e Ladrído	
Ría de Ribadeo	
Penedos de Pasarela e Traba	PAISAXE PROTEXIDA
Val do río Navea	

C) Espacios naturales acogidos a un régimen de protección internacional.

En este último grupo, existen en España 33 Reservas de la Biosfera, y 63 humedales del Convenio de Ramsar. Con respecto a Galicia, existen cinco áreas declaradas como Reserva de la Biosfera, como se indica en la tabla siguiente:

Reservas de la Biosfera. Galicia	
Fuente. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO	
RESERVA DE LA BIOSFERA	PROVINCIA
Os Ancares lucenses e Montes de Navia, Cervantes e Becerreá	LUGO
Río Eo, Oscos e Terras de Burón	
Terras do Miño	
Área de Allariz	OURENSE
Baixa Limia – Serra do Xurés	

Zonas RAMSAR. Galicia	
Fuente. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, MEDIO RURAL Y MARINO	
RESERVA DE LA BIOSFERA	PROVINCIA
Rías de Ortigueira e Ladrído	A CORUÑA
Lagoa e Areal de Valdoviño	
Complexo das praias, Lagoa e duna de Corrubedo	
Ría do Eo - Ribadeo	LUGO
Complexo intermareal Umia - O Grove, A Lanzada, Punta Carreirón e Lagoa Bodeira	PONTEVEDRA

D) Otros espacios protegidos.

Son espacios naturales protegidos que contienen elementos o sistemas naturales de particular valor, interés o singularidad, tanto debido a la acción y evolución de la naturaleza como derivados de la actividad humana, que por propuesta de los ayuntamientos, instituciones y los propietarios particulares pueden proponer a la Consellería de Medio Rural su declaración.

Espacios naturales de interés local, son espacios integrados en un término municipal que por sus singularidades sean merecedores de algún tipo de protección de sus valores naturales, se pueden incluir en esta categoría:

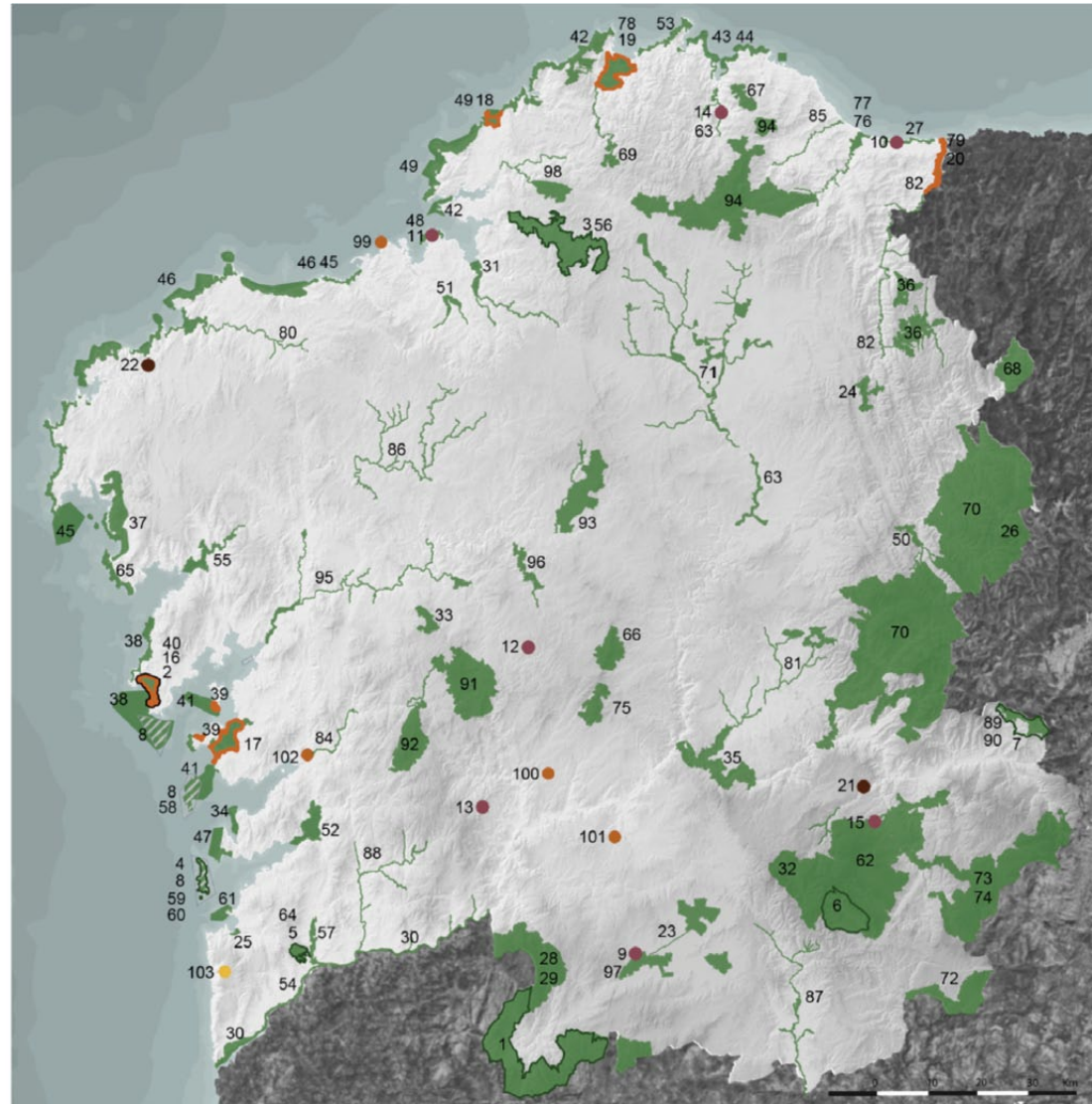
- Puzo do Lago (Maside – Ourense)
- Voutureira (San Cibrao das Viñas – Ourense)

Espacios privados de interés natural, son terrenos pertenecientes a instituciones o propietarios particulares, en los que existan formaciones naturales, especies o hábitats de flora y fauna silvestre en los que se considere de interés su protección. Se incluye en esta categoría el espacio denominado Sobreiras do Faro – Oia.

Red gallega de espacios naturales protegidos (Ley 9/2001 de Conservación de la Naturaleza)

Fuente. Xunta de Galicia. Directrices de ordenación do territorio.2010

parques naturales	□		
Baixa Limia-Serra do Xurés	1	Costa da Morte	45
Complexo dunar de Corrubedo e lagoas de Carregal e Vixán	2	Costa da Morte (Norte)	46
Fragas do Eume	3	Costa da Vela	47
Illas Cíes	4	Costa de Dexo	48
Monte Aloia	5	Costa de Ferrolterra-Valdoviño	49
O Invernadoiro	6	Cruzul-Aqueira	50
Serra da Enciña da Lastra	7	Encoro de Abegondo-Cocobre	51
		Ensedada de San Simón	52
parques nacionales	▨	Estaca de Bares	53
Marítimo Terrestre das Illas Atlánticas de Galicia	8	Esteiro do Miño	54
		Esteiro do Tambre	55
monumentos naturais	●	Fragas do Eume	56
A Carballeira da Rocha	9	Gándaras de Budiño	57
A praia das Catedrais	10	Illas de Ons	58
Costa de Dexo	11	Illas Cíes	59
Fraga de Calasós	12	Illas Cíes	60
Serra de Pena Corneira	13	Illas Estelas	61
Souto de Retorta	14	Macizo Central	62
Souto da Rozavales	15	Miño-Neira	63
		Monte Aloia	64
humidales protegidos	□	Monte e Lagoa de Louro	65
Complexo das praias lagoa e duna de Corrubedo	16	Monte Faro	66
Complexo intermareal Umia-O Grove, A Lanzada,		Monte Maior	67
punta Carreirón e Lagoa Bodeira	17	Negreira	68
Lagoa e areal de Valdoviño	18	Ortigueira-Mera	69
Ría de Ortigueira e Ladrado	19	Os Ancares-O Courel	70
Ría de Ribadeo	20	Parga-Ladra-Támoga	71
		Pena Maseira	72
paisajes protegidos	●	Pena Trevinca	73
Val do río Navea	21	Pena Trevinca	74
Penedos de Pasarela e Traba	22	Pena Vaidosa	75
		Ría de Foz	76
ZEPVN (zonas de especial protección de los valores naturales)	■	Ría de Foz	77
A Limia	23	Ría de Foz-Masma	78
A Marronda	24	Ribadeo	79
A Ramallosa	25	Río Anllóns	80
Ancares	26	Río Cabe	81
As Catedrais	27	Río Eo	82
Baixa Limia	28	Río Landro	83
Baixa Limia-Serra do Xurés	29	Río Lárez	84
Baixo Miño	30	Río Curo	85
Betanzos-Mandoe	31	Río Tambre	86
Bidueiral de Montederramo	32	Río Támega	87
Erañas de Xestoso	33	Río Tea	88
Cabo Udra	34	Serra da Enciña da Lastra	89
Canón do Sil	35	Serra da Enciña da Lastra	90
Carballido	36	Serra do Candán	91
Carnota-Monte Pindo	37	Serra do Carido	92
Complexo Húmido de Corrubedo	38	Serra do Carodón	93
Complexo Intermareal Umia-O Grove	39	Serra do Xistral	94
Complexo Litoral de Corrubedo	40	Sistema Fluvial Ulla-Deza	95
Complexo Ons-O Grove	41	Sobreirais do Arneio	96
Costa Artabra	42	Veiga de Ponteliñares	97
Costa da Mariña Occidental	43	Xubia-Castro	98
Costa da Mariña Occidental	44		
		Espazos naturais de interese local	●
		Illas de San Pedro	99
		Puzo do Lago	100
		Voutureira	101
		Xunqueira de Alba	102
		Espazos privados de interese natural	●
		Sobreiras do Faro	103

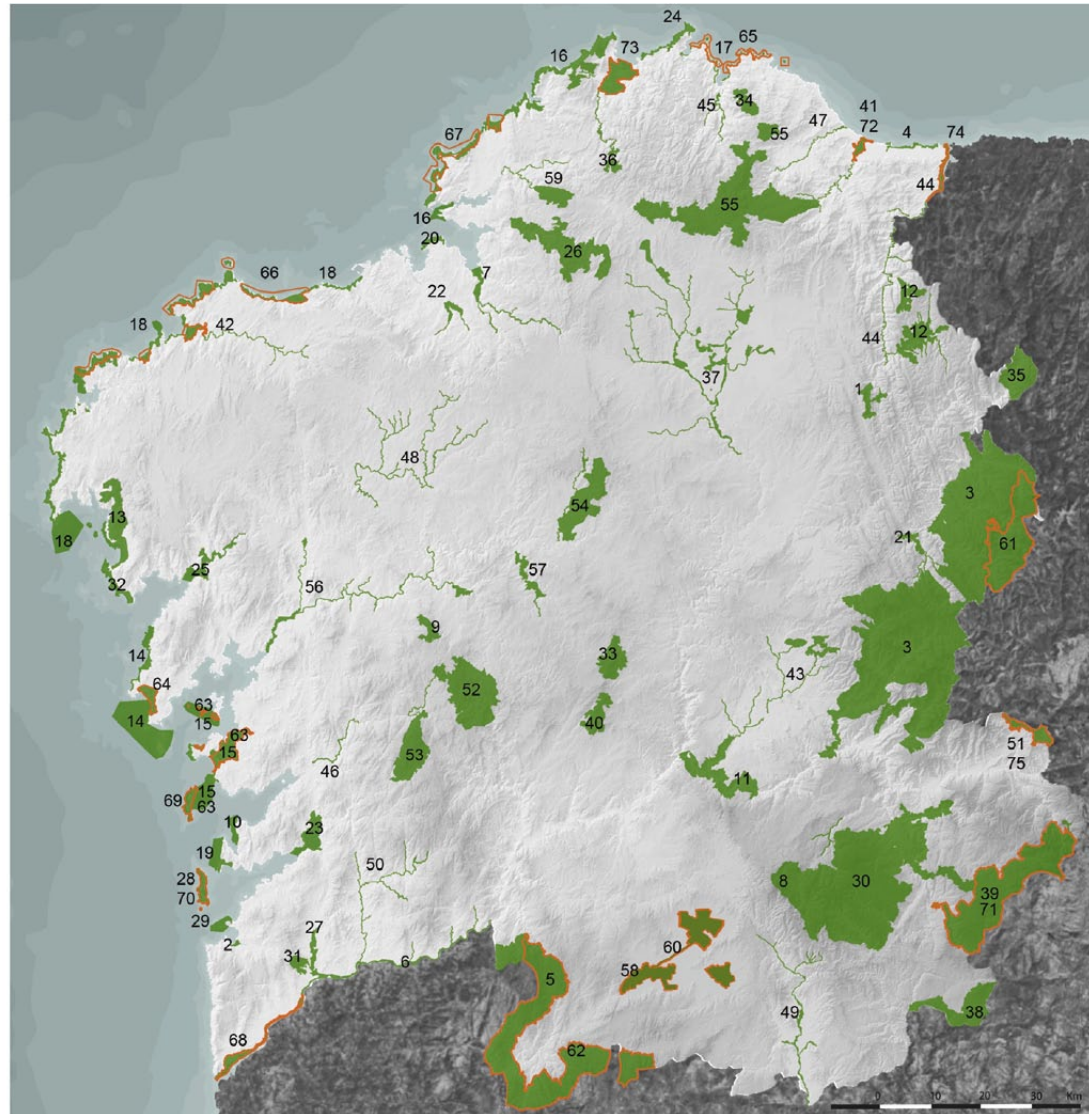


Red Natura 2000

Fuente. Xunta de Galicia. Directrices de ordenación do territorio.2010

Los espacios de la Red natura 2000 forman parte de la Red gallega de espacios protegidos bajo la figura de ZEPVN.

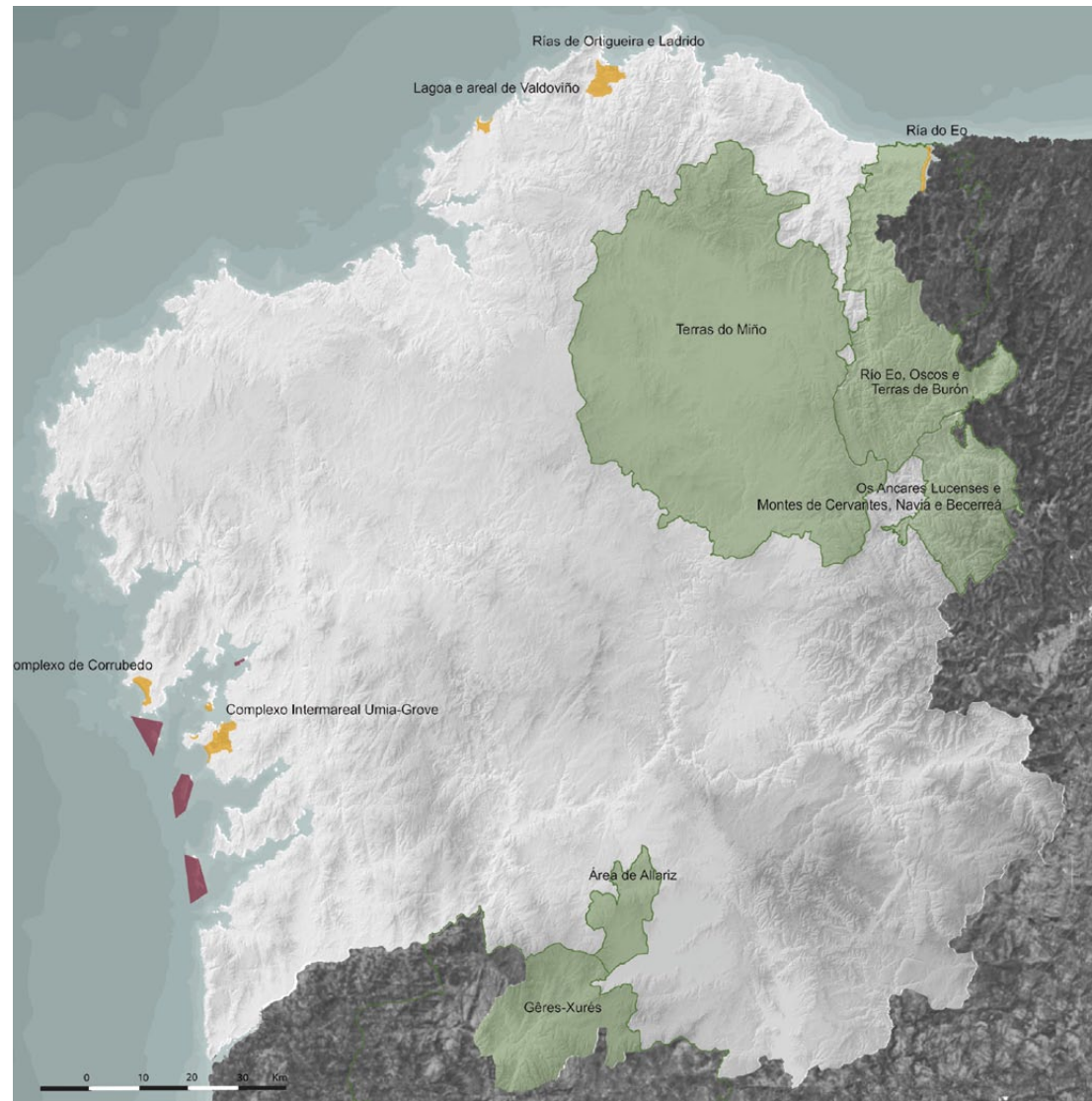
Lugar de interés comunitario		Ría de Foz-Masma	41
A Marronda	1	Río Anllóns	42
A Ramalosa	2	Río Cabe	43
Ancares-Courel	3	Río Eo	44
As Catedrais	4	Río Landro	45
Baixa Limia	5	Río Lerez	46
Baixo Miño	6	Río Ouro	47
Betanzos-Mandedo	7	Río Tambre	48
Bidueiral de Montederramo	8	Río Tamega	49
Brañas de Xestoso	9	Río Tea	50
Cabo Udra	10	Serra da Enciña da Lastra	51
Cañón do Sil	11	Serra do Candán	52
Carballido	12	Serra do Cando	53
Carnota-Monte Pindo	13	Serra do Careño	54
Complejo Húmido de Corrubedo	14	Serra do Xistral	55
Complejo Ons-O Grove	15	Sistema Fluvial Ulla-Deza	56
Costa Antabra	16	Sobreiraís do Arago	57
Costa da Mariña Occidental	17	Veiga de Ponteliñares	58
Costa da Monte	18	Xubia-Castro	59
Costa da Vela	19		
Costa de Dexo	20	Zona de especial protección de aves	
Cruzal-Agueira	21		
Encoro de Abegondo-Cecebre	22	A Limia	60
Enseada de San Simón	23	Ancares	61
Estaca de Bares	24	Baixa Limia- Serra do Xurés	62
Esteiro do Tambre	25	Complejo Intermareal Umia-O Grove, A Lanzada, punta Carneirón e Lagoa Bodeira	63
Fragas do Eume	26	Complejo Litoral de Corrubedo	64
Gandaras de Budiño	27	Costa da Mariña Occidental	65
Illas Cíes	28	Costa da Monte (Norte)	66
Illas Estrelas	29	Costa de Ferrolterra- Valdoviño	67
Macizo Central	30	Esteiro do Miño	68
Monte Aloia	31	Illa de Ons	69
Monte e Lagoa de Louro	32	Illas Cíes	70
Monte Faro	33	Península Trevinca	71
Monte Maior	34	Ría de Foz	72
Nagueira	35	Ría de Ortigueira e Ladrido	73
Ortigueira-Mera	36	Ribadeo	74
Parga-Ladra-Támoga	37	Serra da Enciña da Lastra	75
Pena Maseira	38		
Pena Trevinca	39		
Pena Veidosa	40		



Áreas protegidas de ámbito internacional

Fuente. Xunta de Galicia. Directrices de ordenación do territorio.2010

- Reserva da Biosfera
- Zonas RAMSAR
- Zonas OSPAR



6.10. ACCESIBILIDAD

6.10.1. RED VIARIA

Galicia cuenta con una moderna red de carreteras que permite comunicar con rapidez y seguridad las cuatro provincias entre sí, con el resto de la península y también con Europa.

En los últimos años se ha abordado una considerable mejora en la red viaria que ha permitido la reducción de tiempos así como el incremento de la seguridad en las mismas.

La dispersión de población y parcelas hace que pese a la superabundancia de "pistas", exista la imposibilidad de servir a todos los predios. Además por el enorme coste que esta abundancia supone son evidentes las deficiencias de construcción, de dimensionado y de mantenimiento. En muchos casos no es, la explotación forestal, el fin para el que se construyen y actuaciones como el asfaltado suponen restricciones a su uso por parte de los camiones.

El problema no es pues la inexistencia de infraestructuras que puedan servir para la explotación, el problema es la adaptación de las mismas, principalmente cargaderos y caminos, a ese uso.

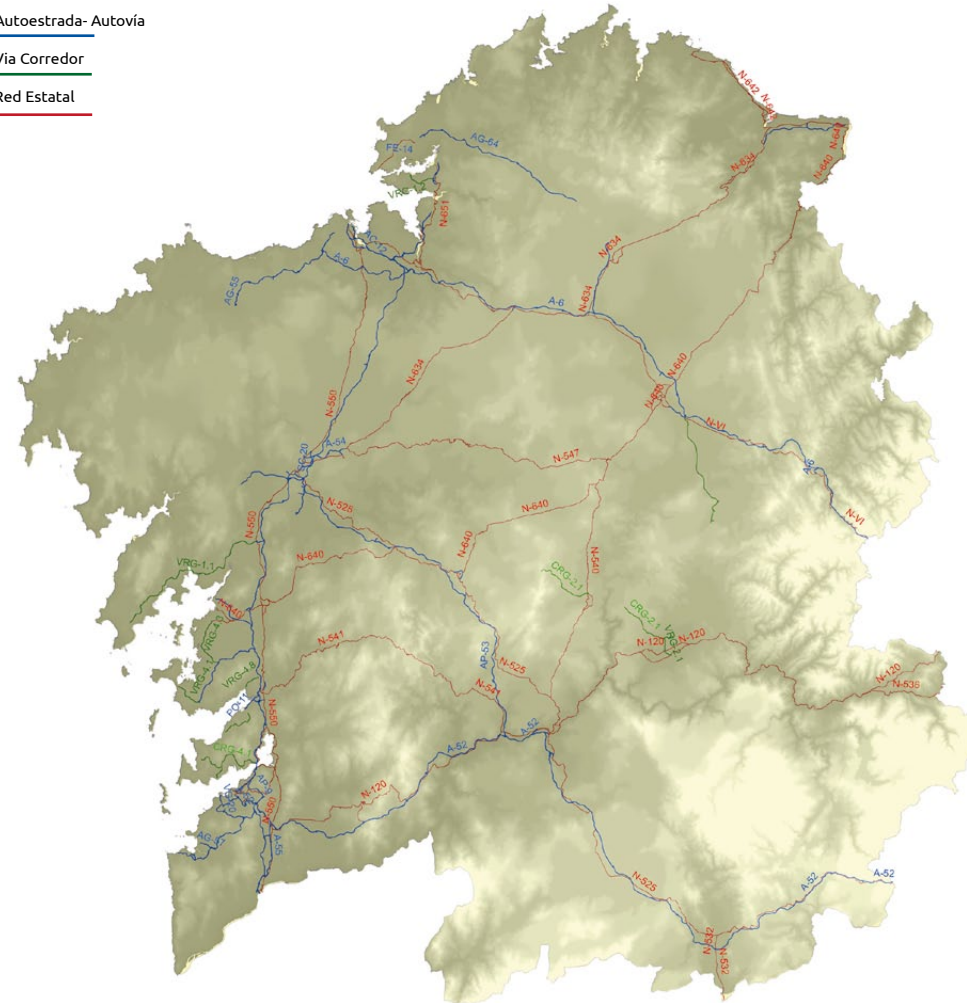
Red viaria

Fuente. Xunta de Galicia. Consellería de Economía e Industria

Autoestrada- Autovía

Via Corredor

Red Estatal



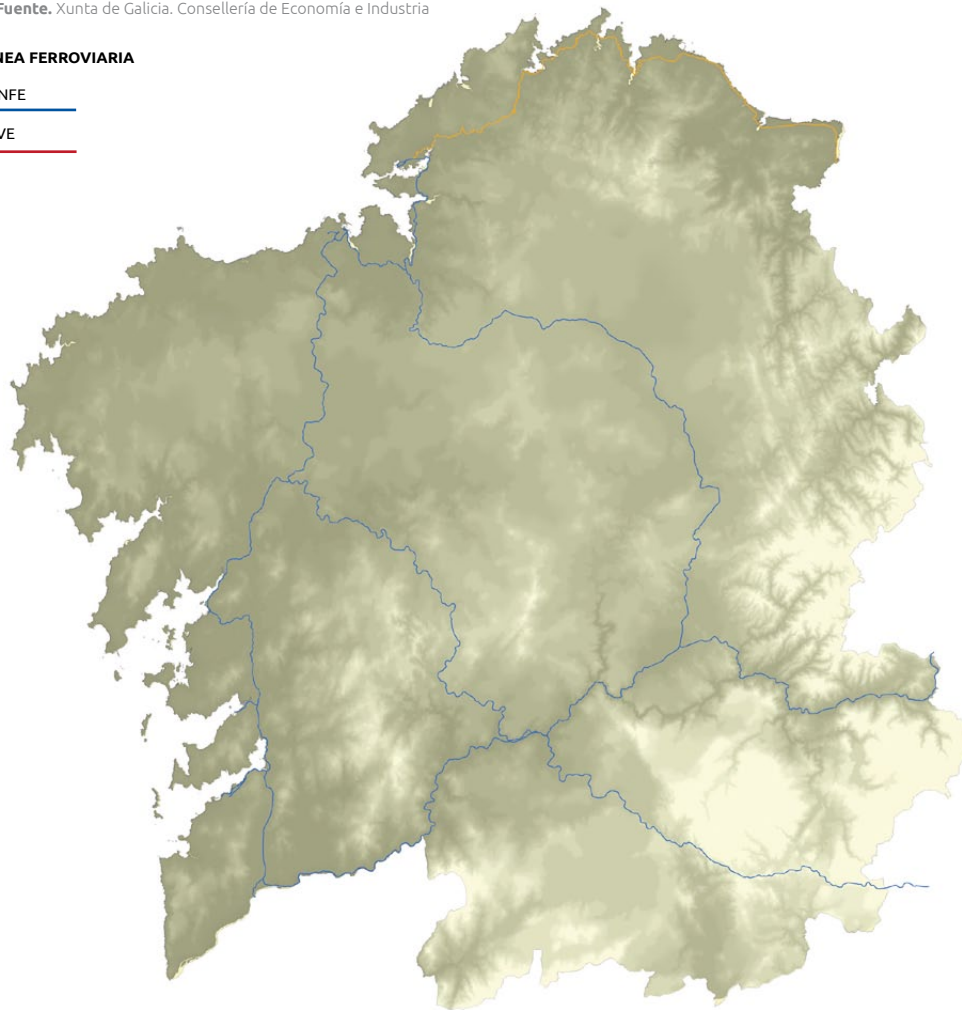
Red ferroviaria

Fuente. Xunta de Galicia. Consellería de Economía e Industria

LINEA FERROVIARIA

RENFE

FEVE

**6.10.2. RED FERROVIARIA**

En la actualidad el ferrocarril conecta entre si las principales ciudades gallegas y comunica Galicia con el resto de España y Portugal. El nuevo plan de inversiones en la red ferroviaria gallega contempla el AVE que interconectará asimismo las principales ciudades gallegas y las comunicará con el centro de la Península.

6.10.3. PUERTOS Y AEROPUERTOS

Galicia ocupa una privilegiada posición marítima, con 127 puertos a lo largo de su costa; los más importantes son -de norte a sur- los de San Cibrao, Ferrol, A Coruña, Vilagarcía, Marín y Vigo. Los puertos de Ferrol, A Coruña y Vigo están situados en las principales rutas de transporte marítimo internacional entre Europa, América y Asia, situando así los puertos gallegos en una posición estratégica que ha permitido una cierta especialización en carga y descarga de graneles, productos pesqueros, y mercancía general diversa; además de contar con líneas regulares feeder, y actividad crucerística. Cabe señalar que estos puertos son los primeros de España en descargas tanto de pescado fresco como congelado.

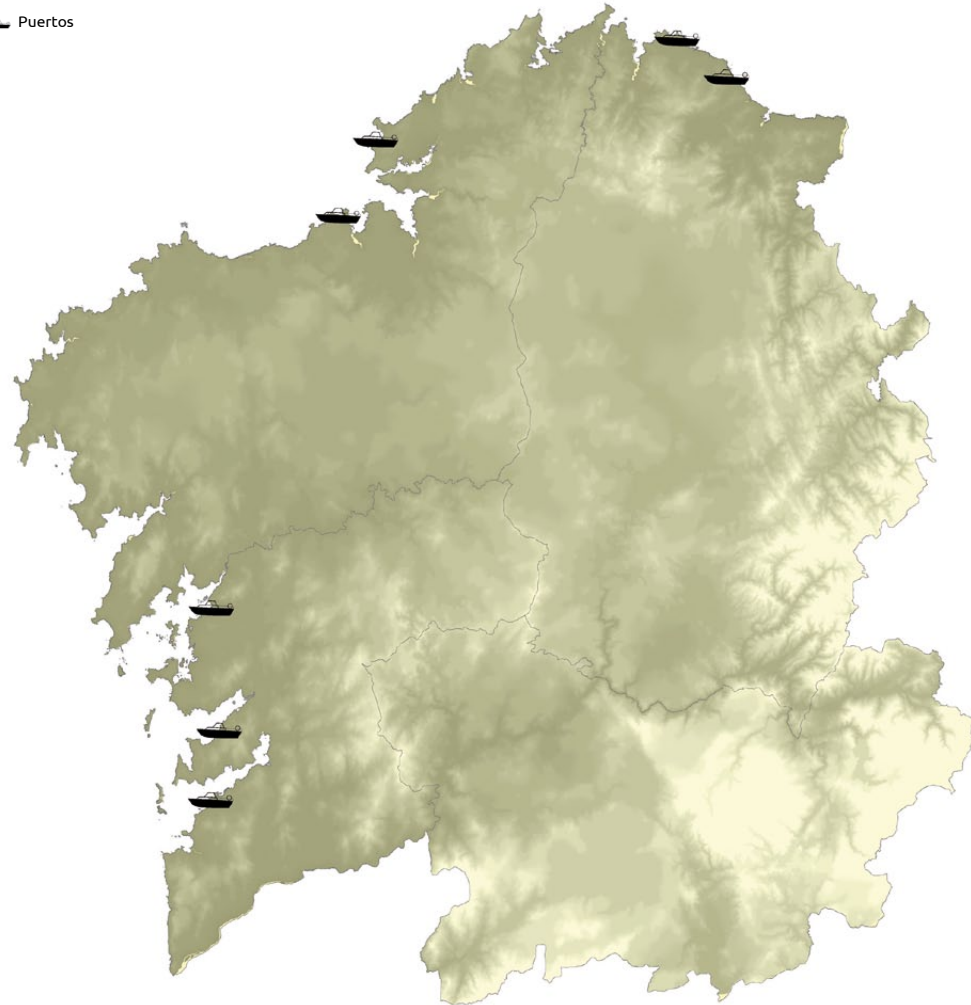
Con el fin de dotar a Galicia con mejores y mayores infraestructuras portuarias y colocarla a la vanguardia del transporte marítimo internacional, se han acometido recientemente grandes obras con la construcción del Puerto Exterior de Ferrol, ya en servicio y que se presenta como oportunidad logística para las grandes navieras mundiales de contenedores por sus grandes superficies y calados, y el Puerto Exterior de A Coruña, en construcción y llamado a ser un gran polo portuario e industrial.

Galicia cuenta en Vigo con una de las tres Zonas Francas existentes a nivel nacional, la única en el noroeste de la península.

Red portuaria

Fuente. Xunta de Galicia. Consellería de Economía e Industria

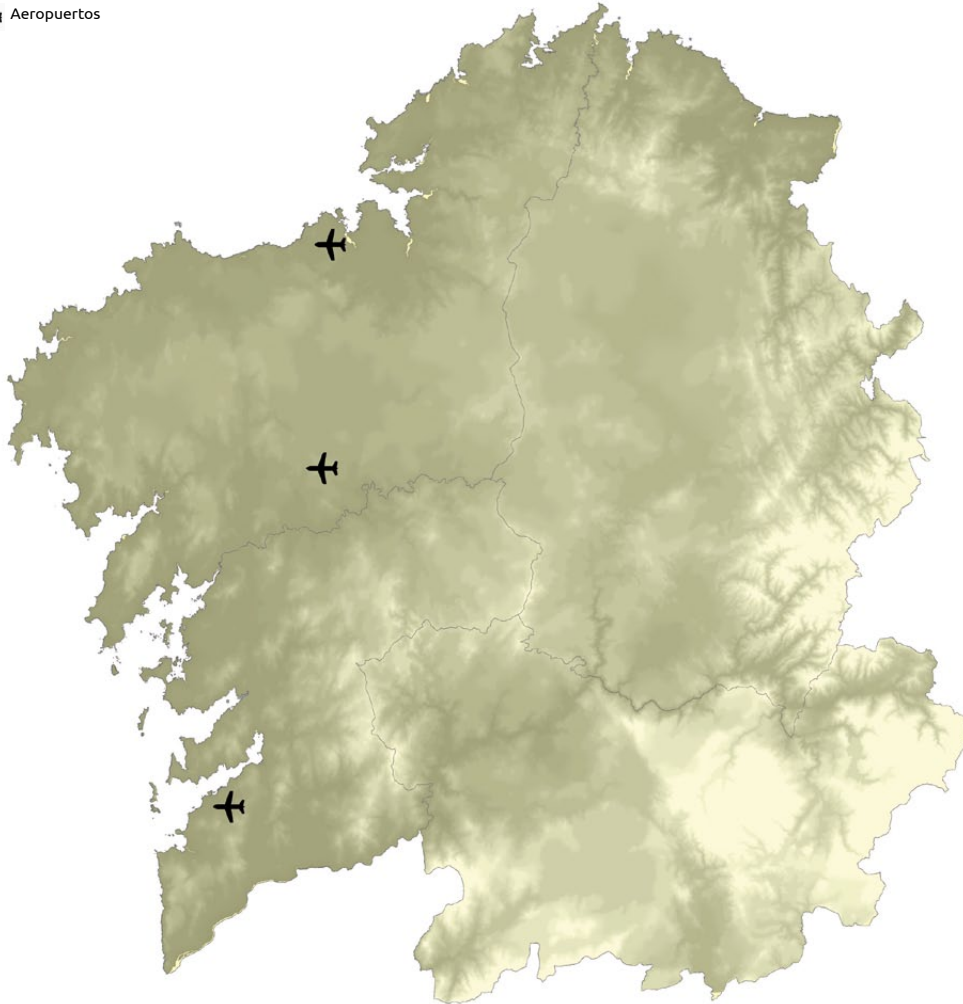
— Puertos



Aeropuertos

Fuente. Xunta de Galicia. Consellería de Economía e Industria

✈ Aeropuertos



Las infraestructuras señaladas en materia de comunicación se complementan con la existencia de tres aeropuertos situados en A Coruña, Santiago y Vigo que cumplen los requisitos de la Comisión Europea para ser considerados aeropuertos comunitarios de carácter internacional. Actualmente los tres aeropuertos gallegos tienen varios vuelos diarios con las principales ciudades españolas, así como diversas conexiones internacionales directas.

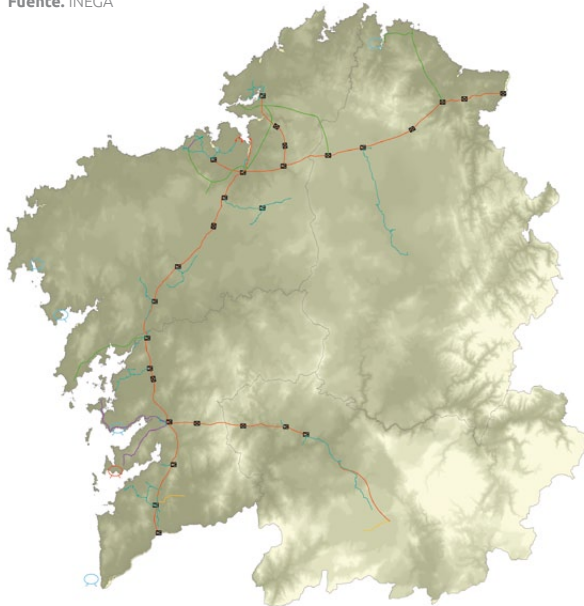
6.10.4. RED DE GAS

En la actualidad, el gasoducto Braga-Tui-Ribadeo-Asturias-León tiene un diámetro de 20" (pulgadas), lo que deja disponible para Galicia una capacidad de 5.000 millones de termias anuales mediante la colocación de estaciones de compresión. Del gasoducto principal salen cuatro derivaciones en alta presión a 80 bar (AP 80) -ramal a Ourense (10"), ramal a Ferrol (8"), ramal a A Coruña (14") y ramal a Curtis (4")- y otros ramales en alta presión a 16 bar (AP 16) que alimentan las redes de las localidades próximas a dichos gasoductos principales y a Lugo.

Por otra parte, y como complemento al sistema gasístico gallego, existe la planta de regasificación de Mugardos (Comarca de Ferrol), con una capacidad de regasificación, en una primera fase, de 63.945 GWh/año, y en una segunda, de 93.011 GWh/año.

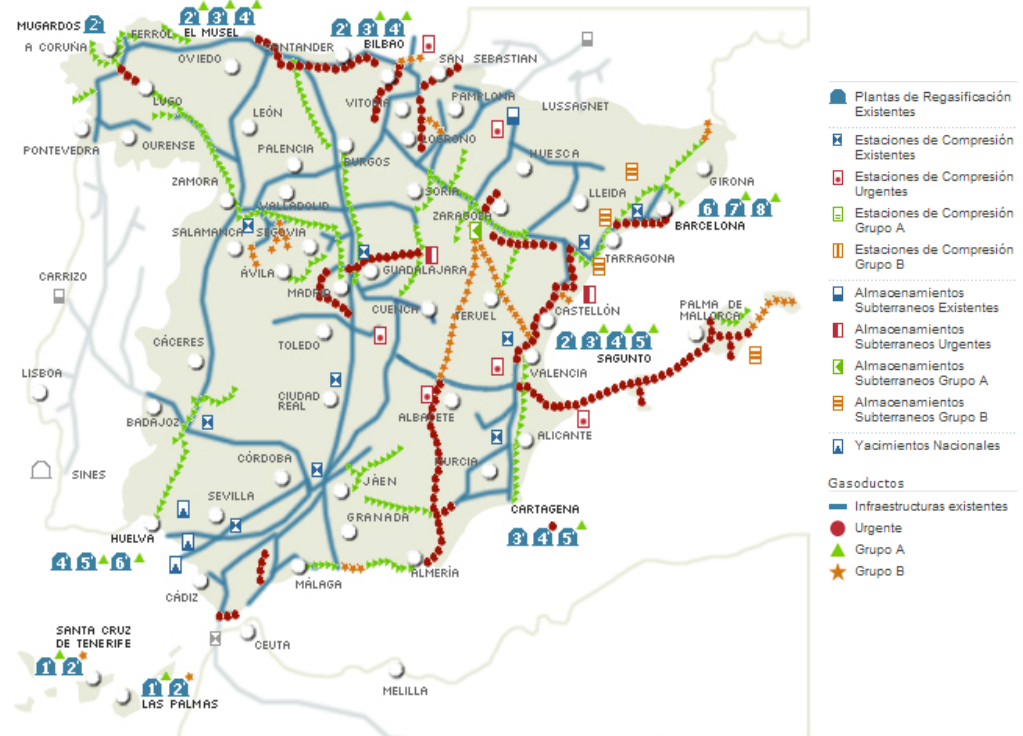
Red de Gas en Galicia

Fuente. INEGA



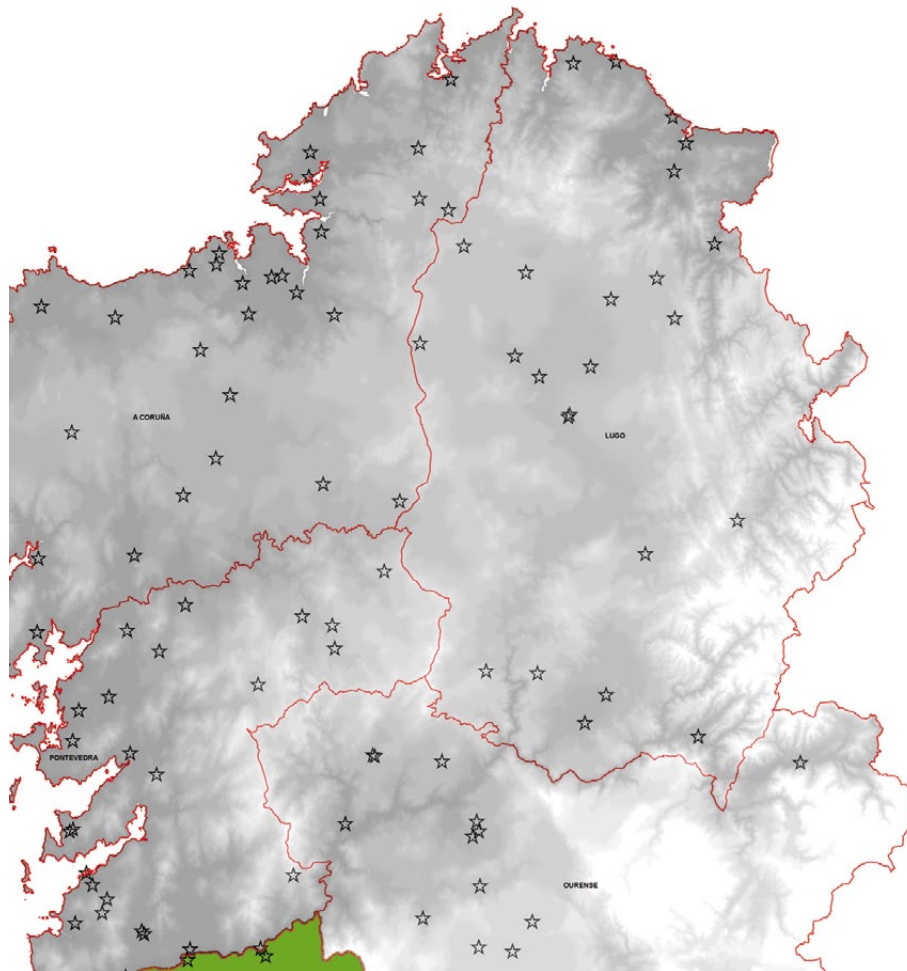
Red de Gas

Fuente. ENAGAS



Localización de los polígonos Industriales

Fuente. CESGA. 2011

**6.10.5. POLÍGONOS INDUSTRIALES**

Galicia está dotada con más de 100 polígonos industriales, comerciales y de servicios situados en las cuatro provincias gallegas, con una superficie que supera los 47.000.000 m². Además, están en proyecto o en construcción nuevos parques empresariales, lo que va a incrementar la oferta de terreno en más de 25.000.000 m², configurando así, la infraestructura de suelo hacia los próximos años para el asentamiento empresarial.

ANÁLISIS DE LOS
RECURSOS DE BIOMASA 7



7.1. CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA

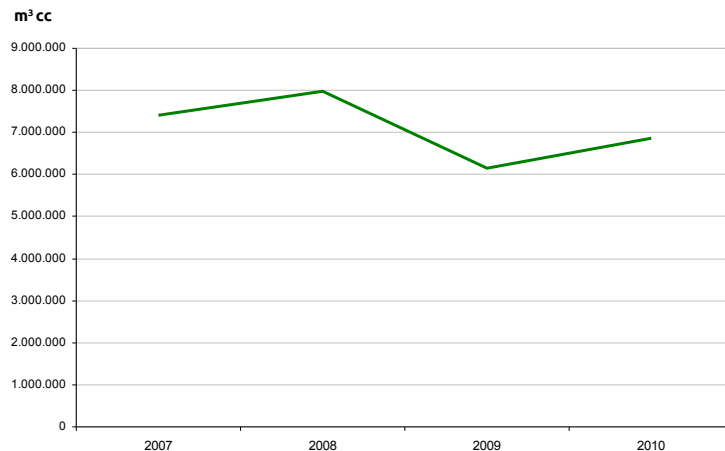
7.1.1. BIOMASA FORESTAL PRIMARIA

Aunque la generación de biomasa forestal primaria puede tener su origen en actividades diversas, como pueden ser claras y clareos, podas, selección de rebrotes, etc.; actualmente la mayor parte de la biomasa forestal primaria generada procede de aprovechamientos forestales que se corresponden con cortas finales.

La tendencia al alza registrada en los últimos años en las cortas de madera de Galicia se rompe en el año 2009. En este año, las cortas sufrieron un descenso significativo que las coloca a niveles del año 2003, recuperándose paulatinamente en el año 2010. En la gráfica siguiente se puede observar la evolución del volumen de cortas en Galicia en los últimos años.

Localización de los polígonos Industriales

Fuente. CESGA. 2011



Con respecto a las actividades silvícolas, los métodos de tratamiento más comunes de la biomasa forestal generada en estos aprovechamientos dependen de la actividad silvícola realizada, a continuación se describen las más habituales:

- **Desbroces:**

Consiste en eliminar el matorral existente en una zona. El proceso habitual del desbroce en Galicia es mediante medios manuales o mecánicos, dejando los restos vegetales esparcidos por la parcela.

- **Aclareos:**

Son cortas que se realizan en rodales coetáneos, generalmente en las etapas de regenerado/monte bravo, con el objeto de reducir la densidad de la masa, estimular el crecimiento de los árboles que quedan en pie, mejorar la calidad de la masa en el caso de aclareos selectivos, aumentar la producción total de materia útil,... Las operaciones más habituales en esta fase consiste en el aclareo mecanizado y sistemático, mediante la apertura de calles con medios mecánicos donde los restos son triturados, o corta de pies aislados mediante medios manuales, con el troceado posterior in situ de los restos.

- **Podas:**

La poda silvícola, es la eliminación de las ramas inferiores de los árboles en pie. El objetivo de la poda es prevenir la formación de nudos muertos en el tronco del árbol y que al aflojarse constituyen un efecto muy indeseable en la madera aserrada. De esta

forma el propósito de la poda es mejorar la calidad de la madera. El tratamiento de los restos, que pueden estar esparcidos o acordonados en el centro de la calle, suelen ser desbrozados in situ.

- **Claros:**

Es una operación de corta que tiene por finalidad reducir la densidad de la masa y mejorar la calidad de la misma mediante la extracción de pies muertos o mal formados. En algunas ocasiones, se realiza un desbroce y/o astillado de la biomasa residual con el fin de minimizar la presencia de restos en la zona objeto de intervención. Esta labor se suele llevar a cabo en caso de masas con marco de plantación, donde los restos de la clara son triturados en las calles existentes en la masa.

- **Cortas finales:**

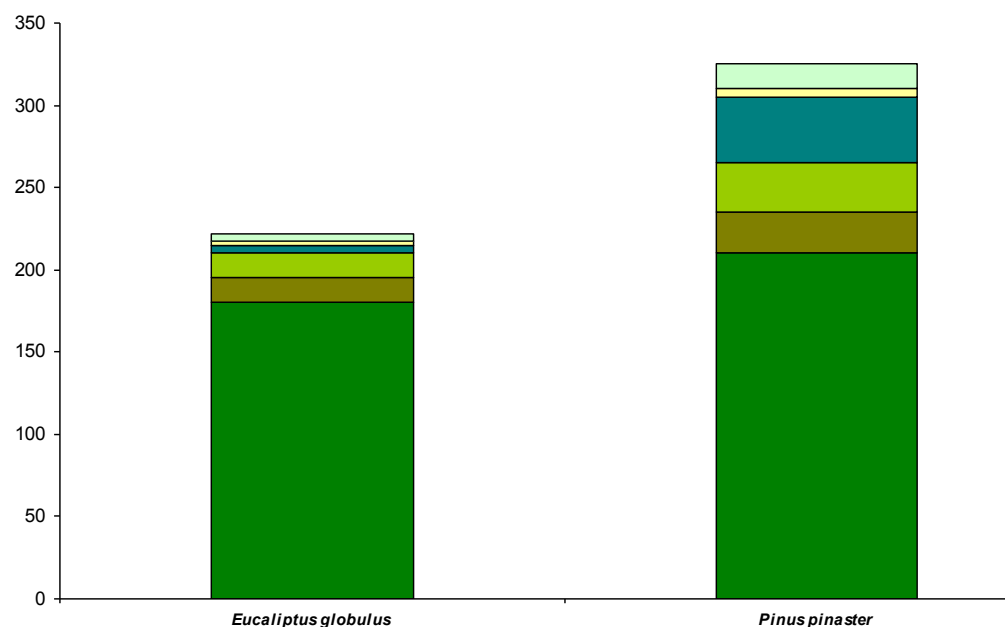
La corta final consiste en el último aprovechamiento del árbol en el que se obtendrá el mayor beneficio producido. Se llama "Turno de corta (T)" a la edad más adecuada para realizar la corta final en base a los diferentes objetivos perseguidos con la masa. De existir algún tratamiento sobre los restos de la corta, los más comunes son el amontonado o acordonado del material en el monte, el triturado de los restos dispersos por el área de corta o en menor medida la quema controlada. En algunas ocasiones, generalmente cuando la regeneración es artificial, se realiza una trituración de restos y/o astillado de la biomasa residual con el fin de facilitar las labores de plantación.

Distribución de biomasa según la parte del árbol

Fuente. Revista CIS MADERA



biomasa seca en t/ha



El consumo estimado de biomasa en labores silvícolas, que se utiliza con fines energéticos en el propio subsector es prácticamente nulo.

La biomasa forestal primaria procede principalmente de tres tipos de montes: bosques de producción maderera, bosques de producción principal no maderera y cultivos energéticos forestales. Dentro de cada una de estas categorías, pueden identificarse orígenes distintos de BFP según el tipo de operación silvícola que la generó.

7.1.1.1. BOSQUES DE PRODUCCIÓN MADERERA

Los montes de producción maderera más habituales en Galicia y el norte de Portugal son los formados por las especies *Pinus sp.*, *Eucalyptus sp.*, *Quercus sp* y *Castanea sp.*, etc. En ellos se genera biomasa forestal primaria a través de las operaciones realizadas en cortas finales o de regeneración, en los aprovechamientos intermedios con valor comercial, en las intervenciones silvícolas en plantaciones jóvenes de regeneración natural y operaciones silvícolas en plantaciones jóvenes de reforestación.

A) Aprovechamientos de cortas finales o de regeneración

En la realización de cortas finales o de regeneración se puede considerar BFP: ramas y rabeones de árboles de aprovechamiento maderero (normalmente biomasa con diámetro <7 cm); corteza (sólo en caso de que el descortezado sea realizado en el monte). También son BFP las cortas de especies arbóreas no madereras (normalmente árboles con diámetro a la altura del pecho inferior a 7,5 cm y especies secundarias sin interés comercial). En algunas masas se efectúan procesos de destoconado para el cambio de especie, la eliminación de pies que ya han sido objeto de rebrotes sucesivos, etc. Los tocones son también fuentes de obtención de biomasa, si bien es una operación muy costosa y que proporciona gran cantidad de impurezas a la biomasa obtenida.

B) Aprovechamientos intermedios

Cuando se realizan aclareos y claras puede considerarse BFP las ramas y los rabeones de árboles de aprovechamiento maderero, o el fuste entero en caso de no existir valor comercial. También se encuentran en esta tipología especies arbóreas no madereras (normalmente árboles con diámetro a la altura del pecho inferior a 7,5 cm o especies secundarias sin interés comercial), árboles enfermos o secos (cortas fitosanitarias), árboles

quemados (se consideran las cortas anticipadas de árboles jóvenes sin aprovechamiento maderero) y material vegetal de sotobosque, arbustos y matorrales.

C) Intervenciones selvícolas en montes de regeneración natural

En el caso de masas jóvenes procedentes de regeneración natural, pueden ser considerados BFP los productos resultantes de las siguientes intervenciones selvícolas: aclareos no comerciales o precomerciales, desbroce de plantaciones, selección de brotes de cepa o de raíz, eliminación de árboles no deseables ajenos a la plantación, eliminación de arbustos o matorral.

D) Intervenciones selvícolas en plantaciones jóvenes de reforestación

Pueden ser considerados BFP los productos resultantes de podas de formación, desbroces de matorral y aclareos en plantaciones muy densas.

7.1.1.2. BOSQUES DE PRODUCCIÓN PRINCIPAL NO MADERERA

En las diferentes regiones existen distintos tipos de bosques de producción no maderera, que a pesar de ocupar un área menor, no debe despreciarse su interés para el aprovechamiento de BFP.

A) Montes abiertos arbolados

Las dehesas y las formaciones abiertas con aprovechamiento para pasto, los alcornocales, los encinares, los castaños, los pinares resinosa y los bosques abiertos para producción de fruto o semilla (*Quercus* sp., *Castanea* sativa, *Pinus* pinea, *Juglans* sp., *Prunus* sp., etc.), etc., constituyen espacios forestales abiertos arbolados. En estos espacios se considera BFP los productos resultantes de las siguientes intervenciones selvícolas: podas de formación de la copa, eliminación de ramas y brotes de cepa, tronco y copa, cortas fitosanitarias o de regeneración y rozas de matorral.

B) Espacios forestales de monte bajo

Las masas arboladas que se regeneran por brote de cepa o raíz (*Fraxinus* sp., *Salix* sp., *Castanea* sp., *Quercus* sp., etc.), monte bajo para la obtención de leñas (roble), para la obtención de fruto (castaños), etc. En estos espacios constituyen BFP los productos resultantes de podas, eliminación de ramas y brotes y rozas de matorral.

C) Espacios forestales de leñas

Este tipo de monte está constituido por frondosas regeneradas de forma natural a través de rebrotes o diseminación, que se aprovechan en rotaciones cortas para leña o biomasa. Se puede aplicar a especies frondosas de los géneros *Quercus*, *Eucalyptus*, *Betula*, *Castanea*, *Alnus*, *Robinia*, *Salix*, *Acacia*, etc. En estos espacios constituyen BFP los productos resultantes de corta y recogida al final de la rotación y desmoches.

D) Matorrales

Se trata de montes formados por especies arbustivas y subarbustivas (*Ulex* sp., *Erica* sp., *Cistus* sp., *Cytisus* sp., *Arbutus* unedo, *Crataegus* sp., *Pirus* sp., *Prunus* sp., etc.) sin ningún tipo de intervención selvícola. En estos espacios se puede efectuar periódicamente la corta y recogida del matorral para biomasa.

7.1.1.3. CULTIVOS ENERGÉTICOS LIGNOCELULÓSICOS

Consiste en el cultivo en terrenos forestales o terrenos agrarios, principalmente abandonados, de biomasa vegetal con fines energéticos. El objetivo es producir la mayor cantidad de biomasa a través de rotaciones cortas y densidades altas.

Con el fin de obtener el máximo rendimiento energético en el ciclo productivo se pueden aplicar las técnicas de cultivo más apropiadas y rentables: control de la vegetación competidora, regeneración eficaz, preparación adecuada del terreno, fertilización, tratamientos fitosanitarios y, en ocasiones, riego. Si bien a mayor número y coste de las actuaciones, menor será el

rendimiento económico obtenido.

Estos cultivos pueden ser tanto de especies herbáceas como de especies leñosas y los productos que se obtienen también pueden ser biocombustibles de diferente naturaleza:

- Cultivos herbáceos; principalmente en terrenos agrarios, abandonados o no, al ser mecanizables y de alta capacidad productiva. Se emplean especies como el miscanto, el *Arundo donax*, etc.
- Cultivos leñosos; se diferencian de los anteriores porque pueden ser plantados en terrenos forestales con menor capacidad productiva. Su tallo está lignificado y su turno de corta suele ser más amplio que en los cultivos anteriores. Generalmente se emplean los siguientes géneros o especies: *Eucalyptus* sp., *Salix* sp., *Paulonia* sp., *Populus* sp., *Betula* sp., matorrales o arbustos.

7.1.2. BIOMASA DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA

Los residuos generados en la industria de aserrado, tableros, pasta y segunda transformación [denominados biomasa forestal secundaria], son materiales generalmente de alta calidad calorífica, densos y con baja humedad, lo que provoca su valorización energética.

Dependiendo del proceso industrial de que se trate, los residuos generados se clasifican de la siguiente forma:

A) Corteza

Se produce en distintos procesos industriales, aunque proviene fundamentalmente del

descortezado en fábrica de madera de coníferas en aserraderos, en fábricas de pasta de papel, la corteza generada es fundamentalmente de eucalipto.

Prácticamente la totalidad de la producción se destina a fines energéticos en los propios procesos industriales de las fábricas que lo producen, si bien en la actualidad se aprecia un aumento de las ventas de corteza de pino para ser empleada en jardinería.

B) Serrín y viruta

Con respecto a la producción de serrín y viruta, en la industria de aserrado o carpintería, debido a las diferencias existentes desde el punto de vista de su utilización industrial, este residuo se clasifica en dos tipos:

- Se consideran serrines blancos los procedentes de coníferas y eucalipto, incluyendo las mezclas entre ambos tipos. Este serrín tiene mayor valor, al ser apto para su empleo como materia prima en la fabricación de productos derivados de la madera. La mayor parte del serrín producido en Galicia es de este tipo (73% del total generado).
- Los serrines rojos provienen de frondosas y especies tropicales. La utilización actual de esta fracción es fundamentalmente de carácter energético. En Galicia, este tipo de serrín representa un 27% del total generado. Las mezclas entre serrines de coníferas o eucalipto con serrines de frondosas o tropicales se han considerado serrines rojos.

C) Costeros y leñas

Los costeros y leñas, en la industria de aserrado están constituidos por los desechos resultantes de recortar las tablas.

D) Polvo de lijado

Material resultante de los procesos de cepillado y lijado en la industria del tablero y del mueble.

E) Lejías negras

Lejías (o licor) recuperado tras la separación de la pasta química (normalmente pasta al sulfato o pasta a la sosa) de otros productos disueltos resultantes del proceso de cocción (o lejiado). Son las materias incrustantes que acompañan a la celulosa en la materia prima, estas materias están disueltas en líquido empleado en el lejiado cuya concentración en productos sólidos en suspensión y disolución es función de la relación líquido-sólido utilizada en el lejiado, de la composición de la lejía, del vapor condensado en la lejiadora, del remordimiento en celulosa, etc. Esta concentración puede variar desde el 16/18% hasta el 24%, calculándose como media una incorporación al líquido de unos 1.500 kg de sólidos por cada tonelada de celulosa obtenida.

7.1.3. BIOMASA DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA

Se entiende por biomasa de origen urbano a todos aquellos residuos catalogados como urbanos y que, por su contenido orgánico, pueden ser valorizados energéticamente. De igual forma se considera biomasa urbana aquellos residuos orgánicos generados por las industrias y que, sin estar vinculados a los procesos productivos, son asimilables a los generados en domicilios o actividades comerciales o de servicios.

Por otro lado, en este grupo se incluyen también aquellos residuos industriales no peligrosos que son biodegradables y no proceden de las industrias de la madera y agroalimentaria. Se trataría, por ejemplo, de lodos de plantas de depuración de aguas residuales, madera procedente de la construcción y demolición y residuos de envases de madera.

Según su origen se dividen en:

- I. Residuos envases y palets de madera
- II. Residuos de madera procedentes de la construcción y demolición
- III. Residuos de parques y jardines
- IV. Residuos voluminosos de madera

7.2. CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA

Se entiende por biomasa forestal cualquier vegetal procedente de terrenos forestales que sea apto para producir energía. Se trata de una acepción que extiende la definición de este tipo de biomasa a su máxima amplitud, esto es a todo el recurso forestal de los montes gallegos, tanto biomasa arbórea como arbustiva, incluyendo la biomasa forestal secundaria procedente de la industria.

En el estudio se cuantifica la biomasa forestal primaria procedente del arbolado, en los cálculos se incluyen árboles completos, parte de árboles y tocones:

- Que hayan sido extraídos tanto en aprovechamientos comerciales como en labores culturales.
- Tanto si constituyen el producto principal como si son un subproducto de la intervención forestal.

Del mismo modo, para poder cuantificar la cantidad total de biomasa forestal primaria disponible en Galicia, se realiza un análisis del potencial de biomasa arbustiva existente en los montes de Galicia.

Para poder analizar la potencialidad de recursos biomásicos procedentes de la explotación forestal, se cuantifica la potencialidad de implantación de cultivos energéticos en la Comunidad, realizando una estimación de las

existencias disponibles con la puesta en valor de terrenos infravalorados o infrautilizados.

Como evaluación final de la biomasa forestal disponible, se hace un análisis de la biomasa forestal secundaria, procedente de los procesos asociados a la cadena de la industria de la madera.

7.2.1. CLASIFICACIÓN

Se clasifica tomando como punto de partida si la materia prima extraída es considerada un producto principal o un subproducto en una intervención forestal.

Se entiende por producto forestal a aquel material que resulta de un aprovechamiento comercial y se encuadre en alguna de las siguientes categorías o destinos: Trituración, aserrijo o desarrollo.

Se entiende por subproducto o resto forestal a aquel material que resulta de un aprovechamiento comercial o labor cultural y que, si bien es dejado en el monte, es susceptible de extraerse en una fase posterior a la actuación silvícola que originó.

También se entiende por residuo forestal a la fracción de material que por motivos económicos, tecnológicos o ambientales no es extraída del monte sino que se deja en el suelo para su posterior reincorporación al mismo. Esta acepción es independiente de que el material haya o no sido tratado específicamente en las operaciones silvícolas.

7.2.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

I) Identificación del área geográfica

Como objeto principal de este estudio se engloban las áreas integradas dentro del proyecto ESOL, por lo tanto, en este apartado se realizará una estimación de la biomasa existente y disponible en la Comunidad Autónoma de Galicia, reflejando del mismo modo la situación de la zona Portuguesa de Minho-Lima y Alto Tras-os-Montes.

Para mayor facilidad en el análisis de los datos, se han mantenido las divisiones administrativas oficiales.

II) Selección de especies arbóreas

El modelo de selvicultura más extendido en el norte de España se basa en la explotación intensiva de *Pinus radiata*, *Pinus pinaster* y *Eucalyptus globulus* (DGCN, 2000). En este estudio, además de la biomasa procedente de las especies anteriormente mencionadas, se hace un análisis de las siguientes especies: *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*.

III) Selección de especies de matorral

Se deberá determinar que tipo de matorral se asocia a cada una de las especies arbóreas dominantes, y la ocupación de este matorral.

IV) Fracciones de biomasa forestal primaria estudiadas

En el presente trabajo se pretende realizar una estimación, lo más aproximada posible a la realidad, de la biomasa forestal primaria utilizable en montes arbolados de Galicia, sin valorar la viabilidad económica de su aprovechamiento.

Por este motivo, se valoran los restos procedentes de aprovechamientos madereros y operaciones o tratamientos silvícolas de poda, clareo y selección de brotes en las masas forestales de las especies seleccionadas. También se estimará la cantidad de matorral que podría ser aprovechable con fines energéticos.

7.2.3. ESTUDIOS PREVIOS

La cuantificación de la generación de biomasa forestal primaria en los montes gallegos es compleja y las cifras hasta ahora publicadas están sujetas a una gran incertidumbre. Tras la revisión de la documentación disponible se puede extraer como conclusión que existe una gran disparidad

entre la cifra de biomasa potencialmente disponible dada por las diferentes fuentes consultadas.

Como ejemplo de los estudios consultados, se realiza una síntesis de los mismos:

I) En el año 1999 la Xunta de Galicia elaboró un inventario de las existencias de biomasa residual procedente de aprovechamientos forestales de podas, claras, clareos, restos de cortas finales y otras, estimando un recurso de 995.000 t/año.

II) El "Libro blanco da enerxía de Galicia" afirma que Galicia es la Comunidad española con mayor potencial de biomasa forestal primaria, a partir de diversos estudios que establecen la existencia de un potencial aprovechable de 350 Ktep.

III) En el Plan de Energías Renovables de España 2005-2010, se indica que Galicia presenta un total de recursos biomásicos de 629.889 t/año.

IV) Según datos publicados por la revista CIS Madera, de un estudio de la Escuela Politécnica Superior de Lugo sobre aprovechamiento de biomasa forestal maderable y no maderable producida en plantaciones de *E. globulus* y *P. pinaster* en Galicia, se concluye que existe un potencial de biomasa residual en torno a los 880.00 t/año de biomasa seca.

V) En el artículo "Potencialidad del aprovechamiento de la Biomasa Forestal

Residual como recurso energético” publicado en las Actas del Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes realizado por la Universidad Politécnica de Madrid, se establece un total de 375.968,77 tep/año de biomasa forestal procedente de las cortas.

VI) La Asociación Forestal de Galicia (AFG) con criterios más exigentes en relación a las restricciones de explotación, en el marco del proyecto Biorreg-Floresta, elaboró una

metodología de estimación para los montes cultivados. Esta metodología fue aplicada al conjunto de los montes cultivados de Galicia, estimándose la biomasa explotable para la región, en un total de 490.000 toneladas de materia seca.

A continuación realizamos un cuadro resumen de los datos anteriores, para ello se realiza un factor de conversión de 0,35 tep/t para poder comparar resultados:

Cuadro resumen de las experiencias realizadas para el cálculo de BFP en Galicia

Fuente. AFG "Atlas de Biomasa Forestal Primaria". 2007

FUENTE	TIPO DE BIOMASA FORESTAL PRIMARIA	TEP/AÑO	T/AÑO
Xunta de Galicia Libro blanco da enerxía de Galicia	Todo tipo de aprovechamiento maderero, tratamientos selvícolas y desbroce de matorral	350.000	995.000
PER en España	Potencial de biomasa forestal primaria (sin especificar)	220.461	629.889
CIS-Madera y EPS Lugo	Aprovechamiento maderero de P.pinaster y E.globulus	308.000	880.000
Universidad Politécnica de Madrid	Aprovechamiento maderero de especies con producción mínima de 50.000 m ³ o que ocupe una superficie forestal de 10.000 ha.	375.969	1.074.199
Asociación Forestal de Galicia	Montes cultivados de Galicia	171.500	490.000

7.2.4 METODOLOGÍA

Se debe tener en cuenta que la evaluación del recurso utilizable de biomasa forestal primaria es muy difícil, al no disponerse en Galicia de información precisa sobre masas forestales gestionadas que realicen aprovechamientos madereros o selvicultura con cierta regularidad.

Es indudable la gran importancia que tienen los montes gallegos en términos de superficie arbolada y existencias maderables. Sin embargo, la escasa dimensión de las propiedades forestales y el insuficiente desarrollo de la selvicultura en algunas áreas de la Comunidad producen un bajo nivel de explotación regular del monte con la consiguiente disminución del potencial aprovechable de biomasa forestal primaria.

Estimar la posibilidad real de aprovechamiento de biomasa forestal primaria es el objetivo fundamental de este trabajo.

Para realizar una cuantificación de los recursos biomásicos procedentes de los sistemas forestales de la Comunidad Autónoma de Galicia se realizará, en primer lugar, la determinación de la biomasa potencialmente disponible y aprovechable de las superficies forestales circunscritas al área de estudio. Para el desarrollo de dicha valoración, básicamente se utilizará la cartografía disponible más reciente, el Inventario Forestal Nacional (IFN3) [realizado entre los años 1998 y 1999 para Galicia] y la actualización del Mapa Forestal Nacional para Galicia (MFN). También se empleará otro tipo de información existente (estudios de biomasa publicados, ensayos sobre parcelas de campo...).

Para realizar una identificación de los recursos de biomasa, se deberán estudiar los siguientes puntos:

- I. Identificación de los usos del suelo.
- II. Definición de estratos.
- III. Distribución de la superficie forestal en el área de estudio.
- IV. distribución de la superficie forestal en función de las pendientes

I. Identificación de los usos del suelo.

El primer paso en el desarrollo de la cuantificación de las posibilidades productivas de biomasa en Galicia, es la identificación de los terrenos potencialmente productivos, terrenos que se corresponden con las superficies consideradas como forestales.

La identificación de los terrenos forestales se realizará a partir de las ocupaciones o usos definidos en el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN 3), usos que se describen del siguiente modo:

- Superficie forestal arbolada.- Territorio o ecosistema poblado con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal de estructura vertical dominante y con una fracción de cabida cubierta por ellas igual o superior al 20 %; el término incluye las dehesas de base de cultivo o pastizal con labores siempre que la fracción de cabida cubierta arbolada sea superior al 20% y excluye los terrenos poblados por especies forestales arbóreas con fuerte intervención humana, para la obtención de frutos, hojas, flores o varas.
- Superficie forestal arbolada rala.- Terreno de uso forestal poblado con especies arbóreas forestales como manifestación botánica dominante y con una fracción de cabida cubierta por ella comprendidas entre el 10 y el 20% (incluido el 10%, excluido el 20%); también terreno con especies de matorral o pastizal natural como manifestación vegetal dominante, pero con una presencia de árboles forestales importante, cuantificada por una fracción de cabida cubierta arbórea similar a la anteriormente descrita incluyéndose aquí las dehesas de base de cultivo con fracción de cabida cubierta menor al 20%.
- Monte arbolado disperso.- Terreno de uso forestal poblado con especies arbóreas forestales como manifestación botánica dominante y con una fracción de cabida cubierta por ellas comprendida entre el 5 y el 10% (incluido el 5, excluido el 10); también terreno con especies de matorral o pastizal natural como manifestación vegetal dominante, pero con una presencia de árboles forestales importante cuantificada por una fracción de cabida cubierta arbórea similar a la anteriormente descrita

incluyéndose aquí las dehesas de base de cultivo.

- Monte desarbolado.- Terreno poblado con especies de matorral y/o pastizal natural o con débil intervención humana como manifestación vegetal dominante con presencia o no de árboles forestales, pero en todo caso con la fracción de cabida cubierta por éstos inferior al 5%.
- Monte temporalmente desarbolado.- Terreno que en el pasado cercano era monte arbolado y actualmente está desprovisto de árboles, pero que con seguridad, en el futuro próximo volverá a estar cubierto de ellos.
- Monte sin vegetación superior.- Terreno que se encuentra en los mismos parajes de uso forestal que los anteriores y que, teóricamente, podría ser monte arbolado o desarbolado pero que, debido a las circunstancias actuales de suelo, clima o topografía, no está poblado por vegetales superiores, aunque sí podría estarlo por vegetales inferiores o aparecer sin cubierta vegetal alguna.
- Árboles fuera del monte.- Este concepto comprende, dentro del uso forestal, las riberas pobladas de árboles que no sean plantaciones situadas fuera de los montes o sin estar estructuradas con ellos, los bosquetes de menos de 2.500m² de cabida, las alineaciones de especies arbóreas o arbustivas de

anchura menor de 25m y los árboles sueltos situados sobre algún terreno de uso forestal.

El resto de superficies (terrenos improductivos, láminas de agua,...) se agrupan como terrenos no forestales.

Conviene señalar que, la fracción de cabida cubierta por el conjunto de las especies del estrato arbóreo (fracción de cabida cubierta arbórea), representa el porcentaje de suelo cubierto por la proyección de todas las copas.

Las asociaciones vegetales se clasifican en diferentes tipos estructurales (bosque, bosque de plantación, bosque adhesionado, matorral, riberas, bosquetes...), tipos estructurales que son utilizados en la actualización del Mapa Forestal Nacional. Este campo trata de identificar, dentro de los distintos usos forestales, las diferentes estructuras de vegetación que los pueden ocupar, atendiendo más que a la densidad vegetal, a la estructura de la vegetación que lo ocupa.

En relación con los tipos estructurales y a la hora de realizar la cuantificación de la biomasa procedente de los sistemas forestales de la zona de estudio, se deberá tener en cuenta que tan solo se considerarán algunos tipos estructurales:

- En el caso de terrenos forestales que presentan algún tipo de arbolado, la determinación de los recursos de biomasa

forestal potencialmente aprovechables se centrarán en los siguientes tipos estructurales:

- Tipo estructural 1: bosques considerados como naturales.
- Tipo estructural 2: bosques procedentes de plantaciones.
- Como se ha indicado anteriormente, para este estudio, al centrarse en biomasa forestal arbórea, no se considerarán las superficies forestales desarboladas ni ralas (cabida cubierta arbórea inferior al 20%).

II. Definición de estratos

Antes de proceder a la determinación de los estratos, conviene tener en cuenta que los diferentes estratos en cada uno de los sistemas o usos forestales considerados, es el análisis detallado de cada uno de los diferentes recintos de vegetación existentes (teselas de vegetación). La definición de los estratos se realizará en función de las especies dominantes.

Para establecer los estratos en los terrenos forestales, se analiza la información correspondiente a la actualización del MFN para Galicia, procediéndose de la siguiente manera:

- Se estudia la información existente para cada una de las teselas de vegetación establecidas, que presenten una ocupación arbórea superior al 20% (en términos de fracción de cabida cubierta).

Para cada una de estas teselas se conoce: el código numérico que la identifica, a que tipo estructural corresponde la vegetación existente, las fracciones de cabida cubierta total y arbórea, las especies presentes, la pendiente media y la superficie. En este caso (superficies forestales consideradas arboladas), a cada tesela se le asocia una única serie de datos puesto que se maneja una única información, la del MFN actualizado.

- Tras el análisis de las especies presentes, se determina la especie considerada como dominante en cada tesela, especie que proporciona la caracterización de toda la tesela y define las características generales de la misma.
- Los estratos se forman por agrupación de las teselas que presenten igual caracterización.
- Se establecerán diferentes estratos en función de la provincia en la que se realicen los cálculos.

Los estratos estudiados por provincia, son los que se indican en la tabla siguiente, estableciéndose el estado de la masa para conocer los cuidados culturales que requiere en cada fase:

Cuadro resumen de los estratos definidos en el IFN3

Fuente. TRAGSATEC. Elaborado a partir de datos del IFN3

ESTRATO	FORMACION FORESTAL DOMINANTE	ESTADO DE LA MASA
A Coruña		
01	P. sylvestris	Fustal, Latizal
02	P. sylvestris; P. sylvestris/P.pinaster	Monte Bravo. Repoblado
03	P.pinaster	Fustal, Latizal
04	P.pinaster	Fustal, Latizal
05	P.pinaster	Fustal, Latizal
06	P.pinaster / E. globulus	Monte Bravo. Repoblado
07	Q. robur; Q. robur/Q.pyrenaica; Q. robur/P.pinaster	Fustal. Latizal. Monte Bravo
08	Q.pyrenaica, Q.suber	Todos
09	Q. pyrenaica	Todos
10	Q. pyrenaica/C.sativa; Q. pyrenaica/Betula spp.; Q.pyrenaica/C.sativa/Betula spp.	Todos
11	C.sativa, Betula spp., C.sativa/P.pinaster; C.sativa/Otras frondosas	Fustal. Latizal. Monte Bravo
12	Matorral con arbolado ralo y disperso	Todos
13	Árboles de ribera	Todos
Lugo		
01	P.sylvestris	Fustal. Latizal
02	P.pinaster	Fustal. Latizal
03	P.pinaster/E.globulus;P.pinaster/Q.robur; P.pinaster/P.radiata	Fustal. Latizal
04	P.pinaster/E.globulus;P.pinaster/Q.robur; P.pinaster/P.radiata	Fustal. Latizal
05	P.sylvestris; P.radiata; P.radiata/Q. robur; P.radiata/C.sativa	Monte Bravo. Repoblado
06	P.pinaster; P.pinaster/Q.robur	Monte Bravo. Repoblado
07	P.radiata	Fustal. Latizal
08	P.radiata	Fustal. Latizal
09	Q.robur	Fustal. Latizal
10	Q.robur/Q.pyrenaica;Q.robur/Betula spp; Q.robur/C.sativa	Todos

ESTRATO	FORMACION FORESTAL DOMINANTE	ESTADO DE LA MASA
Lugo		
11	Q.robur/Q.pyrenaica;Q.robur/Betula spp; Q.robur/C.sativa	Todos
12	Q.pyrenaica; Q.pyrenaica/C.sativa	Todos
13	C.sativa;Betula spp.;C.sativa/Otras frondosas; Betula spp./Otras frondosas	Todos
14	E.globulus	Fustal. Latizal. Monte Bravo
15	E.globulus	Fustal. Latizal
16	Matorral con arbolado ralo y disperso	Todos
17	Árboles de ribera	Todos
Ourense		
01	P.sylvestris	Fustal. Latizal
02	P.sylvestris; P.sylvestris/P.pinaster	Monte Bravo. Repoblado
03	P.pinaster	Fustal. Latizal
04	P.pinaster	Fustal. Latizal
05	P.pinaster	Fustal. Latizal
06	P.pinaster/E.globulus	Monte Bravo. Repoblado
07	Q.robur ; Q.robur/Q.pyrenaica;Q.robur/P.radiata; Q.robur/C.sativa	Fustal. Latizal. Monte Bravo
08	Q.pyrenaica; Q.suber	Todos
09	Q.pyrenaica	Todos
10	Q.pyrenaica/C.sativa; Q.pyrenaica/Betula spp.; Q.pyrenaica/C.sativa/Betula spp.	Todos
11	C.sativa; Betula spp.; C.sativa /P.pinaster; C.sativa/Frondosas	Fustal.Latizal.Monte Bravo
12	Matorral con arbolado ralo y disperso	Todos
13	Árboles de ribera	Todos

ESTRATO	FORMACION FORESTAL DOMINANTE	ESTADO DE LA MASA
Pontevedra		
01	P.pinaster	Fustal
02	P.pinaster	Fustal
03	P.pinaster	Fustal. Latizal
04	P.pinaster; E.globulus	Monte Bravo. Repoblado
05	P.pinaster/E.globulus: P.pinaster/P.radiata; P.radiata/E.globulus	Fustal. Latizal
06	P.pinaster/Q.robur; P.pinaster/E.globulus/Q.robur	Fustal. Latizal
07	P.pinaster/Q.robur; P.pinaster/E.globulus/Q.robur	Fustal. Latizal
08	Q.robur	Fustal. Latizal
09	Q.robur/E.globulus; Q.robur/Otras frondosas; Q.robur/C.sativa; Q.robur/Acacia spp.	Fustal. Latizal. Monte Bravo
10	E.globulus	Fustal. Latizal
11	E.globulus	Fustal
12	E.globulus	Fustal. Latizal
13	Matorral con arbolado ralo	Todos
14	Matorral con arbolado disperso	Todos
15	Árboles de ribera	Todos

III. Distribución de la superficie forestal en el área de estudio

A) Distribución de la superficie forestal según usos.

En este apartado, se procede a establecer dentro de la zona considerada de estudio, la distribución de la superficie forestal en función de los usos considerados.

Para dicha determinación, se estudiarán las bases de datos asociadas a las coberturas proporcionadas por el Sistema de Información Geográfica considerado (en este caso ArcGis). En

este sentido conviene recordar que, para cada tesela de vegetación existente en la zona de estudio, se conocen los datos sobre las fracciones de cabida cubierta total y arbórea, a que tipo estructural corresponde la vegetación existente, las especies presentes, la superficie de la tesela, la pendiente media en la misma...

La superficie forestal arbolada viene establecida como el sumatorio de las superficies de todas aquellas teselas de vegetación que tengan una fracción de cabida cubierta arbórea superior al 20%.

De igual manera, la superficie forestal con arbolado ralo se calcula como suma de las superficies de las teselas que presenten una fracción de cabida cubierta arbórea comprendida entre el 5 y el 20 %.

Por último, la superficie forestal desarbolada será la determinada por la suma de las superficies del conjunto de teselas que tengan una fracción de cabida cubierta arbórea inferior al 5%.

Establecidas estas premisas, se resumen en el cuadro siguiente las superficies ocupadas por los diferentes usos forestales de la zona objeto de estudio, estableciéndose el porcentaje que, sobre el total de la superficie forestal de la zona, supone cada una de ellas:

Superficie por usos. IFN3

Fuente. TRAGSATEC. Elaborado a partir de datos del IFN3

USO	CABIDA (ha)	%
A Coruña		
<i>Uso forestal</i>	505.606,3	63,6
Monte arbolado	341.028,8	42,9
Monte arbolado ralo	29.337,7	3,7
Monte arbolado disperso	21.717,5	2,7
Complementos de bosque	212,7	0,0
Monte temporalmente desarbolado	3.369,6	0,4
Riberas arboladas	9.102,9	1,1
Monte sin vegetación superior	3.194,4	0,4
Monte desarbolado	97.640,6	12,3
<i>Uso agrícola</i>	261.920,5	32,9
<i>Uso improductivo</i>	21.444,6	2,7
<i>Uso humedal</i>	2.315,6	0,3
<i>Uso agua</i>	3.859,5	0,5
TOTAL	795.146,6	100,0
Lugo		
<i>Uso forestal</i>	656.247,2	66,6
Monte arbolado	410.574,5	41,7
Monte arbolado ralo	17.603,8	1,8
Monte arbolado disperso	29.189,4	3,0
Complementos de bosque	370,8	0,0
Monte temporalmente desarbolado	5.444,0	0,6
Riberas arboladas	6.450,8	0,7
Monte sin vegetación superior	366,6	0,0
Monte desarbolado	186.247,4	18,9
<i>Uso agrícola</i>	316.071,2	32,1
<i>Uso improductivo</i>	8.419,8	0,9
<i>Uso humedal</i>	904,8	0,1
<i>Uso agua</i>	3.930,2	0,4
TOTAL	985.573,2	100,0

USO	CABIDA (ha)	%
Ourense		
<i>Uso forestal</i>	575.475,5	79,1
Monte arbolado	260.735,7	35,8
Monte arbolado ralo	25.252,3	3,5
Monte arbolado disperso	27.991,4	3,8
Complementos de bosque	1.868,6	0,3
Monte temporalmente desarbolado	8.281,8	1,1
Riberas arboladas	5.647,2	0,8
Monte sin vegetación superior	9.560,4	1,3
Monte desarbolado	236.138,1	32,5
<i>Uso agrícola</i>	135.572,9	18,6
<i>Uso improductivo</i>	8.750,9	1,2
<i>Uso humedal</i>	268,2	0,0
<i>Uso agua</i>	7.270,9	1,0
TOTAL	727.338,5	100,0
Lugo		
<i>Uso forestal</i>	302.245,0	67,2
Monte arbolado	185.956,1	41,4
Monte arbolado ralo	13.992,2	3,1
Monte arbolado disperso	16.690,6	3,7
Complementos de bosque	209,2	0,0
Monte temporalmente desarbolado	3.980,5	0,9
Riberas arboladas	4.178,1	0,9
Monte sin vegetación superior	673,5	0,1
Monte desarbolado	76.564,6	17,0
<i>Uso agrícola</i>	130.253,9	29,0
<i>Uso improductivo</i>	14.187,0	3,2
<i>Uso humedal</i>	780,5	0,2
<i>Uso agua</i>	1.984,9	0,4
TOTAL	449.451,3	100,0
TOTAL GALICIA	2.957.509,6	

B) Distribución de la superficie forestal según especie dominante y pendiente.

Se establece, para cada provincia, la distribución de la superficie forestal arbolada por especie dominante y pendiente. Con el estudio de las superficies forestales según las pendientes medias, se pretende dar una visión general en lo que se refiere a la facilidad para llevar a cabo la mecanización de los trabajos que se deben realizar en los montes. Además de determinar la tipología de la maquinaria a emplear, la pendiente influye directamente en los rendimientos conseguidos por lo que la incidencia que tiene este factor en los costes de aprovechamiento es de máxima importancia.

Las pendientes medias son generadas a partir de modelos digitales del terreno (MDT), obteniéndose de esta manera la pendiente media en cada una de las teselas de vegetación y, consiguientemente, permitiendo la clasificación de las superficies forestales en función de este parámetro.

En primer término, a la hora de realizar el estudio, se definirán los siguientes grupos o clases de pendientes:

- Clase I: Pendientes inferiores al 12,5%.
- Clase II: Pendientes comprendidas entre el 12,5 y el 35%.
- Clase III: Pendientes superiores al 35%.

A partir de estos intervalos o grupos de pendientes definidos, se pueden establecer tres tipos de terrenos:

- Terrenos “llanos”, son aquellos que presentan una orografía muy suave con pendientes inferiores al 12,5%.
- Terrenos “ondulados”, aquellas superficies comprendidas entre el 12,5 y el 35% de pendiente.
- Terrenos “abruptos”, con una orografía muy compleja puesto que presentan pendientes medias superiores al 35%.

La realización de cualquier tipo de trabajo silvícola sobre las masas vegetales y, consecuentemente la facilidad para poder mecanizar estos trabajos, se va haciendo cada vez más compleja a medida que aumenta la pendiente media del terreno en donde se asientan aquellas. En último grado, la pendiente determina la posibilidad de aprovechamiento de biomasa de una superficie forestal. Para cada rango de pendientes se establecerán coeficientes de ponderación a la hora de calcular la biomasa que es susceptible de aprovechamiento.

La distribución de la superficie forestal en la zona de estudio por clases de pendientes y especie dominante, se establece a continuación.

Superficie según clases de pendiente en valores absolutos (ha) y tantos por ciento (%)

Fuente. TRAGSATEC. Elaborado a partir de datos del IFN3

ESPECIE DOMINANTE	Pte < 12,5%		12,5<Pte<35%		Pte>35%		TOTAL	
	Sup	%	Sup	%	Sup	%	Sup	%
A Coruña								
<i>Eucalyptus sp.</i>	34.474,0	41,0	45.709,0	54,4	3.805,0	4,5	83.988,1	100
<i>Pinus pinaster</i>	47.195,9	57,8	33.141,1	40,6	1.265,5	1,6	81.602,6	100
<i>Pinus radiata</i>	8.988,9	55,2	6.705,0	41,2	586,7	3,6	16.280,6	100
<i>E. globulus</i> y <i>P. Pinaster</i>	59.044,6	51,3	53.333,0	46,3	2.690,6	2,3	115.068,2	100
<i>P. pinaster</i> y frondosas	21.626,1	56,9	14.601,8	38,4	1.754,4	4,6	37.982,3	100
<i>Quercus robur</i>	5.114,8	47,4	4.928,3	45,7	752,0	7,0	10.795,1	100
Otras especies y mezclas	36.054,6	65,0	17.575,0	31,7	1.842,6	3,3	55.472,2	100
Total	212.499,0	53,0	175.993,2	43,9	12.696,8	3,2	401.189,0	100
Lugo								
<i>Eucalyptus globulus</i>	10.161,3	20,4	33.053,2	66,3	6.624,1	13,3	49.838,6	100
<i>Pinus pinaster</i>	62.181,9	49,8	47.496,2	38,0	15.259,9	12,2	124.938,1	100
<i>Pinus sylvestris</i>	12.170,7	30,0	20.124,8	49,6	8.246,4	20,3	40.542,0	100
<i>Pinus radiata</i>	23.498,5	54,8	15.583,43	36,3	3.835,75	8,9	42.917,7	100
<i>Quercus pyrenaica</i>	2.275,8	9,7	10.269,4	43,8	10.880,0	46,4	23.425,2	100
<i>Quercus robur</i>	53.718,0	43,1	51.414,8	41,3	19.385,7	15,6	124.518,4	100
Otras especies y mezclas	22.627,5	39,3	21.484,6	37,3	13.526,5	23,5	57.638,6	100
Total	186.633,7	40,2	199.426,5	43,0	77.758,3	16,8	463.818,5	100

ESPECIE DOMINANTE	Pte < 12,5%		12,5<Pte<35%		Pte>35%		TOTAL	
	Sup	%	Sup	%	Sup	%	Sup	%
Ourense								
<i>Pinus sylvestris</i>	5.470,6	24,1	14.386,9	63,5	2.796,2	12,3	22.653,7	100
<i>Pinus pinaster</i>	44.637,5	35,2	70.665,3	55,8	11.419,9	9,0	126.722,7	100
<i>Quercus robur</i>	17.353,0	45,4	18.431,8	48,2	2.476,0	6,5	38.260,8	100
<i>Quercus pyrenaica</i>	26.577,2	34,5	41.311,8	53,6	9.189,6	11,9	77.078,6	100
Otras especies	22.171,0	40,4	26.206,0	47,7	6.533,9	11,9	54.911,0	100
Total	116.209,3	36,4	171.011,8	53,5	32.415,6	10,1	319.626,7	100
Pontevedra								
<i>Pinus pinaster</i>	24.581,1	48,8	24.694,4	49,0	1.093,1	2,2	50.368,5	100
<i>E. globulus</i> y <i>P. pinaster</i>	14.755,1	33,3	27.419,0	61,8	2.171,6	4,9	44.345,7	100
<i>P. pinaster</i> , <i>E. globulus</i> , <i>Q. robur</i>	15.028,7	44,5	18.024,4	53,4	728,9	2,2	33.781,9	100
<i>Quercus robur</i>	5.084,6	35,8	8.538,0	60,1	592,1	4,2	14.214,7	100
<i>Eucalyptus globulus</i>	9.284,6	23,0	28.227,8	69,9	2.871,4	7,1	40.383,7	100
<i>Q. robur</i> , <i>E. globulus</i>	3.917,9	31,9	7.990,7	65,0	376,2	3,1	12.284,8	100
Otras especies y mezclas	11.273,0	44,3	12.879,9	50,6	1.284,8	5,1	25.437,7	100
Total	83.924,9	38,0	127.774,2	57,9	9.118,0	4,1	220.817,1	100

IV. Distribución de la superficie forestal arbolada con fracción de cabida cubierta superior al 70% por especie dominante y pendiente.

La cuantificación se restringe exclusivamente a aquellas superficies arboladas en donde la fracción de cabida cubierta total sea superior al 70%, superficies que son consideradas como susceptibles de aprovechamiento, de manera que los resultados

obtenidos tendrán un marcado carácter conservador. De esta forma se garantiza la persistencia y estabilidad de la masa, fomentando un aprovechamiento forestal continuado en base a una gestión forestal sostenible.

Superficie según clases de pendiente en valores absolutos (ha)

Fuente. TRAGSATEC. Elaborado a partir de datos del IFN3

ESPECIE DOMINANTE	Pte < 12,5%	12,5<Pte<35%	Pte>35%	TOTAL
A Coruña				
<i>Eucalyptus sp.</i>	12.679,8	16.812,2	1.399,5	30.891,5
<i>Pinus pinaster</i>	18.369,9	12.899,4	492,6	31.761,9
<i>Pinus radiata</i>	2.707,6	2.019,7	176,7	4.904,1
<i>E. globulus</i> y <i>P. Pinaster</i>	12.092,6	10.922,9	551,0	23.566,5
<i>P. pinaster</i> y <i>frondosas</i>	6.714,3	4.533,5	544,7	11.792,5
<i>Quercus robur</i>	2.578,9	2.484,9	379,2	5.442,9
Otras especies y mezclas	5.351,1	2.608,4	273,5	8.233,0
Total	61.755,9	51.146,7	3.689,9	116.592,5
Lugo				
<i>Eucalyptus globulus</i>	4.397,3	14.303,8	2.866,6	21.567,7
<i>Pinus pinaster</i>	4.517,0	3.450,2	1.108,5	9.075,7
<i>Pinus sylvestris</i>	5.263,0	8.702,5	3.566,0	17.531,5
<i>Pinus radiata</i>	22.360,1	14.828,5	3.649,9	40.838,5
<i>Quercus pyrenaica</i>	438,1	1.976,9	2.094,9	4.509,5
<i>Quercus robur</i>	10.211,1	9.773,3	3.685,0	23.669,4
Otras especies y mezclas	4.368,3	4.147,7	2.611,3	11.127,3
Total	51.554,9	57.182,9	19.581,8	128.319,6

ESPECIE DOMINANTE	Pte < 12,5%	12,5<Pte<35%	Pte>35%	TOTAL
A Coruña				
<i>Pinus sylvestris</i>	2.411,9	6.343,0	1.232,8	9.987,7
<i>Pinus pinaster</i>	11.775,4	18.641,5	3.012,6	33.429,4
<i>Quercus robur</i>	2.598,8	2.760,4	370,8	5.730,1
<i>Quercus pyrenaica</i>	6.897,7	10.721,8	2.385,0	20.004,5
Otras especies	3.854,8	4.556,4	1.136,0	9.547,2
Total	28.613,2	42.104,3	7.981,4	78.698,9
Pontevedra				
<i>Pinus pinaster</i>	11.281,8	11.333,8	501,7	23.117,3
<i>E. globulus</i> y <i>P. pinaster</i>	3.418,9	6.353,3	503,2	10.275,5
<i>P. pinaster</i> , <i>E. globulus</i> , <i>Q. robur</i>	5.614,1	6.733,2	272,3	12.619,6
<i>Quercus robur</i>	2.855,8	4.795,5	332,5	7.983,9
<i>Eucalyptus globulus</i>	4.030,1	12.252,7	1.246,4	17.529,2
<i>Q. robur</i> , <i>E. globulus</i>	1.226,7	2.501,9	117,8	3.846,3
Otras especies y mezclas	429,8	491,0	49,0	969,7
Total	29.014,8	44.174,4	3.152,3	76.341,5

7.2.5 EXISTENCIAS ACTUALES DE BIOMASA FORESTAL ARBÓREA

Analizadas ya las superficies ocupadas por los sistemas forestales y por cada estrato, se procede a realizar una estimación, de la cantidad de biomasa que, procedente de los terrenos forestales, puede ser susceptible de aprovechamiento.

Se estudiará por separado la biomasa aprovechable de cada sistema forestal, estableciendo finalmente una cifra global para la generalidad de los terrenos forestales de la zona considerada en el estudio.

En este apartado no se considera la biomasa procedente de cultivos energéticos, pues ya se contempla en otro punto del documento.

Para llevar a cabo la evaluación de los recursos de biomasa aprovechable de los sistemas forestales arbolados en la zona (terrenos forestales en los cuales la fracción de cabida arbórea es igual o superior al 20%), se emplea fundamentalmente la metodología desarrollada en el "Plan de Fomento de la utilización de los residuos forestales y agrícolas con fines energéticos: Evaluación de los residuos forestales y agrícolas potenciales de España", realizado por Tecnologías y Servicios Agrarios S.A. (TRAGSATEC) en colaboración con las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Agrónomos y de Montes, para el Instituto de la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE). Esta metodología se desarrolla para calcular la posibilidad anual de biomasa en toneladas por hectárea y año de una determinada especie, y puede resumirse de la siguiente manera:

- En primer lugar se establecen las principales intervenciones silvícolas características de cada una de las especies de interés forestal (clareos, claras y cortas de regeneración) y se determina el turno más frecuente de cada una de ellas. Estos datos constituyen la base sobre la que se asienta el procedimiento de cálculo.
- A continuación se determina el peso de la biomasa verde por hectárea (t/ha) que proporciona cada intervención silvícola (basado en los datos del Plan de Investigación Energética de Productos de la Madera, P.I.E.P.M.A.). Dentro de los datos proporcionados por el P.I.E.P.M.A., se escogen los indicados para una densidad de masa media. Salvo en el caso de clareos, esta biomasa verde se refiere a las ramas, ramillas y hojas que quedan después de aprovecharse el fuste.
- El peso total de la biomasa verde por hectárea, se establece como suma de la biomasa que proporciona cada intervención silvícola.
- Conocido el peso total de biomasa verde por hectárea y el turno asignado, se determina la posibilidad potencial anual de biomasa, como relación directa entre ambos valores. El valor de esta posibilidad anual de biomasa es teórico puesto que está calculado a partir de las tablas de producción, tablas que se encuentran referidas a fracciones de cabida cubierta arbórea del 100%.

Posibilidad anual de biomasa por especie

Fuente. TRAGSATEC "Plan de Fomento de la utilización de los residuos forestales y agrícolas con fines energéticos: Evaluación de los residuos forestales y agrícolas potenciales de España"

ESPECIE PRINCIPAL	Posibilidad anual de biomasa (Tn/ha/año)
<i>Pinus pinaster</i>	3,48
<i>Pinus sylvestris</i>	1,98
<i>Pinus radiata</i>	3,95
<i>Quercus robur</i>	0,36
<i>Quercus pyrenaica</i>	1,23
<i>Eucalyptus globulus</i>	4,29

- La biomasa forestal real que proporciona una determinada especie y en una determinada pendiente, es la que resulta de multiplicar la posibilidad real anual por hectárea por la superficie que ocupa (en dicha pendiente).
- La biomasa total anual aprovechable resulta de aplicar a la biomasa real disponible un coeficiente reductor de recogida de los residuos generados en función de la pendiente media en cada una de las teselas de vegetación. Estos coeficientes se establecen como:

Coefficiente reductor según pendiente media

Fuente. TRAGSATEC "Plan de Fomento de la utilización de los residuos forestales y agrícolas con fines energéticos: Evaluación de los residuos forestales y agrícolas potenciales de España"

PENDIENTE MEDIA	BIOMASA APROVECHABLE	COEFICIENTE REDUCTOR
p < 12,5 %	80% de la biomasa real	0,8
12,5% < p < 35%	60% de la biomasa real	0,6
p > 35%	20% de la biomasa real	0,2

Aunque en líneas generales se procede según la metodología anteriormente desarrollada, el cálculo de biomasa en el presente estudio difiere en parte del método explicado, aunque se fundamenta y articula en él. Esta diferencia en el procedimiento de cálculo viene basada en el hecho de poseer información individualizada de cada una de las teselas de vegetación que constituyen los diferentes estratos definidos dentro del sistema forestal considerado (superficie de la tesela, fracción de cabida cubierta total y arbórea en cada una de ellas y también la pendiente media).

En este sentido cabe recordar que, en el cálculo realizado en el citado Plan, se consideraba que la posibilidad anual de biomasa era el 50% de la posibilidad potencial anual (dado que se estimaba que, al no tener las masas reales una ocupación total y presentar huecos, la producción de biomasa era la mitad de la que proporcionaban las tablas de producción), sin embargo, el hecho de conocer en cada tesela de vegetación la ocupación arbórea permite obtener valores más aproximados a la realidad.

El desarrollo propuesto para llegar a determinar la biomasa aprovechable de cada uno de los estratos definidos y, finalmente, llegar a conocer la biomasa aprovechable de los terrenos arbolados, es el siguiente:

1. En primer lugar, señalar que la cuantificación se restringe exclusivamente a aquellas superficies arboladas en donde la fracción de cabida cubierta total sea superior al 70%, teniendo en cuenta las superficies que son consideradas como susceptibles de aprovechamiento, de manera que los resultados obtenidos tendrán un marcado carácter conservador. De esta forma se garantiza la persistencia y estabilidad de la masa, fomentando un aprovechamiento forestal continuado en base a una gestión forestal sostenible.
2. Los estratos están definidos como agrupaciones de teselas de vegetación de igual caracterización, teselas que quedan definidas por la especie dominante en cada una de ellas, especie que, según la metodología propuesta, tiene asignada una posibilidad potencial anual de biomasa. Se puede identificar o asociar ese valor a la tesela en cuestión, de forma que se tendrá la posibilidad potencial anual de biomasa de la tesela.

3. Multiplicando posibilidad potencial anual de biomasa de la tesela por la superficie de la misma, se obtiene la biomasa anual total potencial asociada a cada tesela de vegetación.

4. Conocida por una parte, la biomasa potencial disponible de la tesela y, por otra parte, la fracción de cabida cubierta arbórea de la misma, se determina la biomasa anual potencial de la tesela de vegetación, como producto de ambos valores.

5. La biomasa aprovechable de una determinada tesela de vegetación es la que resulta de aplicar los coeficientes de ponderación por pendientes a la biomasa potencial anual correspondiente.

6. La biomasa forestal anual aprovechable de cada estrato, será la suma de la biomasa aprovechable de cada una de las teselas que lo constituyen.

7. Por último, la suma de los valores correspondientes a los estratos definidos como productivos proporciona la biomasa total aprovechable procedente del sistema forestal arbolado.

7.2.5.1. RECURSOS Y ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DE BFP ARBÓREA

Llamamos existencias a la cantidad de BFP que se puede generar en los bosques, es decir, a la BFP potencial que puede producir un determinado territorio forestal. Por otro lado, la disponibilidad es la BFP aprovechable, una vez excluidas las fracciones que no se pueden aprovechar en el bosque.

La capacidad de explotación tiene que ver con una serie de factores que condicionan la retirada de BFP tales como la geomorfología del terreno (pendiente y altitud), el acceso a las áreas forestales (densidad de la red viaria), restricciones de orden legal (áreas protegidas, parques naturales, Red Natura 2000,...), entre otros. A pesar de los estudios de los últimos años, la falta de datos acerca de la cantidad de biomasa existente y explotable hace necesaria la elaboración de estudios más detallados y precisos en todas las regiones. Sin embargo, hay que decir que en algunas regiones, principalmente en Galicia y en Portugal, ya se habían realizado algunos trabajos. En el caso de Portugal, sólo en determinadas partes del país, más concretamente en las áreas de influencia de las centrales en concurso público, se han hecho estudios de carácter privado.

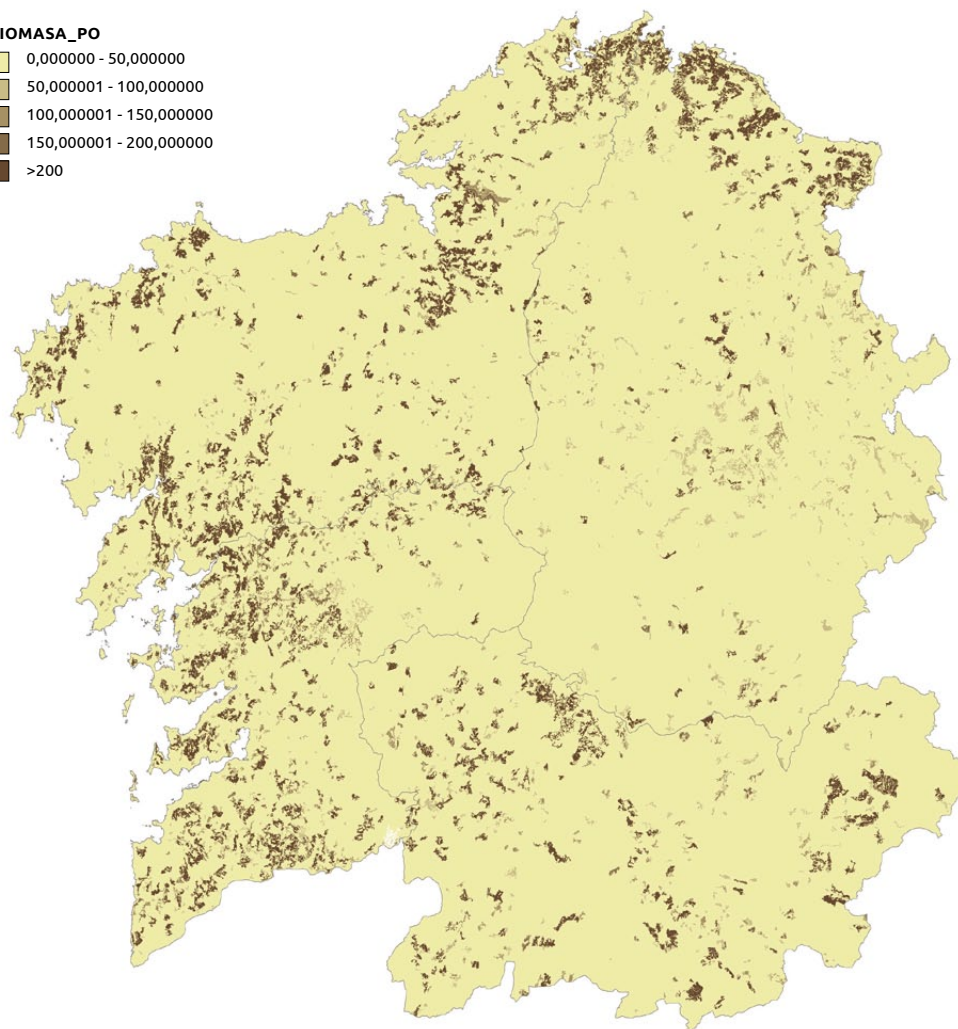
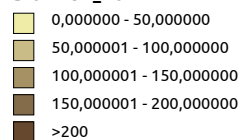
7.2.5.2. BIOMASA POTENCIAL (BIOMASA DISPONIBLE)

La biomasa forestal primaria potencial, comprende toda la biomasa existente sin considerar ningún tipo de condicionante de uso o extracción, se considera que incluye todas las especies y materiales leñosos en cualquier clase de terrenos.

Para calcular la biomasa forestal primaria potencial existente en la zona de estudio, se realizará un análisis de cada estrato según la posibilidad anual de biomasa de la especie principal, considerando las superficies en las que la fracción de cabida cubierta sea superior al 70%.

Distribución de zonas de mayor concentración de biomasa forestal primaria arbórea potencial

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

BIOMASA_PO

Los resultados obtenidos por provincia, tras realizar los cálculos oportunos, se muestran en la tabla siguiente:

Estimación de biomasa forestal primaria potencial en Galicia

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

PROVINCIA	BIOMASA FORESTAL PRIMARIA POTENCIAL (t/año) al 20% de humedad	BIOMASA FORESTAL PRIMARIA POTENCIAL (t/año) t de materia seca
A CORUÑA	350.000	292.000
LUGO	270.000	225.000
OURENSE	160.000	133.000
PONTEVEDRA	280.000	233.000
TOTAL GALICIA	1.060.000	883.000

7.2.5.3. BIOMASA EXTRAÍBLE (BIOMASA APROVECHABLE)

Se considera que la biomasa aprovechable es la biomasa utilizable técnicamente, en este caso no se valora que los costes de recolección y transporte sean viables, pues se considera que en el minifundio gallego mucha biomasa utilizable sería inviable su recolección por motivos económicos, de propiedad (propiedad muy fragmentada, propietarios ausentes o desconocidos, o simplemente que no exploten sus propiedades), etc.

En el cuadro siguiente se realiza una estimación de la biomasa forestal primaria aprovechable, en la Comunidad Autónoma de Galicia:

Estimación de biomasa forestal primaria extraíble en Galicia

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

PROVINCIA	BIOMASA FORESTAL PRIMARIA EXTRAÍBLE (t/año) al 20% de humedad	BIOMASA FORESTAL PRIMARIA EXTRAÍBLE (t/año) t de materia seca
A CORUÑA	240.000	200.000
LUGO	150.000	125.000
OURENSE	100.000	83.000
PONTEVEDRA	180.000	150.000
TOTAL GALICIA	670.000	558.000

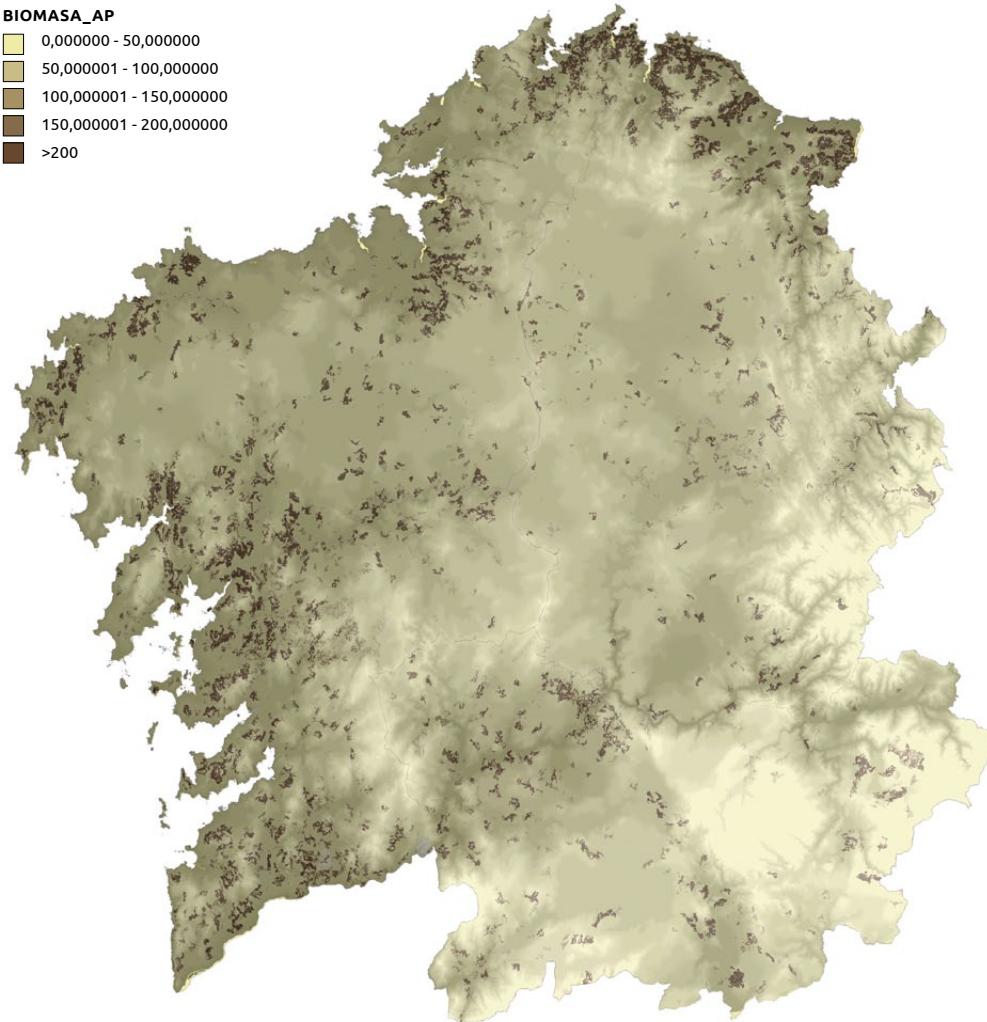
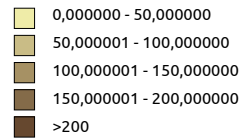
Según fuentes consultadas, la Consellería do Medio Rural en su informe Potencial de la Biomasa Forestal en Galicia, elaborado en el año 2006, cifra la disponibilidad anual de BFP en la totalidad de los bosques gallegos en 852.171 toneladas de materia seca.

Con criterios más exigentes en relación a las restricciones de explotación, la Asociación Forestal de Galicia (AFG), en el marco del proyecto Biorreg-Floresta, elaboró una metodología de estimación para los montes cultivados. Esta metodología fue aplicada al conjunto de los montes cultivados de Galicia, estimándose la biomasa explotable para la región, en un total de 490.000 toneladas de materia seca.

Distribución de zonas de mayor potencial de biomasa forestal primaria arbórea extraíble

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

BIOMASA_AP

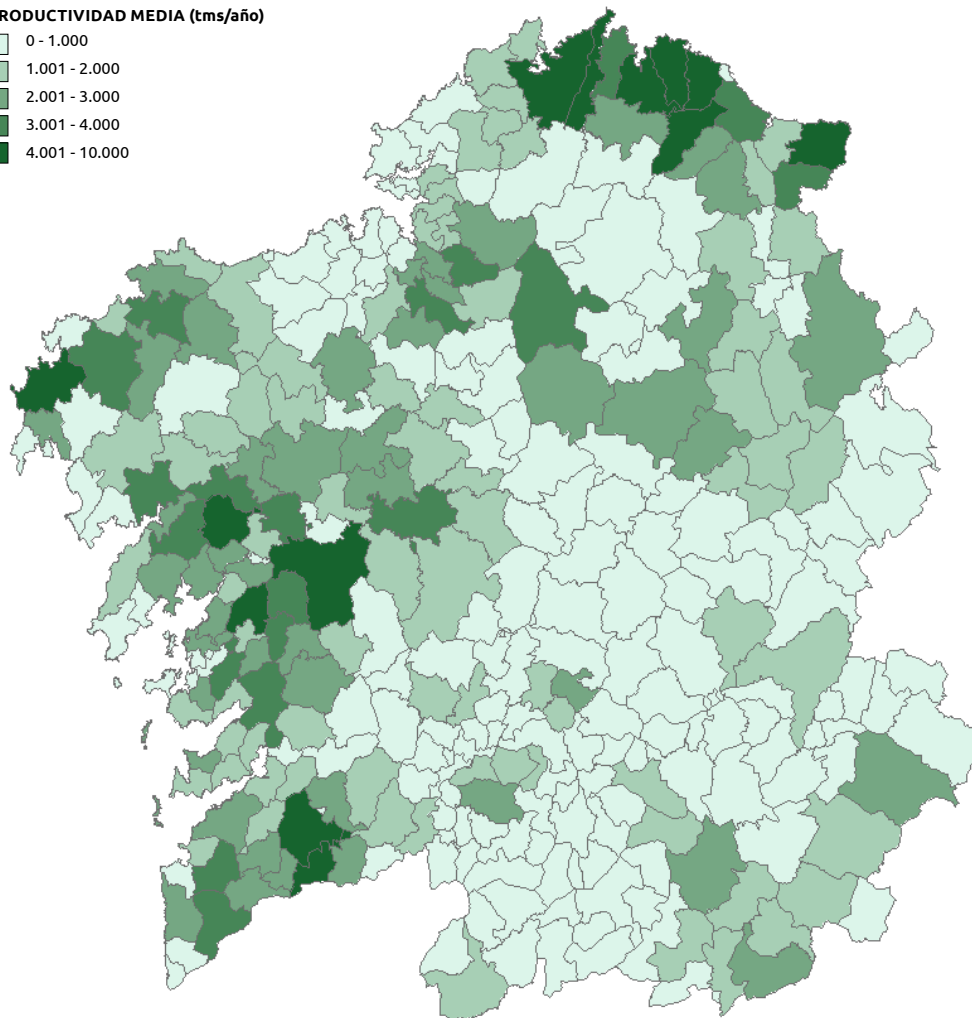


Productividad media por término municipal

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

PRODUCTIVIDAD MEDIA (tms/año)

- 0 - 1.000
- 1.001 - 2.000
- 2.001 - 3.000
- 3.001 - 4.000
- 4.001 - 10.000

**7.2.6 EXISTENCIAS ACTUALES DE BIOMASA FORESTAL ARBUSTIVA**

Para realizar una estimación de la biomasa aprovechable en los montes gallegos procedente del sotobosque, se procederá según lo desarrollado en el "Estudio de recursos de fitomasa en la zona 1 de la Comunidad Autónoma de Galicia" realizado por TRAGSATEC.

El procedimiento a seguir será el siguiente:

- En los estratos con una presencia significativa de arbolado, que vendrá determinado por la fracción de cabida cubierta arbórea, se determinará que tipo de matorral se asocia más frecuentemente a cada una de las diferentes especies arbóreas dominantes que caracterizan cada tesela.
- Se utilizarán las densidades volumétricas aparentes de las diferentes especies de matorral.
- La altura media que alcanzan estas especies en cada uno de los estratos definidos, se determinará a partir de la información proporcionada por el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3).
- Conocidas las alturas medias se determinará la densidad real referida a unidad de superficie para cada especie de matorral (t/ha).
- Dada la imposibilidad de determinar, tanto la edad, como el crecimiento corriente de los matorrales, a la hora de efectuar los trabajos de desbroce de matorral, se considerará adecuado establecer rotaciones periódicas de 5 años. Con esta rotación de corta, la posibilidad real anual de biomasa de los matorrales será el cociente entra la densidad real por unidad de superficie y la rotación establecida.
- La superficie ocupada por el matorral en cada tesela de vegetación se determinará como el producto de la superficie total de la tesela correspondiente por la fracción de cabida cubierta por el matorral (total menos arbórea).

- El producto de la posibilidad real anual de biomasa y de la superficie ocupada por el matorral, proporcionará la biomasa real anual procedente del matorral correspondiente.
- Para obtener las cifras globales en los usos forestales arbolado ralo y arbolado disperso, únicamente será necesario sumar la biomasa aprovechable de los diferentes estratos identificados en cada uso.
- Se tendrá en cuenta que la fracción de cabida cubierta total de las teselas estudiadas deberá ser superior al 70%, para considerarlas aprovechables y para mantener el criterio conservador.
- La biomasa total anual aprovechable procedente del matorral, resulta de aplicar a la biomasa real disponible un coeficiente reductor de recogida de los residuos generados en función de la pendiente media en cada una de las teselas de vegetación.

7.2.6.1. BIOMASA EXTRAÍBLE (BIOMASA APROVECHABLE) ASOCIADA AL MATORRAL

Como se ha indicado anteriormente, para la biomasa forestal arbolada, se considera que la biomasa aprovechable es la biomasa utilizable técnicamente, en este caso no se valora que los costes de recolección y transporte sean viables, pues se considera que en el minifundio gallego mucha biomasa utilizable sería inviable su recolección por motivos económicos, de propiedad (propiedad muy fragmentada, propietarios ausentes o desconocidos, o simplemente que no exploten sus propiedades), etc.

En el cuadro siguiente se realiza una estimación de la biomasa forestal primaria aprovechable asociada a matorral, en la Comunidad Autónoma de Galicia:

Estimación de biomasa extraíble asociada a matorral en Galicia

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

PROVINCIA	BIOMASA ASOCIADA A MATORRAL EXTRAÍBLE (t/año) t de materia seca
A CORUÑA	88.000
LUGO	79.000
OURENSE	75.000
PONTEVEDRA	56.000
TOTAL GALICIA	298.000

Según los datos obtenidos, en Galicia serían aprovechables aproximadamente 300.000 t/año de matorrales leñosos (toneladas de materia seca).

En otros estudios consultados, se contabilizan aproximadamente 630.000 ha de matorrales leñosos formados principalmente por tojos, retamas y brezos; Antonio de María Angulo en las Jornadas Nacionales sobre Gestión de la Biomasa Agroforestal (Santiago de Compostela, 31 de mayo-1 de junio de 2005) cuantifica la producción potencial de biomasa procedente de rozas de matorral en 500.000-600.000 t/año para Galicia.

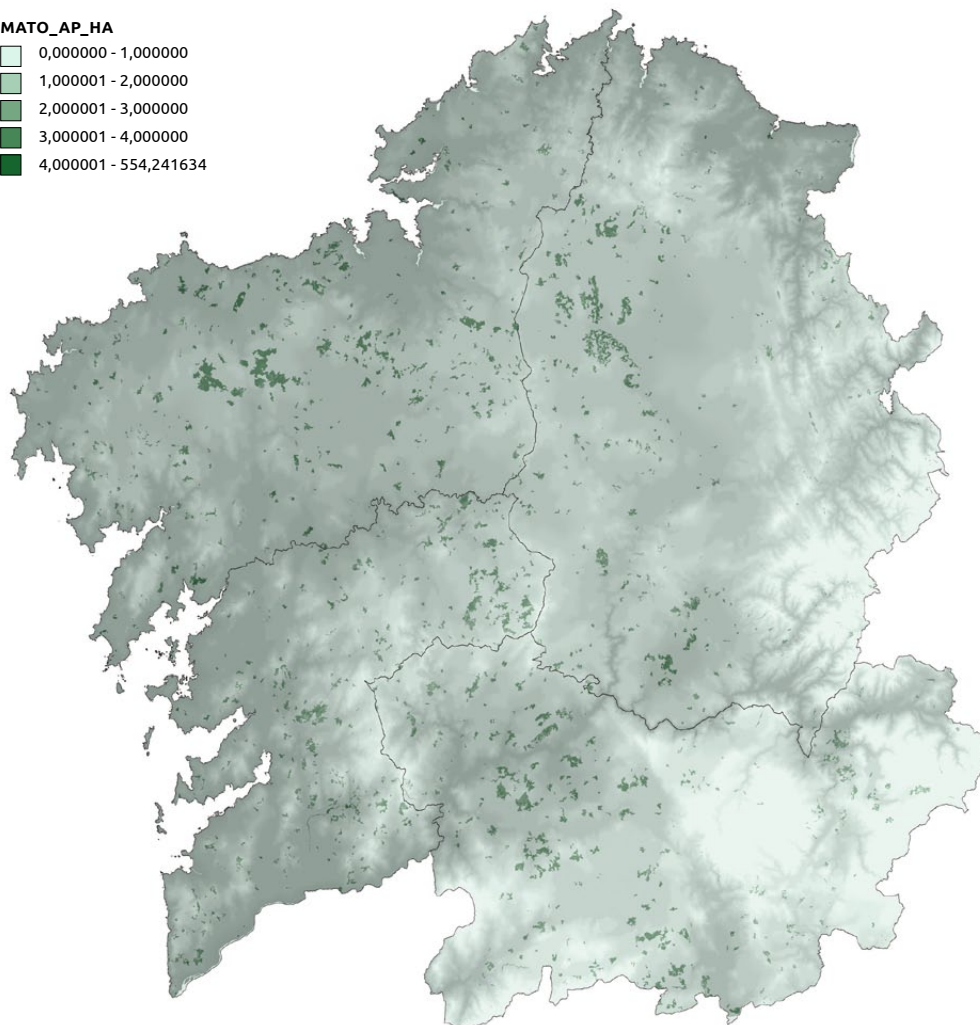
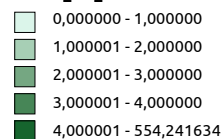
Debido a la complejidad de cálculo de existencias de matorral, se establece que serían aprovechables aproximadamente 300.000t/año de matorral para Galicia.

Con respecto a la extracción y consumo de matorral con fines energéticos, se deberán tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- Condicionantes ecológicos.- Se considera que los terrenos con mayor potencial de producción de matorral se encuentran en cabeceras de sistemas fluviales, y en zonas con problemas de erosión. Una extracción masiva de este material provocaría problemas erosivos y de empobrecimiento de nutrientes en los suelos.
- Condiciones fisiográficas.- Normalmente las zonas de matorral están asociadas a la pedregosidad y mayor pendiente, lo que dificulta su extracción.

Distribución de zonas de mayor potencial de biomasa extraíble asociada a matorral

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

MATO_AP_HA**7.2.7 TABLA RESUMEN****Tabla resumen de biomasa forestal primaria total extraíble en Galicia**

Fuente. TRAGSATEC 2011. Estimación realizada a partir de IFN3

PROVINCIA	BIOMASA FORESTAL ARBÓREA EXTRAÍBLE (t/año) t de materia seca	BIOMASA ASOCIADA A MATORRAL EXTRAÍBLE (t/año) t de materia seca
A CORUÑA	200.000	88.000
LUGO	125.000	79.000
OURENSE	83.000	75.000
PONTEVEDRA	150.000	56.000
TOTAL GALICIA	558.000	298.000

Como se ha indicado anteriormente, por la complejidad de realizar un estudio de Biomasa Forestal en toda la Comunidad, se establecen los siguientes rangos:

- Biomasa Forestal Primaria Arbórea que puede ser utilizada con fines energéticos se estima en 558.000 toneladas de materia seca (0% de humedad), la mayoría proviene de especies de pino y eucalipto.
- Biomasa Forestal Primaria procedente de matorral, se establece como 298.000 t/año para Galicia.

7.2.8 MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES

La extracción de productos madereros del monte es algo habitual en Galicia a lo largo de su historia puesto que siempre ha existido abundancia del recurso. En el siglo XX el gran desarrollo económico experimentado ha hecho que las pequeñas industrias artesanales fuesen evolucionando hacia centros transformadores de mayor capacidad, principalmente aserraderos y posteriormente industrias de la pasta y el tablero. Así Galicia se ha convertido en la principal zona productora y transformadora de productos forestales, con una gran industria de la primera transformación del producto, y en menor medida una industria de la segunda transformación.

El empleo del recurso forestal con fines energéticos, principalmente leña, y productos de aserrado y tablero ha coexistido sin dificultad en las últimas décadas.

A día de hoy la industria de la primera transformación en Galicia conforma un mercado maduro, con gran importancia económica en la región y generador de numerosos puestos de trabajo, tanto directos como indirectos.

La distribución de la madera extraída del monte, se distribuye por diámetros a los distintos procesos productivos de la cadena de la industria de la madera, como se indica a continuación:

- La industria del desarrollo requiere diámetros superiores a 35 cm y maderas bien conformadas, principalmente de pino y eucalipto.
- La industria del aserrado suele consumir pino con diámetro en punta delgado superiores a los 16-18 cm, y en menor medida madera de eucalipto.
- La industria del tablero y la pasta industria de desintegración admite maderas mal conformadas y de peor calidad y con diámetros de hasta 5 cm, consumiendo en los tableros de partículas madera procedente de cualquier especie forestal.
- Los subproductos con diámetros inferiores a 5 cm que a día de hoy no se consumen en los procesos industriales por los atascos que provocan en los sistemas de transporte y alimentación, se emplean en calderas de biomasa ubicadas en los grandes centros fabriles o en calderas de los aserraderos.

El mercado de la madera en Galicia está equilibrado a día de hoy, encontrándose una fracción de madera que se abandona en el monte en los aprovechamientos al no tener actualmente salida comercial.

7.2.8.1. POSIBLE COMPETENCIA CON LA INDUSTRIA DE TABLERO

El recurso que se pretende valorizar energéticamente es residuo forestal procedente de los diferentes aprovechamientos forestales que se

producen en el monte en el marco de una gestión forestal sostenible, por lo que actualmente es de suponer que no exista competencia para su uso. En la mayoría de los casos el residuo permanece en el monte sin ningún tipo de tratamiento, aumentando el riesgo de incendios y problemas sanitarios en las masas.

Por lo tanto, la única industria que podría competir por el recurso sería la industria del tablero, que utiliza como materia prima en su proceso productivo: madera en rollo de coníferas y frondosas, madera reciclada de palets,... y subproductos de las industrias forestales de 1ª y 2ª transformación.

En esta industria se considera que es aprovechable comercialmente cualquier rama o fuste de diámetro superior a 5 cm, por lo tanto, para el aprovechamiento de biomasa forestal residual se produce un solape entre ramas y fuste de diámetro medio comprendido entre 5 – 7 cm.

Para estimar el porcentaje de competencia en la fracción entre 5-7 cm, entre la industria del tablero y la valorización energética de la biomasa forestal residual, se tendrán en cuenta los resultados del estudio "Producción de Biomasa y Fijación de CO2 por los Bosques Españoles", Gregorio Montero et al [Monografías INIA], se puede establecer que podrían verse afectados un 5% como máximo de las cantidades establecidas de biomasa forestal primaria extraíble. Según este dato, se considera que en Galicia la competencia entre la industria del tablero y el aprovechamiento de biomasa podría establecerse en 27.900 t 0% humedad. Esta cantidad no es significativa frente al total de los datos que

se manejan, por lo que se considera que la competencia por materia prima con la industria del tablero no es significativa.

7.2.9. AGENTES IMPLICADOS

Entre los agentes implicados se destacan los siguientes:

- El propietario forestal, generalmente es el dueño del suelo y también del recurso, pero no ejerce apenas silvicultura y puesta en valor del espacio forestal, debido principalmente a la alta fragmentación de la propiedad.
- El gestor forestal, es el encargado de realizar la planificación para la puesta en el mercado de los productos forestales. A día de hoy la gestión sobre la superficie forestal es escasa y se centra principalmente en los montes vecinales por tener mayor superficie media.
- La empresa de explotación forestal, es la encargada de ejecutar los trabajos forestales y vender la materia prima a la industria. Generalmente la conforma un amplia red de rematantes y maderistas que son los que contactan con el propietario y realizan la corta y saca de los productos forestales. Suelen tener escasa especialización, si bien cada día disponen de maquinaria más moderna y eso permite mejorar sus rendimientos.
- Centro consumidor, suelen ser las industrias de primera transformación (aserraderos, fábricas de tablero o de pasta

de papel) y en menor medida industrias de fabricación de pellets o centrales consumidoras del recurso con fines energéticos.

- La Administración, generalmente se trata de organizaciones públicas de gestión del Estado y que tienen la capacidad normativa y regulatoria del mercado, por cuanto se convierten en actores directos en el sector de la biomasa.

7.2.10. SITUACIÓN EN PORTUGAL

En cuanto a Portugal, se hará una síntesis de los resultados publicados por el proyecto Biorreg-Floresta, del año 2006, en el que se realiza un estudio de existencias de BFP en las regiones Norte y Centro de Portugal. Como en este estudio únicamente se evalúan las existencias del Norte, sólo se exponen los resultados de esta región.

Se debe tener en cuenta que estos datos se refieren a existencias, y no a BFP explotable, dado que, debido a la falta de datos, no fue posible estimar estos datos a escala regional.

En Portugal la especie que más Biomasa Forestal Primaria genera es el *Pinus pinaster*, con una producción total de 1.039.467 t. de materia seca en la Región Norte. En segundo lugar se encuentra el matorral, con una producción de 680.760 t. de materia seca.

Existencias de biomasa forestal primaria en Portugal

Fuente. Proyecto Biorreg-Floresta, 2006.

ESPECIE	Biomasa Forestal Primaria (t. materia seca)
<i>Pinus pinaster</i>	1.039.467
<i>Eucalyptus sp.</i>	389.713
<i>Pinus pinea</i>	290
<i>Castanea sativa</i>	40.996
<i>Quercus suber</i>	8.821
<i>Quercus ilex</i>	8.433
Otras frondosas	73.713
TOTAL	2.242.193

7.3. CULTIVOS ENERGÉTICOS LEÑOSOS

Los cultivos energéticos se basan en el aprovechamiento de plantas de crecimiento rápido destinadas principalmente a la obtención de energía o como materia prima para la obtención de otras sustancias combustibles.

Dentro de los cultivos energéticos, los cultivos leñosos se utilizan para la producción de biocombustibles sólidos para aplicaciones térmicas generando calor y/o electricidad. Se trata de cultivos plurianuales que tienen un crecimiento rápido, con rotaciones cortas y en los que la implantación del cultivo es la fase que requiere mayor exigencia económica.

Tienen una buena aptitud para la combustión dada su bajo nivel de cenizas y álcalis. Para su adecuado desarrollo es necesario, además de confirmar los valores y costes de producción, optimizar la mecanización y logística de la plantación y cosecha.

Existen múltiples especies con los requerimientos exigidos para un cultivo energético, entre las que se pueden destacar: eucaliptos, chopos, sauces, robinias, acacias, olmos, etc.

7.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Las especies seleccionadas en el marco de este estudio cumplen todas las características necesarias para su desarrollo como cultivos energéticos. Estas son:

- Facilidad de enraizar estaquillas.
- Rápido crecimiento inicial.
- Alta capacidad de rebrote y larga duración de las cepas.
- Máxima adecuación a las características del terreno.
- Resistencia a enfermedades y plagas.
- Alta capacidad para producir biomasa.

En este apartado se presenta información sobre la botánica, ecología, condicionantes edáficos, climáticos y de disponibilidad de agua de cada una de las especies consideradas.

7.3.1.1. EUCALIPTO BLANCO (*EUCALYPTUS GLOBULUS*)

Características botánicas

El *Eucalyptus globulus* es un árbol perennifolio de la familia de las mirtáceas originario de Australia. En nuestro país puede llegar a alcanzar los 70 m de altura y los 2 m de diámetro, aunque normalmente no supera los 50 m de altura y los 1,50 m de diámetro normal. Tiene dos tipos de hojas: en las plantas jóvenes o en las ramas que brotan de cepa son opuestas, ovales y sésiles, mientras que en los árboles adultos se hacen alternas, más o menos coriáceas, con un limbo asimétrico en forma de hoz, pecioladas y colgantes.

Las flores, solitarias en las axilas de las ramas superiores, son grandes, tetrámeras, con cáliz y corola fusionados formando una tapadera leñosa (opérculo), que se cae en la floración, dejando al descubierto una gran cantidad de estambres con filamentos muy vistosos.

Características climáticas

Prefiere los climas húmedos y sin heladas. La temperatura media debe ser superior a 3°C con un óptimo entre 10-15°C. La pluviosidad debe ser

de unos 500-1.520mm repartidos con regularidad a lo largo del año. Su distribución natural se localiza en climas templado-húmedos bastante parecidos a los que se dan en el norte de España.

Frecuentemente se presentan daños por heladas por debajo de los -3°C y siempre si las temperaturas descienden de -5°C. Si las temperaturas bajan de -6°C a -8°C es posible que el arbolado llegue incluso a morir, especialmente durante períodos prolongados (no suele soportar más de 10 días de heladas por año). Las plantas más jóvenes son especialmente sensibles a las heladas aunque su resistencia aumenta al alcanzar los dos o tres años.

Puede soportar máximas estivales de hasta 40°C. Sus limitaciones térmicas estivales le obligan a una distribución más bien costera con un contenido mayor de humedad relativa en el aire.



Fuente. www.semillas.de



Fuente. www.fpc.wa.gov.au

Características edáficas

En cuanto a sus características edáficas es un árbol poco exigente en lo que a suelos se refiere, aunque para su óptimo desarrollo deben tener una cierta calidad. Se desarrollan bien en suelos silíceos y poco arcillosos así como en suelos calcáreos con lavado previo de carbonatos. Su desarrollo

sólo se ve afectado en suelos salinos o suelos hidromorfos.

Requieren un sustrato con un pH entre 5 y 7,2 pero pueden darse de forma satisfactoria e pH más bajos.

Marcos de plantación

Los marcos de plantación más utilizados para producción de biomasa son: 3x0,8 ó 3x1,2. Aplicando turnos de 2-3 años se pueden obtener rendimientos de 17,5 Tn/ha/año.

Otras características

Su distribución es potencialmente litoral hasta los 500 m. disminuyendo su productividad según se sube en altura. En el norte de España, y por actuar el frío como factor limitante, se planta desde los 0 hasta los 350 m., aunque en climas más suaves y próximos al mar puede aumentar hasta los 550 m.

En cuanto a las enfermedades cabe destacar la enfermedad conocida como *Mycosphaerella* leaf blotch (MLB) o *Mycosphaerella* leaf disease (MLD) causada por el hongo *Mycosphaerella*. El síntoma más característico de MLB consiste en la aparición de manchas necróticas en las hojas que reducen la capacidad fotosintética, con la consiguiente disminución del crecimiento. Los ejemplares más jóvenes son los que presentan un mayor nivel de severidad.

7.3.1.2. EUCALIPTO NITENS (*EUCALYPTUS NITENS MAIDEN*)

Características botánicas

Al igual que el *Eucalyptus globulus*, El eucalipto nitens es una mirtácea procedente de Australia que ha sido introducida en Galicia por su alto

crecimiento en condiciones adversas de frío y de suelos. Puede llegar a alcanzar alturas entre 40-60 m y diámetros de hasta 1-2 m.



La corteza es persistente en la parte baja del tronco y tiene una coloración grisácea, blanca o amarillenta. El borde las hojas jóvenes es entero, de color verde grisáceo, sésiles de 17 cm de longitud y 8 mm de ancho. Se disponen de manera opuesta. Las hojas adultas son estrechas-lanceoladas o lanceoladas, acuminadas, inclinadas o patentes, de color verde lustroso, gruesas de 15-25 cm de longitud y entre 1,5-2 mm de ancho. Se disponen de forma alterna.

La inflorescencia es de 7 flores, los pedúnculos son estrechos planos o angulosos (de 3 mm de ancho) de 6-15 mm de longitud. Las flores, de color blanco, son ovoides o cilíndricas, glaucas y pruinosas de 5-7 mm de longitud y 3-4 mm de diámetro. Los frutos son cilíndricos u ovoides, sésiles, de pequeño tamaño con 4-7 mm de longitud y 4-6 mm de diámetro.

Características climáticas



Se trata de una especie resistente al frío. Puede soportar heladas e incluso nevadas de hasta -12°C durante más de 50 días. También está mejor adaptado que el *Eucalyptus globulus* para resistir los ataques de goniptero. Sus necesidades hídricas son de 750-1250 mm de agua en 90-140 días.

Características edáficas



Fuente: www.primabio.co.uk

En cuanto los suelos, el óptimo para *E. nitens* son suelos bien drenados y moderadamente fértiles aunque puede vivir en terrenos áridos y secos y también puede soportar suelos desde arcillosos, limosos, permeables, etc.

El mejor crecimiento de esta especie se da en suelos de margas y especialmente en aquellos que presentan pizarra como roca madre.

Marcos de plantación

Los marcos de plantación más utilizados para producción de biomasa son: 1x0,5 , 1x1 ó 2x1; en turnos muy cortos, inferiores a cinco años.

A medida que aumente el turno de corta se incrementará el marco de plantación.

Otras características

Se distribuye por las comarcas interiores de Galicia con altitudes que van desde los 600 hasta los 1200 m.

El turno de corta suele ser de 5-10 años y los crecimientos se sitúan en torno a los 15-32 m³ cc/ha/año.

7.3.1.3. CHOPO (*POPULUS SPP.*)

Características botánicas

El género *Populus* está formado por árboles de hojas simples, alternas y caedizas, habitualmente anchas y de bordes enteros, aserrados, dentados, lobulados o festoneados. Sus yemas están cubiertas por escamas. El peciolo es largo y glanduloso, con frecuencia aparece comprimido lateralmente, lo que confiere gran movilidad a la hoja. El fruto tiene forma de cápsula, lampiño, dehiscente, de color verdoso que se torna pardo

al madurar. Libera numerosas semillas pequeñas provistas de vilano blanco, lo que les confiere aspectos de copos de algodón.

Se trata de especies con buena capacidad de rebrote y de crecimiento rápido (hasta 6 m en 6 meses) que pueden alcanzar alturas de entre 25-30 m a los 10 años. El género *Populus* comprende unas 40 especies. En España los híbridos más usados en plantaciones para producción de biomasa son *P. x euramericana* (*P. deltoides* x *P. nigra*) y *P. x interamericana* (*P. trichocarpa* x *P. deltoides*).

Características climáticas

La temperatura media anual óptima para un buen desarrollo se sitúa entre los 15°C-25°C aunque tolera entre -10°C-40°C.

Se debe considerar también que las *Salicaceas* (chopos y sauces) son



Fuente: www.colintlev.net

especies heliofilas, es decir con gran exigencia de luz y, que por tanto, toleran mal la competencia por proximidad de otras especies que puedan implicar sombreado en las fases iniciales del cultivo.

Características edáficas

El cultivo de chopo requiere suelos sueltos, bien aireados, profundos, con bajo contenido en arcilla, prefiriendo las texturas francas o franco-arenosas, y no susceptibles de sufrir encharcamientos frecuentes que provoquen asfixia radicular, pero con capacidad de retención de agua. El pH debe situarse próximo a la neutralidad (entre 6 y 8), con contenidos en materia orgánica superiores al 2% y concentraciones de caliza activa inferior al 6%, así como ausencia de salinidad. En relación a otros requerimientos ecológicos, el rango altitudinal para el cultivo del chopo es muy amplio. En España se sitúa desde el nivel del mar hasta los 1000 m de altitud, tolerando situaciones climáticas muy diversas, siempre que dispongan de agua. La práctica del cultivo requiere de la aplicación de riego (2000-4000 m³/ha), a menos que, en condiciones locales específicas, la pluviometría y/o la existencia de capa freática, aseguren el suministro del agua necesaria para su crecimiento durante el periodo vegetativo.

Marcos de plantación

La plantación del chopo para fines energéticos se realiza con altas densidades con el objetivo de disminuir los costes de plantación, de cultivo y de cosecha. Los compromisos entre diámetros deseados a la corta y el marco de plantación se muestran en la siguiente tabla.

La rentabilidad del cultivo energético de chopo ha sido evaluada en

Marcos de plantación de chopo para biomasa

Fuente. Montoya, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

Diámetro ideal de corta (cm)	10	11,25	12,25	13,75	15
Nº ideal de pies por hectárea	2.603	2.155	1.820	1.562	1.333
Metros cuadrados por pie	3,8	4,6	5,5	6,4	7,5
Marco recomendable (m)	No útil	No útil	2,1x2,6	2,3x2,8	2,5x3



Fuente. www.zamoradigital.net

nuestro país por los estudios del CIEMAT, habiéndose obtenido buenos resultados con diversos clones en densidades de 5.000-10.000 pies/ha, con máximas producciones en turnos de 5 años.

7.3.1.4. SAUCE (*SALIX SPP.*)

Características botánicas

Al género *Salix* pertenecen los sauces y mimbreras, árboles y arbustos característicos de la vegetación de las riberas de los ríos y cursos de agua. Cuenta con numerosas especies de difícil identificación debido a su variabilidad morfológica y al hecho de que se hibridan espontáneamente con facilidad.

Se trata de árboles de pequeño porte, arbustos o matas caducifolios con ramas largas y flexibles. Las hojas son simples, alternas, en ocasiones opuestas, con peciolo corto y forma diversa, redondeadas, elípticas, lanceoladas o lineares, con el margen entero, dentado o aserrado.

Presentan dos estípulas o glándulas en la base.

Los amentos son unisexuales y se sitúan sobre pies de plantas diferentes (dioicos), que pueden aparecer antes, al mismo tiempo o después que las hojas. Los masculinos son terminales y colgantes, con forma de cilindro y con una longitud de 3-6 cm. Los femeninos, que son colgantes y solitarios, permanecen en el árbol hasta que los frutos se diseminan.

Características edáficas



Fuente. www.floresbach.es

El sauce se puede instalar en una amplia variedad de suelos, desde suelos muy arcillosos a suelos arenosos. Los suelos ideales son suelos arcillosos o areno-limosos que retienen humedad pero están bien aireados, con un pH óptimo de 5,5 a 7. El establecimiento del sauce con destino para producción de biomasa puede ser lento en suelos muy arcillosos, dado que estos suelos pueden estar fríos en invierno, aunque una vez establecidos, el crecimiento puede ser altamente productivo en estos suelos. Puede soportar encharcamiento estacional pero no crece bien en suelos permanentemente encharcados.



Fuente. www.fao.org

Otras características

Se trata de una especie de especial potencial para el Norte de la Península, donde la presencia de *Salix viminalis* es muy importante, que es la especie principalmente utilizada en el material clonal empleado en Suecia e Inglaterra y cuyo potencial en nuestra comunidad debería de ser explorado.

A diferencia del chopo, que para altas densidades

de 10.000-20.000 pies/ha ofrece sus mayores rendimientos en rotaciones de 4-5 años, el sauce presenta unos turnos de máxima renta en especie más reducidos de 2-3 años, permitiendo emplear astilladoras cortadoras de altos rendimientos que no son viables en turnos más largos por alcanzarse diámetros excesivos.

7.3.1.5. ACACIA (*ACACIA SPP.*)

Características botánicas

Acacia es un género de arbustos y de árboles pertenecientes a la familia de las fabáceas de las que existen aproximadamente 1.300 especies en el mundo. Se caracterizan porque necesitan un lugar fresco para invernar, con una temperatura comprendida entre 5°C-10°C. En verano necesita abundantes riegos con abonado completo. El género Acacia cuenta con especies forestales



Fuente. www.arbolesornamentales.es



Fuente. www.infojardin.com

de interés comercial, cuya madera presenta usos alternativos y complementarios a las especies tradicionales, agregándose a esto, turnos de cosecha reducidos. Es el caso de *Acacia melanoxylon* y *Acacia dealbata* Link, las cuales presentan un crecimiento acelerado y con variedad de usos.

Es un género característico de regiones climáticas áridas y semiáridas, siendo común en muchas regiones subhúmedas. Se desarrollan bien en regiones con precipitación anual comprendida entre 500-800 mm, tolerando suelos pobres y profundos.

Acacia melanoxylon es un árbol de 10-20 m de altura, diámetro de 50 cm, sin espinas, de corteza agrietada y color bastante oscuro. Las ramas son angulosas y pubescentes.

Las hojas, que carecen de estípulas, son bipinnadas en las plantas jóvenes, mientras que en las adultas están reducidas, desapareciendo totalmente el limbo y ensanchándose el peciolo, formando una estructura llamada filodio. Los filodios son elíptico-lanceolados, oblanceolados o subfalciformes, de ápice obtuso o subaguado y que se atenúa en un peciolo; tiene 3-5 nervios paralelos, bien visibles, coriáceos y con una glándula encima de la base.

Las flores, de color amarillo, se reúnen en inflorescencias a modo de

glomérulos, de forma globosa, de 10-12 mm de diámetro y portando cada uno entre 30-50 flores. Sus flores son actinomorfas, pentámeras, de color amarillo; el cáliz de hasta 1,25 mm es obcónico, glabro, con 5 lóbulos cortos semicirculares y ciliados; la corola, de 1,75 mm, es tubulosa, glabra, con un tubo más o menos cilíndrico y otros 5 lóbulos triangulares. Los estambres son numerosos, libres y sobrepasan bastante la corola. El fruto es una legumbre elipsoidal de entre 4-12 cm, recurvada y comprimida entre las semillas. Las semillas son negruzcas, elipsoidales, con un funículo largo plegado que da varias vueltas a la semilla.

Acacia dealbata es un árbol de 10-12 m de altura, con la copa ancha y el tronco con la corteza lisa de color gris-parda. Follaje perenne de tonos plateados, ramillas angulosas y pubescentes. Las hojas son bipinnadas con el raquis anguloso, con una glándula crateriforme en la inserción de cada par de pinnas. El número de pinnas varía entre 8-20 y cada una de ellas tiene 25-40 pares de foliolos linear-oblongos, con el haz glabro. Las flores están dispuestas en largos racimos ramificados en los extremos de las ramillas. La legumbre que mide de 5-9 cm de longitud es recta o ligeramente curvada con los bordes algo constreñidos entre las semillas, que se disponen en el fruto longitudinalmente.

Características climáticas

La temperatura óptima de germinación de *Acacia dealbata* se sitúa entre los 14°C y los 22°C y se desarrolla sin problema en lugares donde el período sin precipitaciones dura 3-5 meses y las precipitaciones alcanzan 400-800 mm anuales, concentrándose en invierno. Es quizás la más resistente al frío de todas las acacias.

Características edáficas

Acacia dealbata se puede desarrollar sobre suelos poco profundos y tolera un cierto grado de humedad edáfica. Prefiere suelos ligeramente ácidos, aunque se adapta bien a otro tipo de suelos.

Acacia melanoxylon crece principalmente en suelos de mediana-alta fertilidad, profundos, con buen drenaje y pH neutro a ácido.

Otras características

Se regeneran fácilmente a partir de semillas y también por rebrote tras corta o incendio. Las semillas son resistentes y pueden permanecer en el suelo durante un largo período de tiempo y germinar tras un incendio.

7.3.1.6. ROBINIA (*ROBINIA PSEUDOACACIA L.*)

Características botánicas

La Robinia es un árbol caducifolio de la familia de las fabáceas que puede alcanzar alturas de 20-25 m. Tiene la copa ancha, el tronco corto y muy fisurado. Las ramas jóvenes tienen muchas espinas.



Fuente. www.discoverlife.org

Las hojas, imparipinnadas de hasta 30 cm de longitud, se sitúan de forma alterna. Poseen foliolos elíptico-ovales de 3-4 cm de longitud, de color verde intenso en el haz y algo grisáceo en el envés.

Las flores se disponen en racimos colgantes

de 10-20 cm de longitud, con la corola de color blanco y una mancha amarilla. El fruto es una legumbre de 5-10 cm de longitud, aplanado, de color castaño cuando madura y permanece en el árbol durante bastante tiempo.

Se multiplica por semillas, esquejes y retoños.

Características climáticas

Es un árbol muy resistente al frío y a la falta de agua.

Características edáficas

Se desarrolla en cualquier tipo de suelos, aunque los prefiere ligeramente alcalinos, arenosos, húmedos y con buen drenaje, mejor si son pobres, lo cual facilita una mayor resistencia del árbol a las inclemencias del tiempo.



Fuente. www.comunicacionvegetal.com

7.3.1.7. PAULOWNIA (*PAULOWNIA SPP.*)

Características botánicas

Son árboles caducifolios de 10-25 m de altura, con grandes hojas de 15-40 cm de diámetro, distribuidas en pares opuestos en las ramas. Las flores se presentan en panículas de 10-30 cm de longitud, con una corola tubular púrpura. El fruto es una cápsula seca que contiene miles de pequeñas semillas.



Fuente. www.paulownias.com

Características climáticas

La Paulownia es un árbol muy adaptable pero que tiene sus limitaciones. La primera y más genérica puede ser la temperatura. La península ibérica está dentro de la franja térmica donde la Paulownia puede desarrollarse, exceptuando las zonas de montaña donde la altitud, la falta de suelo y temperaturas extremas hacen que su cultivo no sea del todo recomendable (altitud máxima 2.000 m).



Fuente. www.noticias.cotevisa.com

La franja térmica para la Paulownia oscila entre los -20° C de mínima y los 40° C de máxima. Cuando la media de las temperaturas se sitúa en torno a los 20° C es cuando la Paulownia crece sin dificultades. Cerca de los 40° C la Paulownia detiene su crecimiento si la humedad no es alta.

En cuanto a las temperaturas mínimas depende mucho de la especie o clon a utilizar. La Paulownia tomentosa es la más resistente a las bajas temperaturas, siendo apta para los sitios donde la exigencia climática sea esencial. Por otro lado están la *P. elongata* y la *P. elongata x fortunei* que son menos resistentes a las heladas, pero aún así soportan temperaturas entre -10°

y -15° C. En el primer y segundo año cuando el árbol es muy joven la resistencia a las heladas es menor.

Los requisitos de luz son altos y hay que tener precaución si se utiliza para reforestación con otras especies de crecimiento rápido que puedan competir por la luz con ellas.

Características edáficas

La Paulownia tiene dificultades de crecimiento en suelos muy arcillosos, secos o muy pobres, lugares desprotegidos con mucho viento, suelos salinos o con el pH muy alto, una tabla de agua inferior a los 1,5 m de profundidad o suelo con problemas de drenaje. Es bastante sensible a los suelos con tendencia al encharcamiento. Con árboles jóvenes la intolerancia al encharcamiento es mayor.

En cuanto al pH hay diferencias entre las distintas especies de Paulownia. La *P. elongata* y la *P. tomentosa* van desde los 5-8,9, la *P. fortunei* de 5-8 y las demás prefieren suelos más ácidos.

En general la Paulownia prefiere suelos poco arcillosos. Aquí también hay pequeñas diferencias en cuanto a las distintas especies de Paulownia. Mientras la *P. fortunei* puede crecer en lugares donde la concentración de arcilla es del 25 % o incluso superior, las demás lo hacen con menor porcentaje, en torno al 10 %. La especie que menos tolera la arcilla es la *P. elongata*, y la *P. fortunei* junto con la *P. tomentosa* las que más podrían aguantar el exceso.

Paulownia es una especie con importantes necesidades hídricas. Si el clima no aporta las cantidades necesarias será necesario aplicar riego durante los dos primeros años.

Marcos de plantación

Los marcos de plantación pueden ser muy variados. Para producción de biomasa unos buenos marcos de plantación a 3 años pueden ser de 2 x 2,5 m. o 2 x 3 m. De 2.000 hasta 1.600 árboles/ha.

Otras características

Son muy característicos de esta especie su regeneración y rápido crecimiento después del corte (brote de cepa), su resistencia al fuego

(punto de ignición 247°C) y, relativamente, a las enfermedades y su tiempo de secado muy corto, habiéndose obtenido hasta un 12 % de humedad en 40 días tras la corta.

Sin embargo el aspecto más valioso de la Paulonia es su capacidad de rebrote una vez cortada, sucesivamente 6-7 veces en turnos de 3 años antes de perder notablemente su rendimiento. Esto significa que una plantación tiene una vida útil de 18-21 años antes de tener que replantar. Las especies más utilizadas para producción de biomasa son: *Paulownia catalpifolia*, *Paulownia elongata*, *Paulownia fargesii*, *Paulownia fortunei*, *Paulownia kawakamii*, *Paulownia taiwaniana*, *Paulownia tomentosa*. Con el sistema de corta rotación se pueden conseguir rendimientos de entre 30-50 Tn/ha/año.



Fuente. www.paulownia.ws

Entre las desventajas de Paulownia, cabe destacar la baja densidad de su madera, lo que puede incrementar sensiblemente los costes de transporte y almacenaje.

Actualmente existen plantaciones experimentales de carácter privado en Galicia, en las que no se están obteniendo los resultados esperados en cuanto a su rendimiento.

7.3.1.8. OLMO DE SIBERIA (ULMUS PUMILA) Características botánicas

El olmo de Siberia es un árbol caducifolio de hasta 20 m de altura, aunque normalmente no sobrepasa los 15 m, con tronco recto y ramas abiertas en altura. La corteza es pardo-grisácea y agrietada, sobre todo en los ejemplares más envejecidos. Las hojas, de unos 5 cm de longitud y forma ovada-elipsoidal alargada, son de color verde más oscuro por el haz que por el envés.



Fuente. www.floresherruzo.com

Durante los meses de febrero y marzo emergen las flores, que son muy pequeñas. En el cáliz, de color verde, se diferencian los diminutos sépalos de color rojizo.

Inmediatamente posterior a la floración comienza la maduración del fruto, que es una sámara que está envuelta por un ala que facilitará su dispersión a través del viento.

Características climáticas

Se trata de una especie muy rústica, resistente al frío y a la sequía.

Características edáficas

Crece bien en diferentes tipos de suelo, incluso áridos.

Marcos de plantación

Los marcos de plantación para producción de biomasa son los que se detallan a continuación:

- Separación entre líneas: 3 m
- Separación entre plantas:
 - 1 m
 - 0,5 m
 - 0,33 m



Fuente. www.dipuleon.es

Otras características

Una de las características más importantes de *Ulmus pumila* es su resistencia a la enfermedad de la grafiosis del olmo, si bien puede ser susceptible a los ataques de plagas como

Galerucella luteola o *Stilpnotis salicis*.

Se multiplica normalmente por semilla y más difícilmente por estaquilla.

7.3.2. EXPERIENCIAS REALIZADAS

En España se están realizando plantaciones experimentales en los últimos años empleando géneros muy variados: *Paulownia*, *Eucalyptus*, *Populus* o *Salix*. Pero estas iniciativas, que se están realizando, parten de universidades y empresas privadas.

Con respecto a las especies estudiadas, se puede realizar una aproximación a las investigaciones realizadas, mediante el análisis a la bibliografía existente actualmente:

A) Una reciente investigación referida a los chopos aporta información detallada acerca de la importancia del material base a emplear, el diseño del cultivo y los tratamientos culturales a realizar (riegos, fertilización, control de plagas y enfermedades). En el chopo los resultados obtenidos muestran una adaptación muy buena de algunos clones de *Populus trichocarpa* y *Populus x interamericana* en condiciones de suelos ácidos y pobres en nutrientes

B) Haciendo referencia a las salicáceas, se han ensayado los clones de *Salix viminalis* en parcelas sin aplicación de riegos. Los resultados iniciales muestran bajas supervivencias y crecimientos inferiores a clones de *Eucalyptus globulus* y, especialmente, de materiales de semilla de *Eucalyptus nitens*.

C) En cuanto a cultivos leñosos de *Eucalyptus* la mayor experiencia acumulada en España

reside en la iniciativa privada, particularmente por empresas de celulosas en el suroeste de la península ibérica. Se han ensayado distintas especies, densidades de plantación, maquinaria de establecimiento y sistemas de riego y fertilización. Para *Eucalyptus globulus* se instalaron tres clones, con buenos resultados iniciales de instalación. En este caso la capacidad de rebrote de la especie hace esperable un buen rendimiento en rotaciones sucesivas a partir de parcelas de alta densidad, si bien los costes de instalación del material clonal se disparan con densidades altas al repercutir el coste de las estaquillas enraizadas en envase y de la plantación manual con aporte de fertilización granulada localizada de liberación lenta.

D) Con respecto a las experiencias con *Paulownia*, también se desarrollan en el ámbito privado, donde una empresa ha llevado a cabo con éxito más de 6 años de pruebas en diferentes zonas, con más de 300 ha en plantaciones de *Paulownia*.

E) La *Robinia pseudoacacia*, presenta una productividad potencial para el Sur de Europa estimada en 5-8 Tn/ha/año. En Italia, se utiliza la *Robinia pseudoacacia* como cultivo energético a densidades de 6.000-20.000 pies/ha, contando con costes de implantación menores que chopos y eucaliptos, las otras dos especies más usadas en este país para bioenergía. En Estados Unidos, donde se considera a la robinia como una de las especies leñosas con mejor futuro para la producción de biomasa, se han observado producciones de 7-11 Tn m.s./ha/año en 4 ciclos de corta consecutivos de 5 años.

F) Estudios en Estados Unidos con *Ulmus pumila* a muy altas densidades dieron como resultado producciones medias anuales de 16,9 Tn m.s./ha/año en 6 cortas anuales consecutivas.

G) Las universidades también desarrollan proyectos de investigación de cultivos energéticos. Por ejemplo, el grupo de investigación UXFS (Unidad de Xestión Forestal Sostible) de la Universidad de Santiago de Compostela, mantiene en la actualidad varias líneas de trabajo sobre plantaciones energéticas empleando distintos materiales de *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus nitens*, *Salix viminalis* y *Populus spp.*

H) En la Universidad de Vigo también se realizó un estudio de las propiedades bioenergéticas de las masas de *Acacia dealbata* de los que se desprende que tanto la madera de acacia como las fracciones finas y hojas (una vez desecadas) pueden ser utilizadas con fines energéticos.

7.3.3. ESTADO ACTUAL Y POSIBILIDADES DE DESARROLLO

Los cultivos energéticos leñosos se presentan como una opción cómoda para disponer de biomasa y ser posteriormente transformada en biocombustibles sólidos.

Actualmente, en la Comunidad Autónoma de Galicia, las plantaciones de cultivos energéticos leñosos de corta rotación (chopo, sauce, paulownia, etc) son hoy en día prácticamente inexistentes. Como se ha indicado en el punto anterior, únicamente se están realizando experiencias científico-experimentales en universidades y empresas privadas.

La superficie dedicada actualmente a la producción de bioenergía térmica y eléctrica es prácticamente nula en Galicia.

Las posibilidades de desarrollo de los cultivos energéticos, necesarias para obtener los resultados que se pretenden lograr con la biomasa, están marcadas principalmente por dos factores. Por un lado, la rentabilidad de los cultivos energéticos debe alcanzar niveles competitivos para afianzar su mercado. Y por otro lado, la cadena logística de cada cultivo debe experimentar un desarrollo que permita resolver problemas técnicos y de calidad, que ayuden a aumentar y reforzar la garantía del suministro. Además, todavía es necesario profundizar en el conocimiento de los

misimos, tanto en su manejo como en su potencial productivo y en sus posibilidades de adaptación a las diferentes zonas.

El desarrollo de estos cultivos depende sobre todo de la evolución de los precios, de la identificación de las especies y variedades más adecuadas para las zonas disponibles, del interés social, de la protección del medio ambiente, y del establecimiento de una política adecuada que estimule al propietario y al industrial para desarrollar esta actividad.

7.3.4. MARCO NORMATIVO

En el ámbito de los cultivos energéticos serán de aplicación las siguientes normas:

- **Ley 3/2007 de incendios de Galicia.** Se trata de una ley que tiene una incidencia directa sobre el desarrollo de los cultivos energéticos por cuanto prohíbe las repoblaciones forestales en suelo urbano, núcleos rurales zonas dedicadas a labradío, cultivo, prados o pastos, con independencia de su calificación urbanística. Asimismo la Ley establece una serie de medidas de silvicultura preventiva y ordenación de las repoblaciones, debiéndose mantener las siguientes distancias mínimas: 10 m a terrenos de protección agropecuaria, 50 m a viviendas o instalaciones preexistentes en el caso de *Acacia dealbata*, *Acacia melanoxylon* y eucaliptos o 10 m a viviendas o instalaciones preexistentes para el resto especies, y 25 m a industrias o instalaciones peligrosas preexistentes.
- **Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.** Se trata de una normativa importante por cuanto regula que la energía eléctrica producida a partir de biomasa y cultivos energéticos se puede acoger al régimen especial eléctrico. En este caso la biomasa se encuadra dentro del Grupo b.6 y los subgrupos b.6.1 al b.6.3 de este Real Decreto.
- **Decreto 149/2008, de 26 de junio, por el que se regula el procedimiento de autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la valorización energética de la biomasa forestal primaria en la Comunidad Autónoma de Galicia.**

La importancia de este Decreto es que regula y describe las Áreas de Gestión de Biomasa como aquellas áreas definidas en función de la potencialidad del recurso y de la logística del suministro, integrada por un conjunto de Ayuntamientos que sirven de base territorial para un Plan empresarial de aprovechamiento de biomasa. También regula, de una forma ordenada y sostenible, el procedimiento de autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la valorización energética de la biomasa forestal primaria en Galicia. Será de aplicación a aquellas centrales de biomasa, comprendidas en el grupo b.6 del artículo 2 del **Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo**. Para garantizar la adecuación de la instalación de centrales de biomasa a la disponibilidad y seguridad del recurso, se fija en 80 MW la potencia máxima instalable en Galicia.

- **Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes,** principalmente a través de la Disposición adicional cuarta se explicita que el Gobierno elaborará en colaboración con las comunidades autónomas, una estrategia para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual, de acuerdo con los objetivos indicados en el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España.
- **Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.** En la Disposición adicional segunda se explicita que el Gobierno, en el marco del Plan de Fomento de Energías Renovables, actualizará las

primas e incentivos de las centrales de producción de energía eléctrica en régimen especial que utilicen como combustible biomasa forestal procedente de operaciones de prevención de incendios y planes de gestión forestal sostenible.

- **Ley 9/2010, del 4 de noviembre, de aguas de Galicia.** Tiene menos incidencia en cuanto al desarrollo de los cultivos energéticos, pero deberá ser tomada en cuenta a la hora de ejecutar las labores de plantación de los mismos por cuanto contempla como infracción leve la ejecución de obras, trabajos, siembras o plantaciones, sin la debida autorización administrativa, en los cauces públicos o en las zonas sujetas legalmente a algún tipo de limitación en su destino o uso.
- **Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de Ordenación Urbanística y Protección del Medio Rural de Galicia.** Es una normativa que puede incidir directamente en el desarrollo de los cultivos energéticos debido a que limita la posibilidad de los mismos para su desarrollo en el suelo rústico de protección agropecuaria, en el de protección paisajística, de costas, etc. Los suelos son catalogados en función de los especiales valores a proteger y en ellos se catalogan como usos prohibidos aquellos incompatibles con la protección de cada categoría de suelo o que impliquen un riesgo relevante de deterioro de los valores protegidos.
- **Planes Generales de Ordenación Municipal (PGOM).** En cada municipio existe

una normativa urbanística que rige los usos del suelo en dicho municipio. A través de los PGOM los ayuntamientos pueden establecer limitaciones más estrictas y protectoras sobre el medio, motivo por el cual pueden limitar el desarrollo de plantaciones forestales por ejemplo sobre cualquier suelo rústico que nos sea el de protección forestal. Se trata por tanto de un factor muy importante y muy difícil de valorar por cuanto en Galicia existen 315 términos municipales.

● **Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.**

En dicha Ley se articula la creación de un Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. El artículo 63 de dicha Ley establece que las comunidades autónomas podrán establecer, en sus respectivos ámbitos territoriales, Catálogos de Especies Exóticas Invasoras. En este sentido, la Consellería de Medio Rural de la Xunta de Galicia cuenta en la actualidad con un catálogo en el que se encuentran incluidas la *Acacia dealbata* y la *Robinia pseudoacacia*. Asimismo, en colecciones de material divulgativo publicadas por dicha Consellería ("PLANTAS INVASORAS DE GALICIA. Biología, distribución é métodos de control") aparece también incluida, además de las anteriores, la *Acacia melanoxyton*. Por otro lado, en etapas anteriores se inició la redacción de un "Plan Galego de Especies Exóticas Invasoras", que no se llegó a aprobar. En la actualidad la Consellería de Medio Rural ha decidido incluir aspectos relacionados con estas

especies en la revisión de la "Estrategia Galega de Conservación e Uso Sostible da Biodiversidade". Una vez en vigor, será necesario aprobar un Catálogo de Especies Invasoras y un plan específico para cada una.

7.3.5. SUPERFICIES POTENCIALES PARA LA PUESTA EN VALOR DE TERRENOS ABANDONADOS

Para poder estimar las superficies potenciales para la implantación de cultivos energéticos en la Comunidad Autónoma de Galicia, deberemos realizar un análisis de las superficies existentes y los usos actuales.

Para la realización de este estudio no se considera la posibilidad de un cambio de cultivo en superficies agrícolas, ni una variación de especie en superficies forestales arboladas, por lo tanto las superficies potenciales para su puesta en valor mediante la implantación de cultivos energéticos engloban las superficies forestales raras y superficies agrarias abandonadas.

Teniendo en cuenta lo anterior se establecen una serie de criterios de exclusión en el uso de superficies útiles:

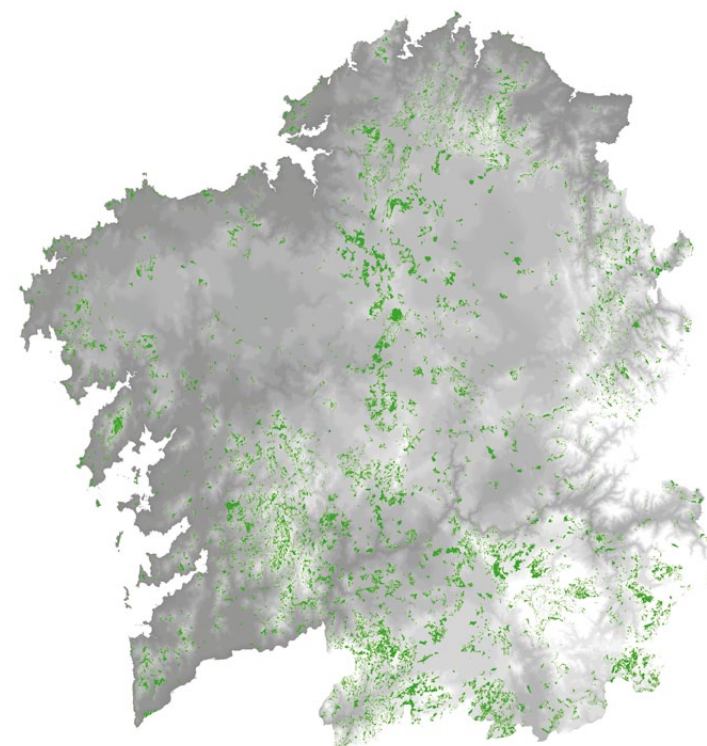
- 1) No se considera la posibilidad de realizar un cambio de cultivo en superficies agrarias o forestales.
- 2) Se establece en primer lugar que las superficies susceptibles de implantación de cultivos energéticos leñosos son las que actualmente están desarboladas (fracción de cabida cubierta < 20%) y las superficies agrarias abandonadas (superficies actuales con matorral).

- 3) Se establece que en pendientes mayores al 35% la imposibilidad de mecanizar la producción hace inviable el cultivo.

Superficies potenciales para la puesta en valor de terrenos abandonados

Fuente. TRAGSATEC 2011

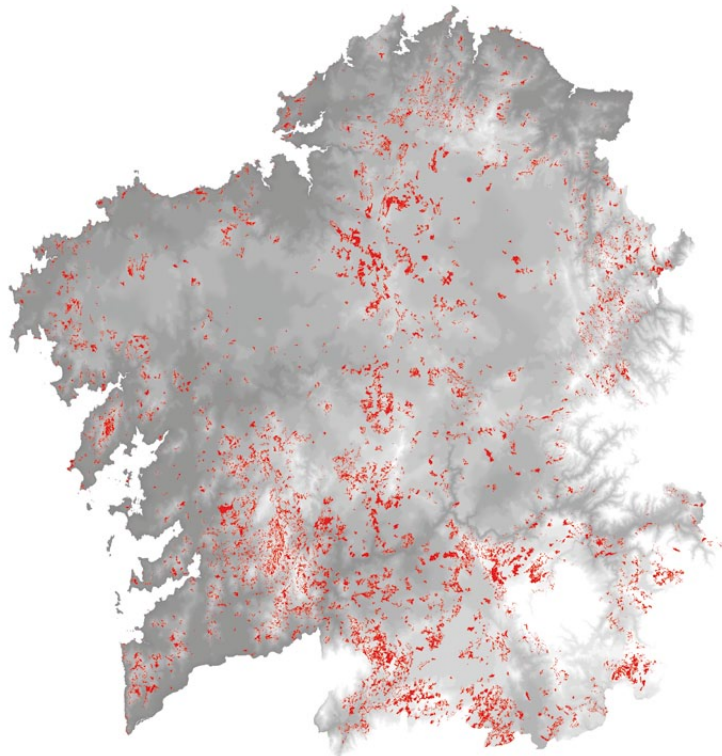
■ Superficie potencial para la puesta en valor de terrenos abandonados



Superficie potencial aprovechable para la puesta en valor de terrenos abandonados

Fuente. TRAGSATEC 2011

- Superficie aprovechable para la puesta en valor de terrenos abandonados



Tras establecer los criterios anteriores, la superficie potencialmente productiva de cultivos energéticos leñosos será la que se indica en la tabla siguiente.

Superficie potencial para la puesta en valor de terrenos abandonados

Fuente. TRAGSATEC 2011.

PROVINCIA	SUPERFICIE POTENCIAL
A CORUÑA	37.941 ha
LUGO	46.331 ha
OURENSE	82.380 ha
PONTEVEDRA	35.773 ha
TOTAL GALICIA	202.425 ha

Una vez establecida la superficie potencial, se deberá estimar la superficie aprovechable según los criterios de exclusión siguientes:

- 1) Se excluyen las superficies afectadas por figuras de protección como LIC's, ZEPA's, Parques Nacionales, Parques Naturales... existentes en la Comunidad Autónoma.
- 2) Estarán excluidas las zonas de afección de núcleos de población como se establece en la ley de incendios de Galicia.
- 3) Se establece una zona de protección de vías de comunicación principales (Carreteras Nacionales, Autonómicas, Diputaciones, Autopistas o Autovías).

4) Zona de protección de cauces según la ley de aguas de Galicia.

5) Se tendrá en cuenta la zona de protección de Costas.

Tras aplicar los criterios anteriores, la superficie potencialmente aprovechable de implantación de cultivos energéticos leñosos será la que se indica en la tabla siguiente.

Superficie potencial aprovechable para la puesta en valor de terrenos abandonados

Fuente. TRAGSATEC 2011.

PROVINCIA	SUPERFICIE POTENCIAL APROVECHABLE
A CORUÑA	28.902 ha
LUGO	35.800 ha
OURENSE	67.130 ha
PONTEVEDRA	31.654 ha
TOTAL GALICIA	163.486 ha

7.3.6. PRODUCCIÓN POTENCIAL

Para realizar el cálculo de producción potencial en este estudio se establece una productividad potencial anual media de 10 t/ha.año para todas las especies, de este modo se establece la productividad potencial mediante criterios conservadores.

Para poder estimar la productividad se utilizan los datos de superficies aprovechables mediante la puesta en valor de superficies agrarias abandonadas a través de la implantación de cultivos energéticos, tanto agrarios como forestales, teniendo en cuenta la capacidad

de mecanización de los trabajos, vías de comunicación...

De este modo se establece una productividad potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos leñosos de aproximadamente 1.139.000 t/año para toda la Comunidad.

Tabla resumen de la productividad potencial anual de cultivos energéticos por provincia

Fuente. TRAGSATEC 2011.

PROVINCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
A CORUÑA	210.700
LUGO	233.500
OURENSE	472.400
PONTEVEDRA	222.400
TOTAL GALICIA	1.139.000

7.3.7. TABLAS RESUMEN

Tabla resumen para la caracterización de las especies objeto de estudio

Fuente. Elaborado por TRAGSATEC a través de diversas fuentes consultadas SD.- Sin datos

ESPECIE	RANGOS ÓPTIMOS PARA EL DESARROLLO DE LA ESPECIE			
	Altitud (m)	Temperatura (°C)	Necesidades hídricas (mm)	pH
<i>Eucalyptus globulus</i>	0-500	10-15	500-1.250	5-7,2
<i>Eucalyptus nitens</i>	600-1.200	10-15	750-1.250	5-6
<i>Populus spp.</i>	0-1.000	15-25	>600	6-7
<i>Salix spp.</i>	0-1.200	21-26	900-1.350	5,5-7
<i>Acacia melanoxylon</i>	0-500	14-22	400-800	5-7,5
<i>Acacia dealbata</i>	0-600	10-13,5	500-1.000	5-6,9
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0-1.800	>8	>600	5-8,5
<i>Paulownia spp.</i>	0-2.000	20	700-1.600	6-7,5
<i>Ulmus pumila</i>	0-1.200	SD	SD	SD

. Superficie potencial y aprovechable para la puesta en valor de terrenos abandonados

Fuente. TRAGSATEC 2011.

PROVINCIA	SUPERFICIE POTENCIAL	SUPERFICIE POTENCIAL APROVECHABLE	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
A CORUÑA	37.941 ha	28.902 ha	210.700
LUGO	46.331 ha	35.800 ha	233.500
OURENSE	82.380 ha	67.130 ha	472.400
PONTEVEDRA	35.773 ha	31.654 ha	222.400
TOTAL GALICIA	202.425 ha	163.486 ha	1.139.000

7.3.8. AGENTES IMPLICADOS

Se identifican como clave dos figuras en la gestión de plantaciones energéticas leñosas:

- El propietario, por ser el dueño del suelo y probablemente el productor de biomasa. Se hacen imprescindibles las cooperativas y asociaciones, a fin de compartir gastos y permitir el acceso de estos a los beneficios de la valorización energética de la biomasa producida por ellos. En Galicia es imprescindible la unión de propietarios para establecer superficies mínimas de cultivo que hagan viables las explotaciones, la alto grado de fragmentación de la propiedad existente haría inviable el aprovechamiento individualizado, al ser superficies muy pequeñas que no harían viable la explotación.
- Las corporaciones empresariales encargadas de la compra y transformación de biomasa. La tipología de empresas vinculadas a este tipo de plantaciones abarca desde las que operan en el sector eléctrico a las que desarrollan su actividad en el sector térmico (como son por ejemplo las fábricas de pélets o los distribuidores de astillas para calderas individuales de biomasa o redes de calefacción centralizada).
- Las administraciones públicas que, mediante ayudas a la producción, podrán favorecer la implantación de este sistema productivo.

7.3.9. MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES

Los cultivos leñosos basados en el empleo de especies de crecimiento rápido, a turno corto y con técnicas intensivas de cultivo, son empleados no sólo para fines energéticos sino también para otros como la recuperación de terrenos degradados, fijar vegetación como filtros de agua residual contaminada o lodos de depuradora,...

A pesar de los usos mencionados anteriormente, la competencia real de este tipo de cultivos se materializa en la decisión que el propietario tome sobre el tipo de cultivo a implantar en sus terrenos así como el destino que decida darle. Esto a su vez viene condicionado por la existencia de una demanda real y el precio de venta que se esté dispuesto a pagar.

7.3.10. EXISTENCIAS DISPONIBLES Y POTENCIALES

Tal y como ya se comentó anteriormente, y a pesar de que se están llevando a cabo diversos proyectos en Galicia de carácter experimental con algunas especies susceptibles de ser utilizadas como cultivos energéticos, la superficie dedicada actualmente a la producción de biomasa a partir de ellos es prácticamente nula.

Por todo esto se puede concluir que las existencias disponibles y potenciales de biomasa en la Comunidad Autónoma de Galicia procedentes de cultivos energéticos leñosos son inexistentes.

Asimismo en el marco de este estudio se han propuesto una serie de especies forestales que cuentan con un gran potencial para la producción de biocombustibles sólidos.

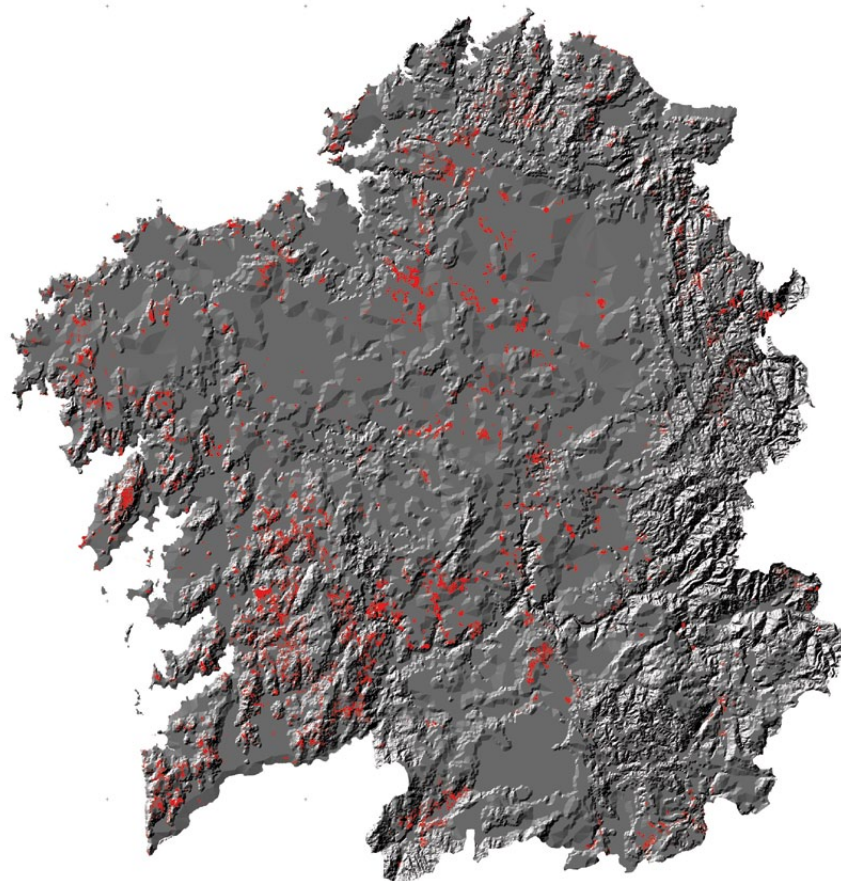
Teniendo en cuenta sus requerimientos hídricos, pH, temperatura y rango altitudinal se establecieron para cada una de ellas las zonas óptimas para su correcto desarrollo.

Estas superficies óptimas para cada una de las especies son las que se muestran a continuación:

Distribución de las distintas especies como cultivos energéticos para la puesta en valor de superficies agrarias abandonadas.

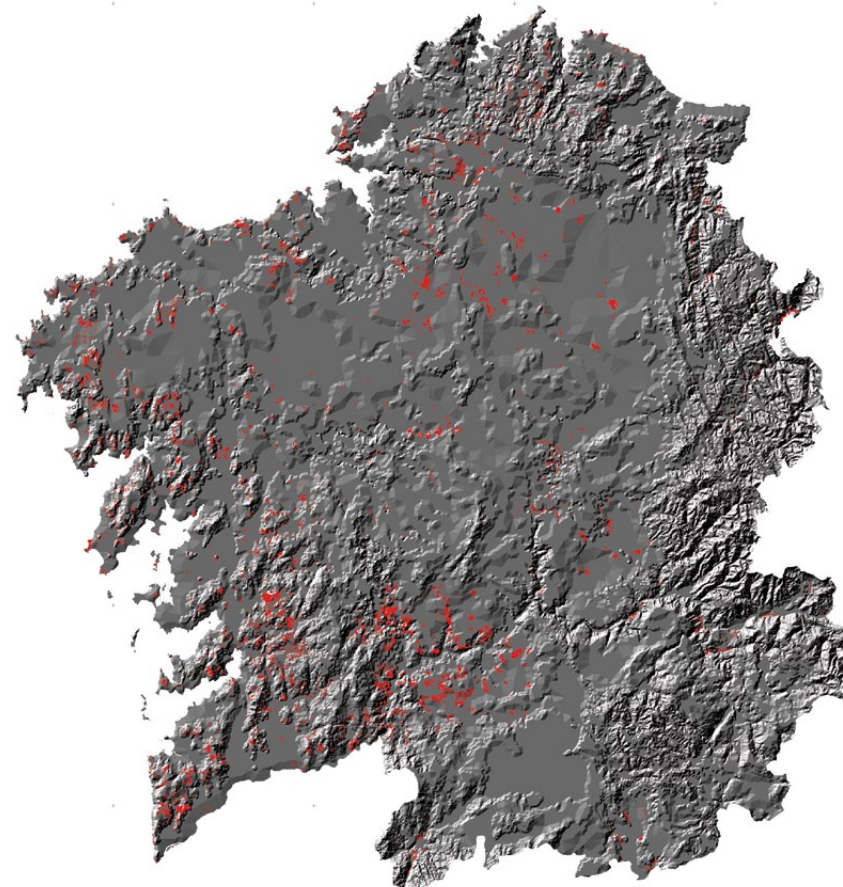
CULTIVOS ENERGÉTICOS.

■ Zonas óptimas para el desarrollo del *Populus spp*



CULTIVOS ENERGÉTICOS.

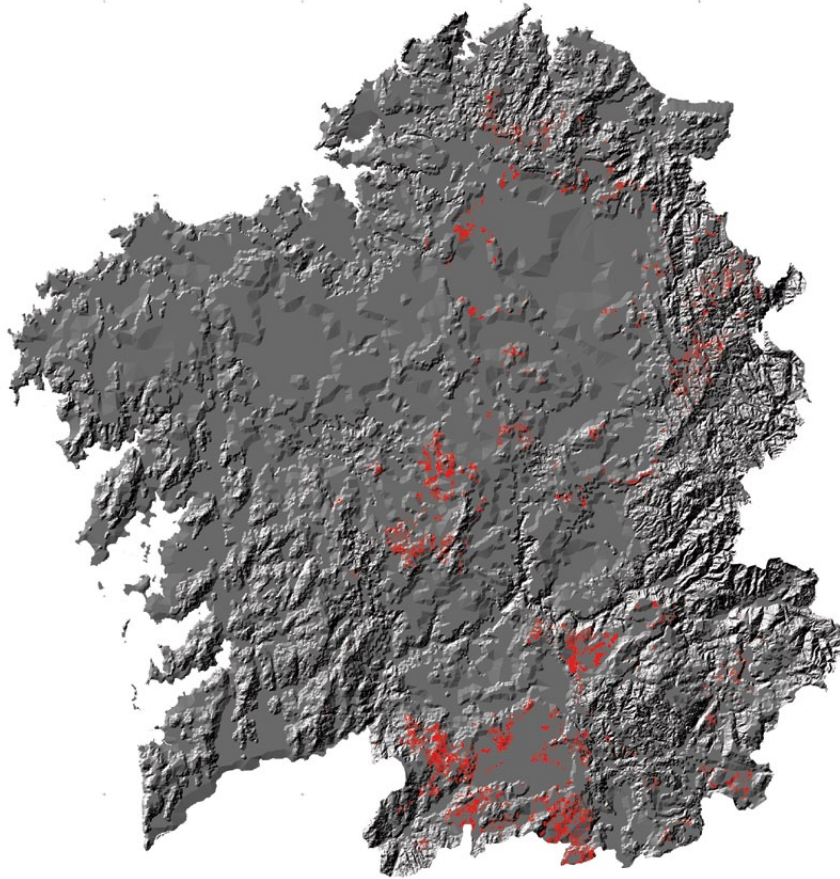
■ Zonas óptimas para el desarrollo del *Eucalyptus Glóbulus*



Distribución de las distintas especies como cultivos energéticos para la puesta en valor de superficies agrarias abandonadas.

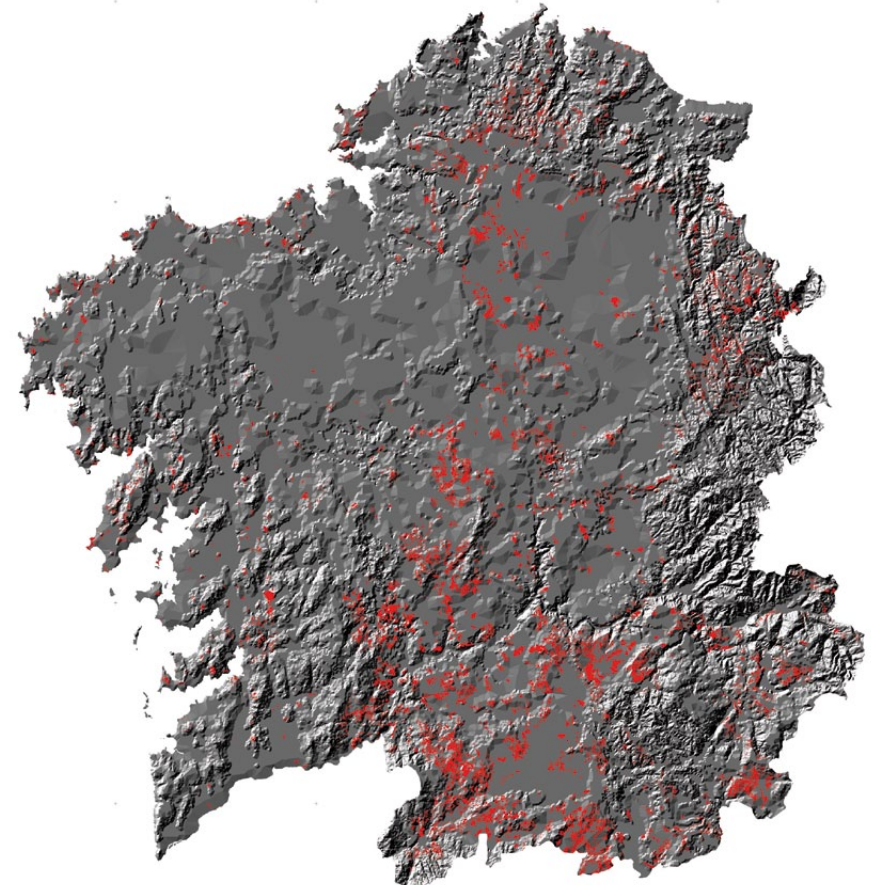
CULTIVOS ENERGÉTICOS.

■ Zonas óptimas para el desarrollo de *Eucalyptus Nitens*



CULTIVOS ENERGÉTICOS.

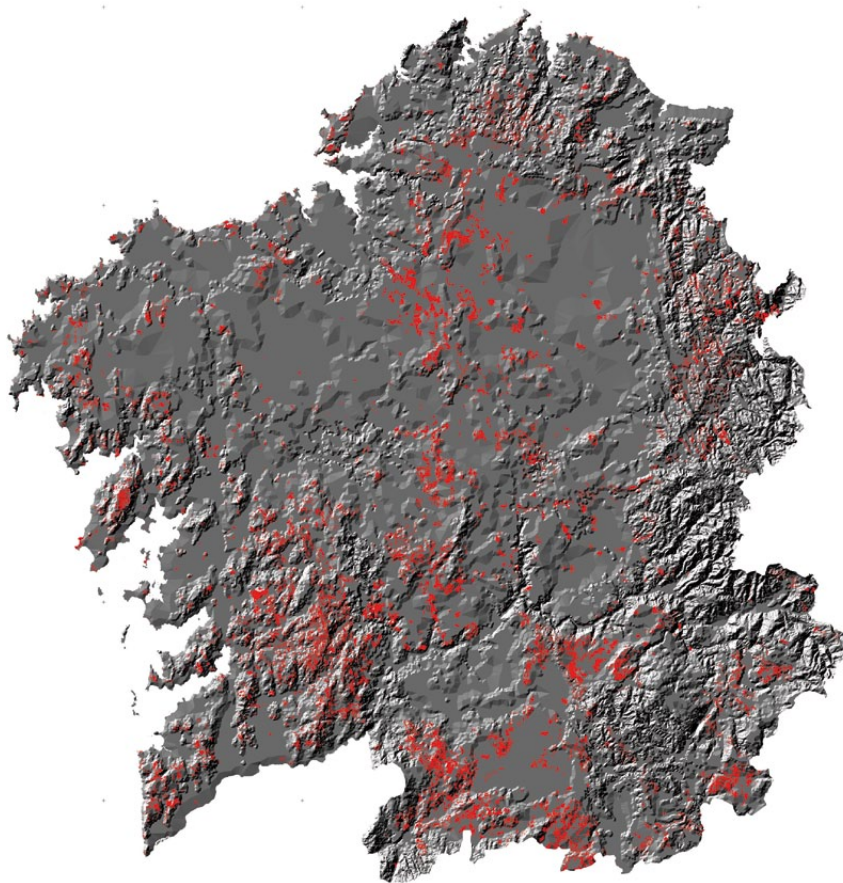
■ Zonas óptimas para el desarrollo de *Paulownia spp*



Distribución de las distintas especies como cultivos energéticos para la puesta en valor de superficies agrarias abandonadas.

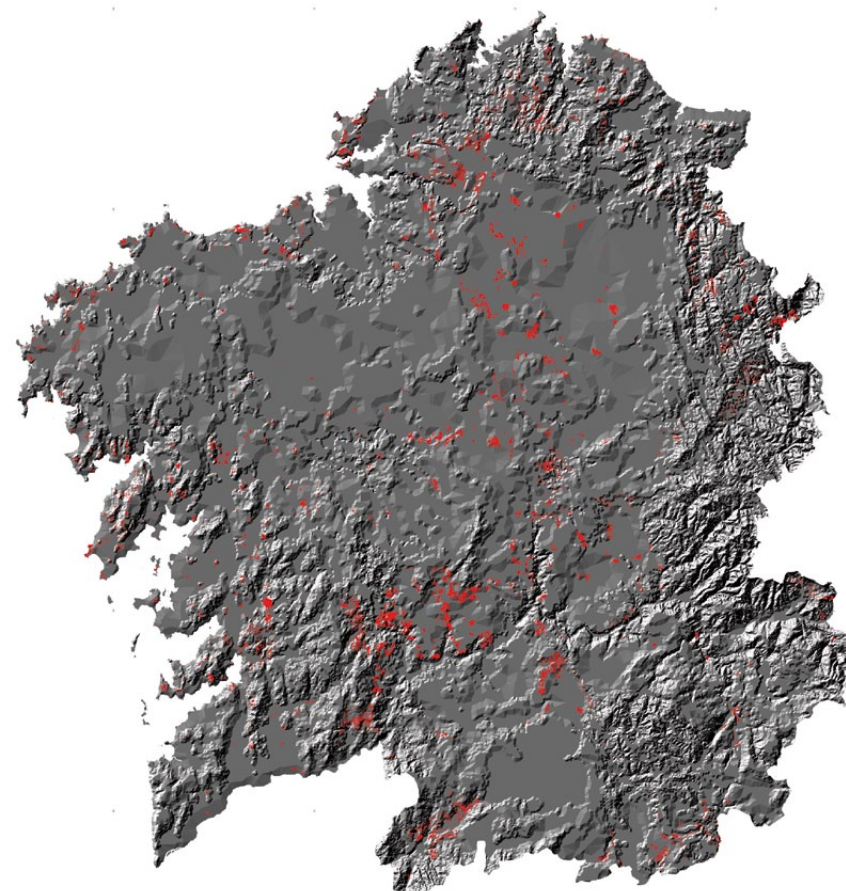
CULTIVOS ENERGÉTICOS.

■ Zonas óptimas para el desarrollo de *Robinia pseudoacacia*



CULTIVOS ENERGÉTICOS.

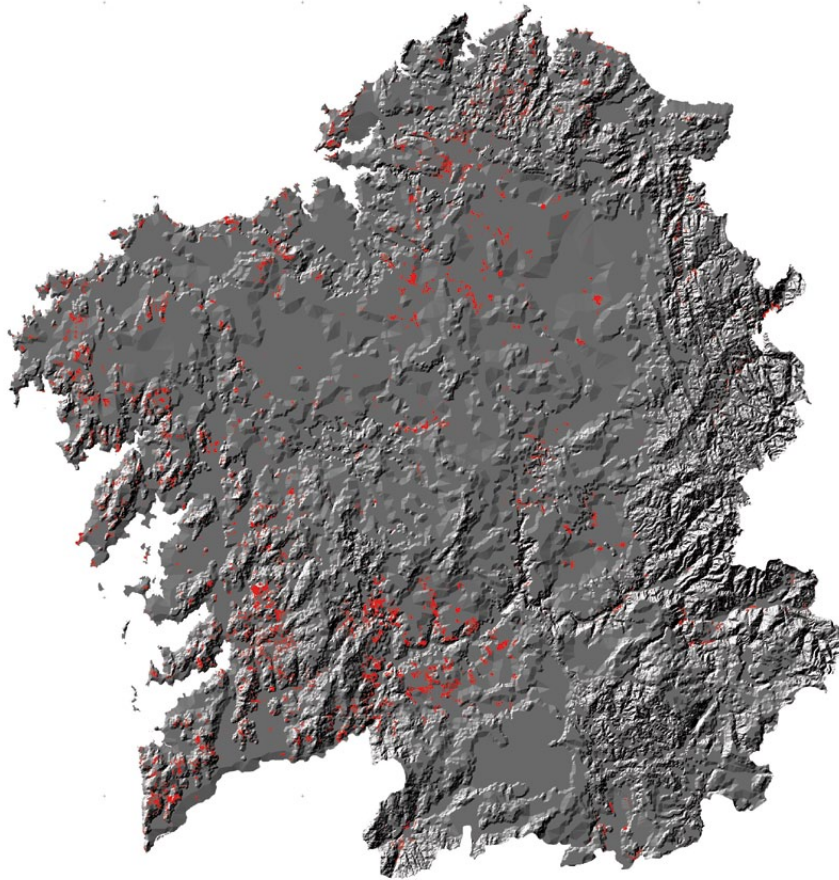
■ Zonas óptimas para el desarrollo de *Salix spp*



Distribución de las distintas especies como cultivos energéticos para la puesta en valor de superficies agrarias abandonadas.

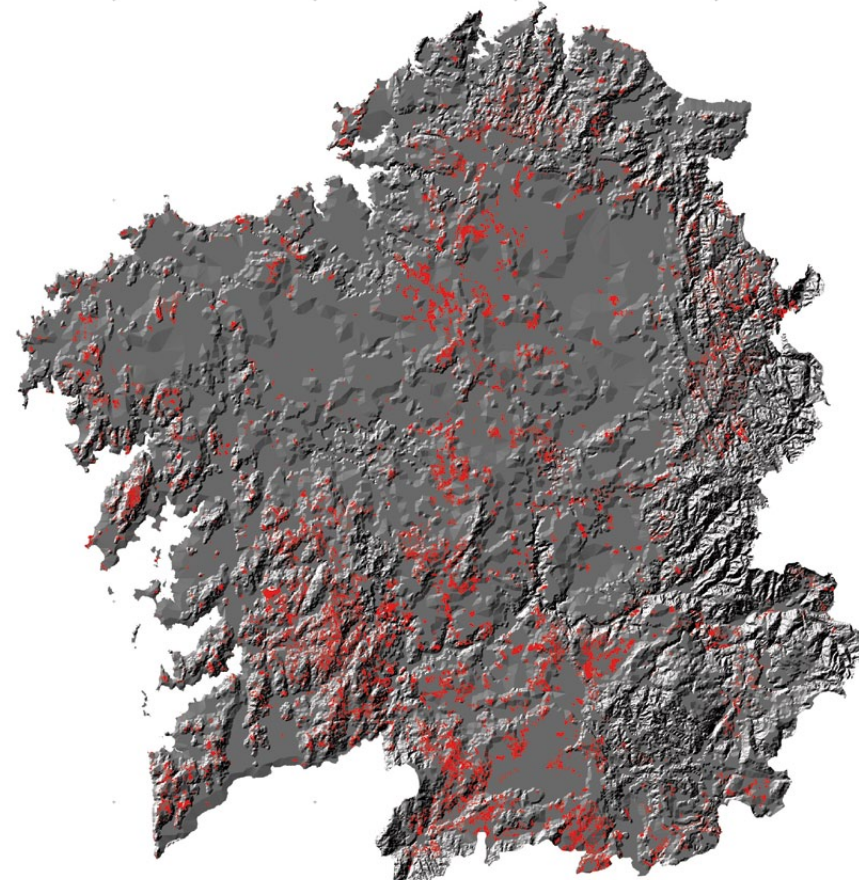
CULTIVOS ENERGÉTICOS.

■ Zonas óptimas para el desarrollo de *Acacia spp*



CULTIVOS ENERGÉTICOS.

■ Zonas óptimas para el desarrollo de *Ulmus pumila*



7.3.11. SITUACIÓN EN PORTUGAL

Con respecto a Portugal, se cultivan aproximadamente 500.000 ha de eucaliptos en ciclo corto para la producción de celulosa. La densidad de plantación habitual es de 1100 pies/ha con intervalos de corta de 8-10 años. El rendimiento puede variar en gran medida con las condiciones climáticas y del suelo. La producción potencial anual, con riego y fertilización, es de aproximadamente 20 t/ha.

Las grandes zonas dedicadas al cultivo de eucalipto en Portugal han proporcionado importantes experiencias en la producción, cosecha y entrega a las plantas de celulosa. Esta experiencia se puede transferir fácilmente a la utilización de eucalipto con fines energéticos.

7.4. PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORESTAL SECUNDARIA EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA

Se entiende por biomasa procedente de la industria de la madera [biomasa forestal secundaria] como aquellos residuos y subproductos que esta industria genera como resultado de su actividad industrial que pueden ser valorizados para satisfacer parcialmente las necesidades energéticas de la propia industria o ser vendidos a terceros con fines energéticos.

7.4.1. SITUACIÓN ACTUAL

7.4.1.1. DEFINICIONES

CORTEZA: Es la capa más externa del tronco de los árboles. En el proceso industrial es el residuo que se genera al descortezar los troncos. Tiene diversas aplicaciones, desde energéticas, decorativas, sustratos,...

LEÑA: Es el biocombustible sólido formado fundamentalmente por madera y corteza, sin ningún aditivo, ni barniz, ni cola. Proceden fundamentalmente de:

- Operaciones selvícolas: cortas, claras, clareos, restos de cortas o apeos finales.
- Industrias forestales de primera transformación.

COSTERO: Es cada una de las dos piezas más inmediatas a la corteza, que salen al aserrar un tronco en su longitud.

SERRÍN: Se considera un desperdicio procedente de la industria del aserrado. Debido a las diferencias existentes desde el punto de vista de su utilización industrial, el serrín se clasifica en dos fracciones:

- Se consideran serrines blancos los procedentes de coníferas y eucalipto, incluyendo las mezclas entre ambos tipos. Este serrín tiene mayor valor, al ser apto para su empleo como materia prima en la fabricación de productos derivados de la madera. La mayor parte del serrín producido en Galicia es de este tipo.
- Los serrines rojos provienen de frondosas y especies tropicales. La utilización actual de esta fracción es fundamentalmente de carácter energético. Las mezclas entre serrines de coníferas o eucalipto con serrines de frondosas o tropicales se han considerado serrines rojos.

7.4.1.2. CLASIFICACIÓN

Atendiendo a las características físico-químicas de los subproductos generados por las industrias de la madera y valorizables energéticamente, éstos pueden clasificarse en madera, corteza y lejías negras. Por otro lado, si se atiende al tipo de industria que los generan, se pueden agrupar del siguiente modo:

- A)** Restos de madera procedentes de la industria de primera transformación y muy especialmente de los aserraderos, industria de desarrollo y fábricas de tableros.
- B)** Restos de madera procedentes de la industria de segunda transformación. En este supuesto se engloban las carpinterías y fábricas de muebles.
- C)** Residuos procedentes de la industria de la pasta de papel. En este caso, han de destacarse las lejías negras que se generan a lo largo del proceso productivo, así como la corteza de eucalipto generada en el proceso de descortezado en fábrica.

7.4.1.3. INDUSTRIA DEL ASERRADO

Para conocer de forma precisa el material generado por la industria de aserrado con fines energéticos, se deberá estimar cada subproducto o residuo en relación con cada tipo de materia prima. Esta distinción se justifica como consecuencia de las diferencias existentes en los sistemas productivos empleados en cada caso.

Se realiza una clasificación dependiendo de la materia prima empleada (coníferas, eucaliptos, frondosas caducifolias y maderas tropicales), se estima para cada clase la producción media de residuos y subproductos.

De esta forma, se realizó una clasificación por año obteniéndose para cada clase unos ratios medios de producción de residuos y subproductos.

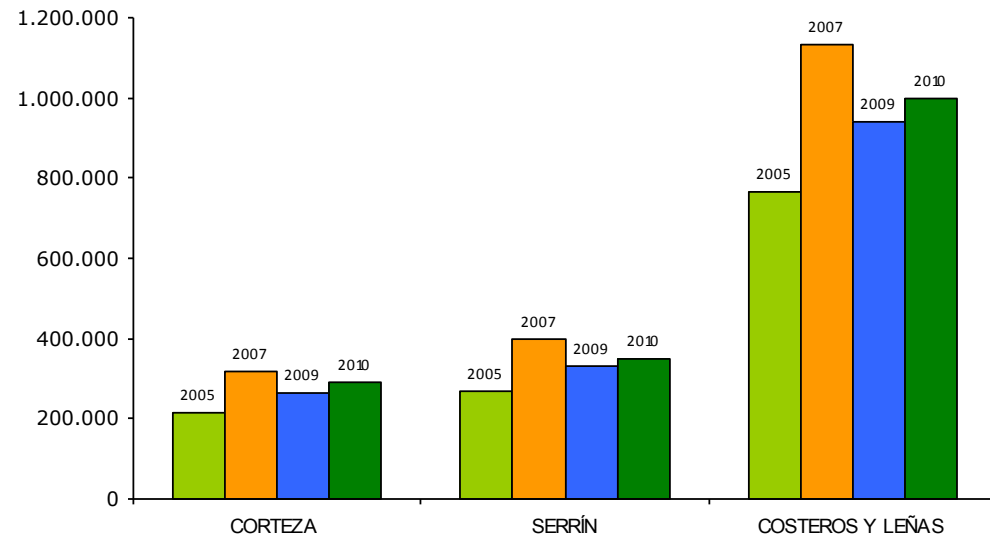
Producción de subproductos y residuos de la industria del aserrado en Galicia (t)

Fuente.: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia

	SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE ASERRADO EN GALICIA		
	CORTEZA	SERRÍN	COSTEROS Y LEÑAS
2005	216.000	269.000	765.500
2007	320.000	398.000	1.130.000
2009	266.000	330.000	940.000
2010	290.000	350.000	1.000.000

Subproductos y residuos de la industria del aserrado en Galicia (t)

Fuente.: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia



Según las informaciones obtenidas, la corteza proviene fundamentalmente del descortezado en fábrica de la madera de coníferas.

Paralelamente, la industria de aserrado genera anualmente más de 300.000 toneladas de serrín.

7.4.1.4. INDUSTRIA DEL TABLERO Y CHAPA

La industria productora de tablero y chapa puede considerarse la gran consumidora de subproductos y residuos de madera. Según los datos de Monte Industria, en el año 2009 se consumieron en esta industria 2.002.000 m³ cc de madera técnica, 448.000t de residuos generados en la industria de Aserrado y 45.000t

de otros residuos de madera que entran en el proceso como productos reciclados. En la gráfica 4 se representa el origen de la materia prima consumida por este subsector en Galicia. Como se puede comprobar, existe una fracción muy importante del consumo que corresponde a materiales procedentes de costeros y leñas que provienen de la industria del aserrado.

Asimismo, este subsector genera 310.000 toneladas de corteza, y 340.000 toneladas de otros residuos, fundamentalmente polvo de lijado. (Datos obtenidos año 2010)

Tipo de materia prima de la Industria de Tablero y Chapa. Subproductos de industrias de transformación (t)

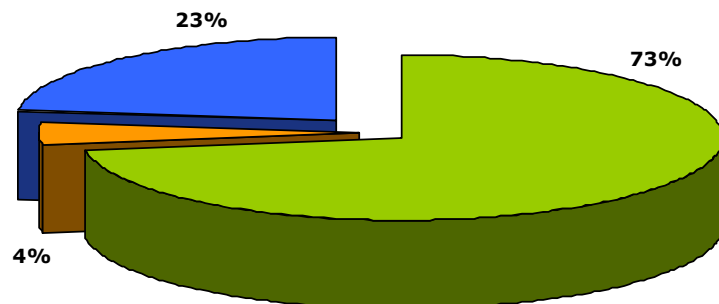
Fuente. : Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia

	2005	2007	2009	2010
COSTEROS Y LEÑAS	660.000	975.000	810.000	880.000
RECICLAJE	45.000	65.000	45.000	48.000
SERRÍN	212.000	314.000	261.000	271.000
TOTAL	917.000	1.354.000	1.116.000	1.199.000

Tipo de materia prima obtenida de los subproductos de otros procesos

Fuente. : Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia

- Costeros y leñas
- Reciclaje
- Serrín

**Subproductos y residuos de la Industria de Tablero y Chapa (t)**

Fuente. : Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia

	2005	2007	2009	2010
CORTEZAS	235.000	347.000	289.000	310.000
POLVO LIJADO, FIBRA Y OTROS	250.000	370.000	305.000	340.000

7.4.1.5. INDUSTRIA DE CELULOSA

Al margen de las lejías negras, la industria de fabricación de pasta de celulosa genera anualmente más de 160.000 toneladas de corteza de eucalipto, además de lejías negras (se estima que más de 498.000 t [según estimación realizada a partir de datos publicados de la industria de celulosa situada en Pontevedra]).

Producción de subproductos y residuos de la Industria de Pasta y Papel (t)

Fuente. : Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia

	2005	2007	2009	2010
LIGNINA (lejías negras)	498.000	498.000	498.000	498.000
CORTEZA DE EUCALIPTO	150.000	150.000	150.000	160.000

7.4.1.6. 2ª TRANSFORMACIÓN

La producción anual de serrines y virutas en este subsector representa más de 100.000 toneladas en Galicia (según estimación realizada a partir de datos de Monte Industria. Año 2010).

Aunque una parte de las empresas separan el serrín de la viruta, en la mayor parte de los casos las dos fracciones se presentan mezcladas. Los principales destinos de estos materiales son el autoconsumo energético, la industria de tableros y explotaciones agropecuarias. Paralelamente, la producción anual de tacos y recortes alcanza la cifra de 68.000 toneladas (según estimación realizada a partir de datos de Monte Industria. Año 2010).

Producción de subproductos en la Industria de 2ª Transformación (t)

Fuente. : Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia

	POLVO, SERRINES Y VIRUTAS	TACOS Y RECORTES
2005	86.000	50.000
2007	127.000	74.000
2009	106.000	61.500
2010	118.000	68.000

7.4.2. AGENTES IMPLICADOS

La naturaleza de esta biomasa hace que se identifiquen dos tipologías de agentes en la fase de producción y logística de la cadena de valor. Una de ellas son los productores, los cuales pueden ser a su vez gestores de los mismos (mediante su reciclado o valorización energética). Otra son los comercializadores de esta biomasa.

Se puede hacer referencia a otro agente, que sería el de los recuperadores de madera. Se trata de un grupo de empresas de relevancia en bioenergía dado el volumen y características de la madera que manejan anualmente. Su ámbito de actuación se extiende más allá de los restos de las industrias de la madera, al comercializar también restos de envases y embalajes, enseres voluminosos de madera, restos de madera de la construcción y demolición, material vegetal de podas en calles, parques y jardines...

7.4.3. MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES

Los restos de madera y corteza que generan estas industrias disponen en la actualidad de mercados ampliamente consolidados. Con relación a los restos de madera (serrín, costeros y leñas...), cabe destacar la gran cantidad de subproductos generados, por otras fábricas del sector o madera recuperada, que emplea la industria de tablero.

Como mercados competidores de subproductos de la industria de la madera, con posibilidades de uso con fines energéticos podemos encontrar los siguientes, dependiendo del subproducto de que se trate:

A/ CORTEZA

En los últimos años se ha detectado un importante competidor en el comercio de la corteza, se está produciendo una variación en el consumo interno de corteza de pino en aserraderos, en un principio se utilizaba con fines energéticos para suministrar sus propias instalaciones, históricamente se ha utilizado en la dentro del proceso productivo de la industria del tablero, últimamente se observa una gran demanda de corteza de pino para elaboración de sustratos vegetales para jardinería.

B/ SERRIN

Con respecto al mercado de los serrines, se produce competencia entre la

industria del tablero, la industria del pelet y las explotaciones ganaderas.

C/ COSTEROS Y LEÑAS

La mayor parte de costeros y leñas se utiliza en la industria del tablero, en los últimos años se produce una competencia por este subproducto con la industria del pelet, además del consumo de leñas en el sector de la restauración.

La cantidad de material que se derive a un uso u otro dependerá en gran medida del precio que el mercado esté dispuesto a pagar por él.

7.4.4. PRODUCCIÓN DISPONIBLE

Según los datos y resultados obtenidos, en la industria de la madera existe un déficit de producción disponible, sin existir oferta de residuos generados para su uso con fines energéticos en otras actividades. Se ha detectado que en algunos casos se recurre a la importación de serrines u otros productos, para su uso en procesos productivos dentro de las industrias.

7.4.5. SITUACIÓN EN PORTUGAL

Según datos de la universidad de Coimbra, se estima que en Portugal se producen anualmente 0,2 millones de toneladas de residuos procedentes de la industria transformadora de la madera, lo que implica un alto potencial energético. En los cuadros siguientes, se realiza una síntesis del sector en la región norte de Portugal.

Número de empresas por subsectores en la Región Norte de Portugal

Fuente. Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. 2000.

	Nº DE EMPRESAS
ASERRADO	299
IMPREGNACIÓN	7
CHAPA Y TABLERO	23
PARQUET	11
CARPINTERÍA	1096
MOBILIARIO	2635

Consumo y rendimiento de utilización de materias primas por subsector

Fuente. Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial. 2000.

	Nº DE EMPRESAS
ASERRADO	2.941.176 (*)
IMPREGNACIÓN	14.615
CHAPA Y TABLERO	1.960.784 (**)
PARQUET	216.667
CARPINTERÍA	871.765
MOBILIARIO	492.533

* Materia prima sin corteza

** Incluye los subproductos del subsector del aserrado, reciclado y madera sin corteza

Distribución de residuos por subsector

Fuente. Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, 2000.

	CANTIDAD ANUAL (m3)	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS RESIDUOS (%)
ASERRADO	370.882	29,7
IMPREGNACIÓN	1.754	0,1
CHAPA Y TABLERO	235.294	18,8
PARQUET	147.334	11,8
CARPINTERÍA	300.759	24,0
MOBILIARIO	194.551	15,6
TOTAL	1.250.574	100

7.5. BIOMASA DE ORIGEN URBANO Y OTRAS INDUSTRIAS

Se entiende por biomasa de origen urbano a todos aquellos residuos catalogados como urbanos y que por su contenido orgánico pueden ser valorizados energéticamente. De igual forma se considera biomasa urbana a aquellos residuos generados por la industria y que, sin estar vinculados a los procesos productivos, son asimilables a los generados en domicilios o actividades comerciales o de servicios.

Del mismo modo, se incluyen los residuos industriales no peligrosos que son biodegradables y no proceden de la industria de la madera y agroalimentaria.

7.5.1. SITUACIÓN ACTUAL

Para realizar una aproximación a la situación actual de los R.S.U. en Galicia, debemos realizar una síntesis de la producción de residuos según la tipología del mismo.

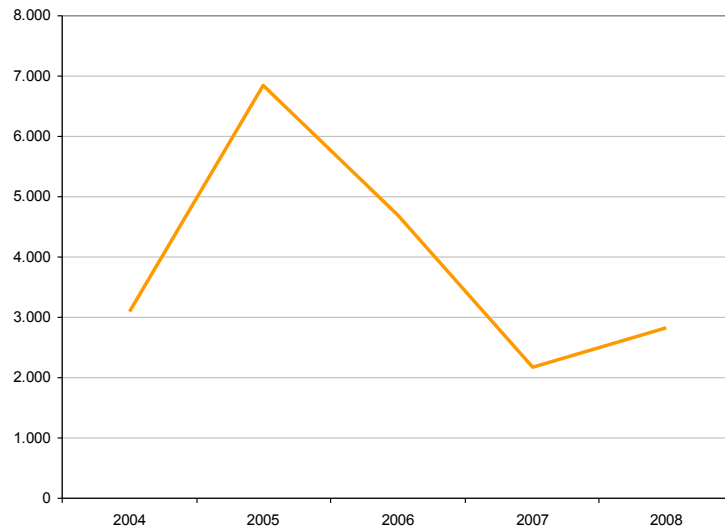
Producción de residuos en Galicia (t)

Fuente. : Elaboración propia a partir de datos del IGE

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (t)				
	2004	2005	2006	2007	2008
mezclados	999.445	1.082.235	1.197.980	1.148.659	1.135.391
Domésticos mezclados y públicos similares	940.008	1.039.097	1.168.734	1.112.837	1.108.158
Domésticos voluminosos mezclados	59.437	43.138	29.246	35.822	27.233
Recogidos selectivamente	407.844	340.481	308.261	256.256	176.630
Aceites usados de motor	2.402	1.507	3.326	137	509
Caucho (neumáticos, ...)	2.327	6.502	315	405	438
Minerales (construcción, cerámicos, ...)	54.389	94.244	119.208	99.170	3.681
Pilas y acumuladores	729	0	107	166	75
Papel y cartón	37.807	37.188	40.860	49.196	48.433
Vidrio	18.752	27.260	32.330	37.593	37.366
Plásticos (excepto embalajes)	7.627	8.228	2.117	6.266	4.862
Metales	6.152	3.535	3.674	2.335	680
Madera	3.105	6.853	4.688	2.168	2.832
Envases mixtos	207.433	74.522	56.958	34.741	65.594
Residuos animales y vegetales	35.513	35.440	18.023	11.098	8.565
Ropa y residuos textiles	124	0	0	180	2
Medicinas y productos químicos	24.400	431	3.388	70	39
Equipos (electrodomésticos)	6.806	659	3.220	3.649	3.450
Vehículos fuera de uso	102	0	150	160	84
Otros	176	44.112	19.897	8.922	20

Evolución de la cantidad de madera en los R.S.U. (t)

Fuente.: Elaboración propia a partir de datos del IGE



Según su origen se dividen en:

A) Residuos envases y palets de madera

Otro punto importante a tener en cuenta en la valoración de restos de madera con fines energéticos en la industria es la estimación de la cantidad de restos de madera procedentes de otras actividades industriales. La mayor parte de estos materiales corresponden a palets, envases y embalajes. De acuerdo a los datos aportados por Monte Industria, anualmente se recogen en Galicia más de 45.000 toneladas, que en su mayor parte se destinan a la producción de tablero de partículas.

B) Residuos de madera procedentes de la construcción y demolición

Son aquellos residuos que se originan en los procesos de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta como de rehabilitación o de reparación y de las operaciones de desmontaje, desmantelamiento y derrumbe de edificios e instalaciones que se encuentran incluidos en la categoría 17 de la Lista Europea de Residuos.

Se excluyen de la definición anterior:

- Los residuos procedentes de obras menores de construcción y reparación, que se considerarán urbanos y municipales.
- Los residuos de construcción y demolición que tengan la consideración de peligrosos, que poseen normativa específica.

La cantidad de residuos procedentes de la construcción y demolición en Galicia, se muestra en la tabla siguiente:

Generación de residuos de la construcción en Galicia

Fuente. Programa de gestión de residuos de construcción y demolición de Galicia (2005-2007).

PROVINCIA	Construcción (t)	Rehabilitación (t)	Demolición (t)	Total	kg/hab. año	Constr. (%)	Rehab (%)	Demol (%)
A CORUÑA	218.640	118.055	160.615	497.310	446	44	23,7	32,3
LUGO	65.042	39.969	44.206	149.217	417	43,6	26,8	29,6
OURENSE	45.738	20.488	37.644	103.870	313	44	19,7	36,2
PONTEVEDRA	141.565	84.584	59.523	285.672	310	49,6	29,6	20,8
TOTAL GALICIA	470.985	263.096	301.988	1.036.069	380	45,5	25,4	29,1

Composición de los residuos de la construcción en Galicia

Fuente. Programa de gestión de residuos de construcción y demolición de Galicia (2005-2007).

MATERIAL	PORCENTAJE
Hormigón	38%
Material cerámico	32%
Metales	9%
Madera	5%
Plásticos	4%
Yeso	4%
Papel y cartón	4%
Material pétreo	2%
Otros	2%
Total inertes	73%
Total no inertes	27%

C) Residuos de parques y jardines

Con respecto a los residuos de parques y jardines, según lo establecido en el PXRUG 2010-2020, algunas fracciones podrán ser gestionadas por el propio municipio, es factible realizar recogidas de poda municipal y autocompostarla en el municipio con el fin de reutilizarla, o bien, redistribuirla después de trocearla para su uso por particulares.

Por este motivo, no se realiza una cuantificación de la cantidad de residuos de parques y jardines de la Comunidad Autónoma utilizados con fines energéticos, pues únicamente se destina una parte a este uso, principalmente por particulares.

D) Residuos voluminosos de madera

Son materiales de desecho de origen doméstico que por su forma, tamaño, volumen o peso, son difíciles de ser recogidos y/o transportados por los servicios de recogida convencionales. Tal es el caso de muebles, colchones, electrodomésticos, etc.

Los residuos voluminosos se separan en madera, chatarra, fluido refrigerante (procedente de neveras) y rechazos.

7.5.1.1. GESTIÓN

Los residuos de construcción y demolición tienen una composición heterogénea, aunque su distribución es relativamente uniforme. Los

posibles destinos variarán para cada tipo de residuo, si bien las opciones existentes son:

- Reutilización (sin ningún tipo de transformación); es el caso de los materiales cerámicos, de la madera de buena calidad y del acero estructural.
- Reciclaje obteniendo un producto igual o similar a la materia prima; aquí se englobarán el vidrio, el plástico, el papel y todos los metales.
- Reciclaje obteniendo un producto distinto a la materia prima; en este grupo se encuentran los materiales cerámicos, el hormigón, los materiales pétreos y los materiales bituminosos. Dependiendo del material de entrada y de la tecnología aplicada en la demolición y en la planta de reciclaje, se elaborarán agregados reciclados con diversos usos potenciales:
 - Materiales de relleno.
 - Recuperación de canteras.
 - Pistas forestales.
 - Jardinería.
 - Vertederos.
 - Terraplenes.
 - Zorras para bases y subbases.
 - Agregados para morteros, hormigones no estructurales, hormigones estructurales, encachados y materiales ligados.
 - Revalorización; en este bloque está la madera, los plásticos, el papel y el yeso.
 - Eliminación en vertedero.

La gestión de los residuos de parques y jardines, se lleva a cabo dentro del propio ayuntamiento, mediante compostaje o repartición de restos de poda entre los vecinos.

Con respecto a los residuos voluminosos de madera, existen gestores autorizados que se encargan del tratamiento y reciclaje de los mismos.

Como se ha indicado anteriormente la mayor parte de los residuos de envases y palets de madera entran directamente en el circuito de la cadena de la madera como materia prima en las fábricas de tablero; según fuentes consultadas, los gestores autorizados de residuos voluminosos destinan la madera contenida en los mismos a la industria del tablero, para valorización energética o como materia prima de sus procesos.

7.5.1.2. MERCADOS COMPETIDORES O INTERACCIONES

La gestión de este tipo de residuos viene determinada por las prioridades en la jerarquía de gestión de los residuos: reutilización, reciclado, valorización energética y eliminación. En consecuencia, se debe recurrir a la opción de reciclado energético cuando la reutilización y el reciclado material no sean viables técnica o económicamente.

Este tipo de biomasa presenta principalmente dos destinos alternativos al de la valorización energética: la elaboración de compost para la posterior fertilización de suelos (residuos de poda y jardinería) y la industria del tablero (todos los residuos de madera).

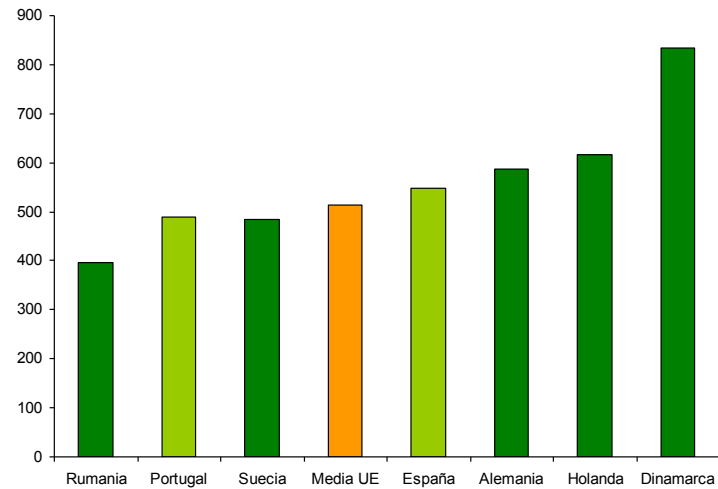
7.5.1.3. SITUACIÓN EN PORTUGAL

De acuerdo con la legislación existente, es posible valorizar energéticamente la fracción considerada como biomasa de los residuos sólidos urbanos.

A continuación se presentan algunos datos de la oficina estadística de la Unión Europea, Eurostat, que reflejan esta realidad y los diferentes modos de gestión de los residuos que tienen algunos países europeos.

Residuos municipales generados en la UE en 2009. (kg/persona)

Fuente. : Elaboración propia a partir de datos Eurostat 2011



Ante esta situación, insostenible desde un punto de vista medioambiental, la Unión Europea, lleva años orientando sus políticas de gestión de residuos hacia el fomento de la prevención en la generación de los mismos, si bien los residuos no paran de crecer.

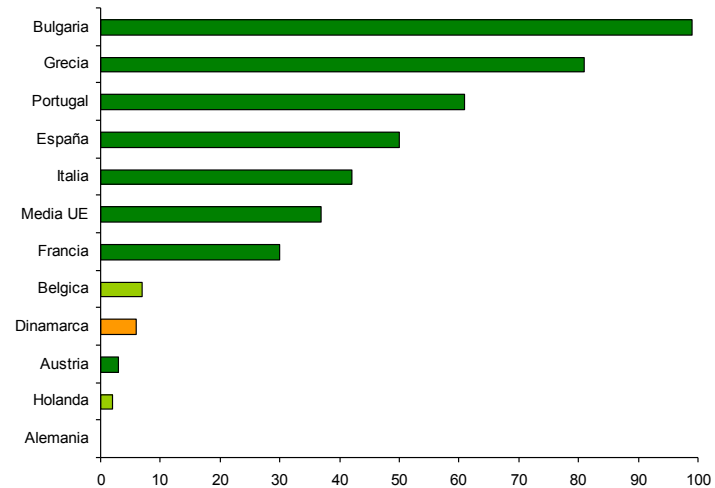
Así, los países más avanzados medioambientalmente han apostado por la eliminación del vertedero y en el siguiente gráfico podemos observar como

algunos países ya lo han conseguido (Alemania: 0%, Holanda: 1%, Austria:1% de sus residuos

municipales en vertedero). En España, este porcentaje era del 52% en 2009.

Porcentaje de residuos destinados a vertedero en 2009

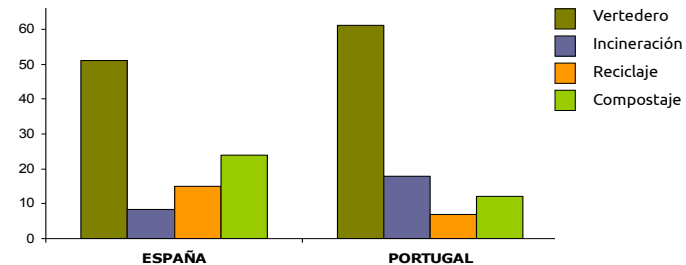
Fuente. : Elaboración propia a partir de datos Eurostat 2011



En el gráfico siguiente se refleja cómo gestionan sus residuos las regiones de España y Portugal;

Sistemas de gestión de residuos utilizados en España y Portugal en 2009. (%)

Fuente. Elaboración propia a partir de datos Eurostat 2011



Utilización de CDR a partir de RSU. Infraestructuras y capacidades de consumo. Portugal 2006

Fuente. PERSU II. Plano estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016

Empresa	Localización	Consumo posible CDR (t/año)		Tecnología	Combustible actual
		2007-2010	2011-2013		
PORTUCEL	Setúbal	10% (MW)	Lecho Fluidizado	Biomasa	417
LIPOR	Porto	44.000		Parrilla	RSU
VALORSUL	Lisboa	60.000 (*)		Parrilla	RSU
CIMPOR	Souselas	170.000	170.000-350.000	F. de Clínquer	Varios
	Alhandra				
	Loulé				
SECIL	Alcobaça	120.000	120.000-300.000	F. de Clínquer	Varios
	Maceira-Liz				
	Outão				
Nuevas centrales de Biomasa	Varias		10% (MW)	?	Biomasa
AdP (**)	Sines		250.000	Lecho Fluidizado	-
	Estarreja		290.000		
LIPOR y VALORSUL (nuevas líneas de incineración)	Porto		150.000	?	CDR
	Lisboa		200.000		
TOTAL		429.000	1.180.000-1.174.000	?	

(*)Capacidad atribuida por el Despacho del MAOTDR a AMTRES.

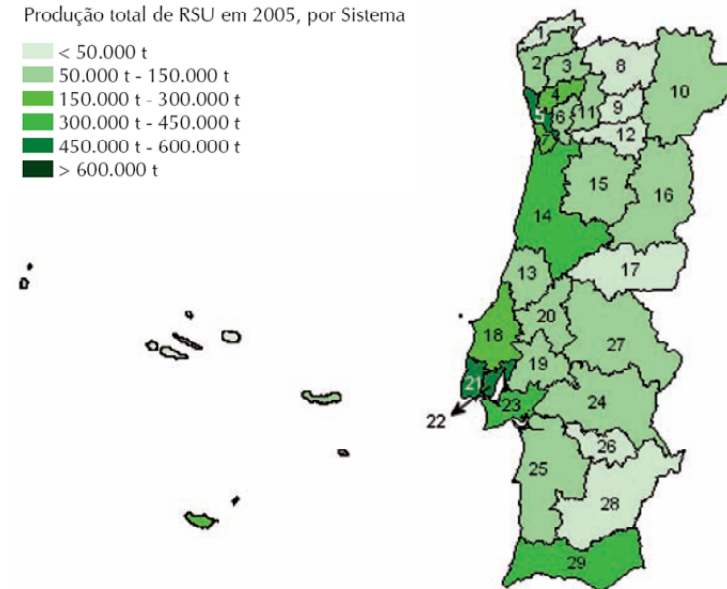
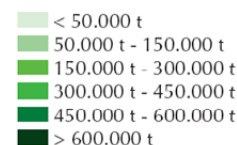
(**)Unidades de tratamiento de lodos de ETAR como combustible principal.

Para conocer la producción total de residuos sólidos urbanos en Portugal, se muestra la siguiente imagen:

Producción total de RSU en 2005. Por sistema de tratamiento. Portugal

Fuente. : PERSU II. Plano estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016

Produção total de RSU em 2005, por Sistema

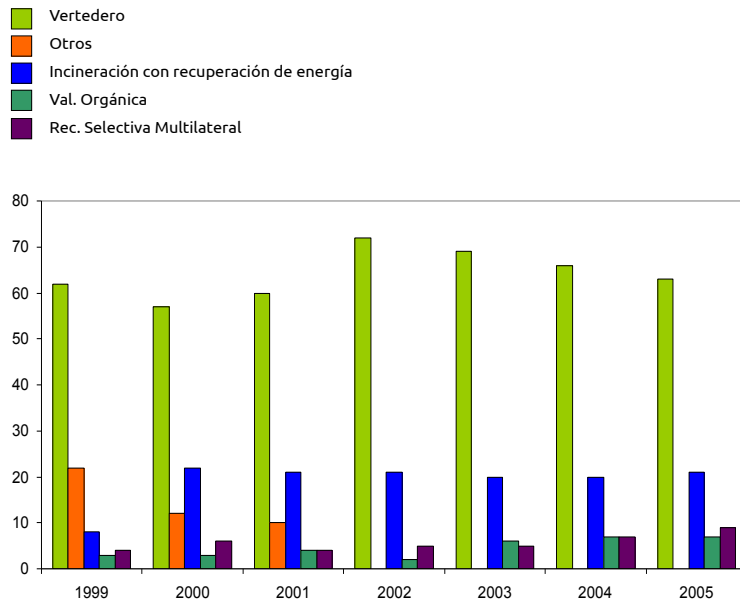


- | | | |
|--------------------------|------------------------|------------------|
| 1. VALORMINHO | 11. REBAT | 21. Amtes |
| 2. RESULIMA | 12. RESIDOURO | 22. VALORSUL |
| 3. BRAVAL | 13. VALORLIS | 23. AMARSUL |
| 4. Amave | 14. ERSUC | 24. GESAMB |
| 5. Lipor | 15. Planalto Beirão | 25. Ambilital |
| 6. Valsousa | 16. ÁGUAS ZÉZERE E CÔA | 26. Amcal |
| 7. SULDOURO | 17. Raia – Pinhal | 27. VALNOR |
| 8. RESAT | 18. RESIOESTE | 28. Resialentejo |
| 9. Vale do Douro Norte | 19. Resiurb | 29. ALGAR |
| 10. Resíduos do Nordeste | 20. Resitejo | |

En la figura siguiente se indica el destino final de los RSU en Portugal por año.

Destino final de los RSU. Portugal (%)

Fuente. PERSU II. Plano estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016

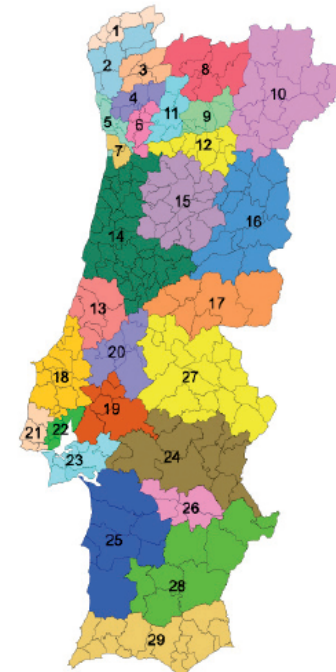


Producción total de RSU en 2005. Por sistema de tratamiento. Portugal

Fuente. : PERSU II. Plano estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016

Sistemas de Gestão de Resíduos
(Multimunicipais e Intermunicipais)
Fevereiro 2006

1. VALORMINHO
2. RESULIMA
3. BRAVAL
4. Amave
5. Lipor
6. Valsousa
7. SULDOURO
8. RESAT
9. Vale do Douro Norte
10. Resíduos do Nordeste
11. REBAT
12. RESIDOURO
13. VALORLIS
14. ERSUC
15. Planalto Beirão
16. ÁGUAS ZÉZERE E CÔ
17. Raia – Pinhal
18. RESIOESTE
19. Resiturb
20. Resitejo
21. Amtres
22. VALORSUL
23. AMARSUL
24. GESAMB
25. Ambilital
26. Amcal
27. VALNOR
28. Resialentejo
29. ALGAR



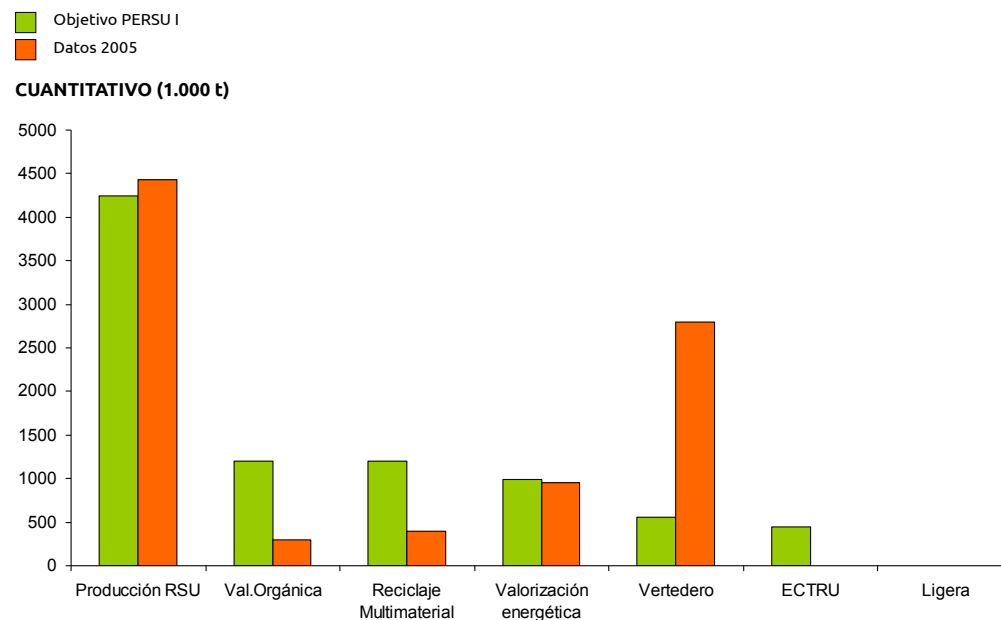
Los objetivos del Plan Estratégico para la Gestión de RSU (PERSU I), se comparan en el año 2005 con datos

reales de producción de residuos, para comprobar el grado de cumplimiento de las metas establecidas:

En el cuadro siguiente se muestran los objetivos de reciclado establecidos en el PERSU I

Cumplimiento de objetivos de gestión de residuos. Portugal

Fuente. : PERSU II. Plano estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016



Objetivos de reciclado establecidos en PERSU I (t/año). Portugal

Fuente. PERSU II. Plano estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos 2007-2016

FLUJO	2006	2007	2008	2009	2010	2011
VIDRIO	127.678	147.554	167.431	187.307	207.184	227.060
PLÁSTICO	32.648	35.581	38.515	41.448	44.381	47.314
PAPEL/ CARTÓN	74.070	93.888	113.705	133.523	153.340	173.158
ACERO	19.000	22.102	25.204	28.306	31.408	34.510
ALUMINIO	4.750	5.525	6.301	7.077	7.852	8.628
MADERA	488	433	377	322	266	211
TOTAL	258.634	305.083	351.533	397.983	444.431	490.881

7.6. ANÁLISIS DE COSTES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE BIOMASA FORESTAL PRIMARIA

El objetivo de este apartado del estudio fue analizar, el funcionamiento de algunos de los equipos y técnicas más avanzados en el tratamiento de la biomasa forestal primaria generada a través de los aprovechamientos forestales.

7.6.1. SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA APLICABLES EN GALICIA Y NORTE DE PORTUGAL

Las tecnologías y técnicas usadas para el aprovechamiento de la biomasa forestal primaria son numerosas y están en permanente evolución. La elección de los métodos más adecuados está condicionada por varios factores: densidad y estado de la red viaria, tipo de plantación, especie arbórea, características físicas del terreno, características de los centros de consumo, impacto ambiental,...

Todos los factores son ponderados desde una óptica de eficiencia económica, es decir, desde el punto de vista de obtención de mayor rendimiento económico.

En Galicia y el Norte de Portugal se utilizan métodos de extracción y procesado mecánicos, estando condicionados por factores de orografía, distribución de red viaria,...

Uno de los grandes condicionantes que se observan en la extracción de biomasa forestal primaria consiste en la fragmentación de la propiedad existente en el área de estudio.

Dentro de los sistemas de extracción y procesado de BFP, se estudian diferentes tecnologías y se evalúan para el área de estudio.

I) PREPARACIÓN DE LOS RESTOS DE CORTA

Un aspecto de importancia en la optimización de recogida de restos de corta es la integración de las operaciones previas de aprovechamiento.



Por este motivo, se realiza una distinción de tres situaciones iniciales, partiendo de un aprovechamiento de corta final a fin de turno.

A) Restos de corta extendidos por la parcela. En este caso, las ramas se sitúan de forma dispersa por el monte. Esta es la situación más desfavorable para el tratamiento del material, por los costes que genera la recogida, alcanzando un rendimiento muy bajo.



B) Restos de corta agrupados en pequeños montones dispuestos durante el aprovechamiento (acordonados). Este estado es asimilable a un aprovechamiento maderero realizado manualmente, siguiendo una metodología de trabajo adecuada a la recogida de biomasa, o bien cuando se realiza la explotación con equipos mecanizados de desramado y tronzado (mediante cabezales procesadores).



C) Restos de corta agrupados en montones a pie de pista. En este caso, los restos de corta se recogen con un tractor forestal o autocargador, con el fin de apilarlos en grandes montones cerca de la pista. La conveniencia de esta situación puede venir dada por reducir el contenido de humedad del material, o por razones logísticas debidas a la estacionalidad del consumo u otras causas.



II) REGOGIDA Y TRANSPORTE DE BIOMASA EN BRUTO

Este método consiste en la recogida y transporte de biomasa sin procesar, es decir, sin que la biomasa pase por ningún sistema de compactación, astillado, empacado,...

Es un método en desuso, al no ser viable económicamente el transporte en estas condiciones, únicamente se utilizaría si el centro de transformación se encuentra a poca distancia del centro origen.



III) ASTILLADO EN MONTE

Consiste en fragmentar la biomasa mediante astilladoras móviles de pequeñas dimensiones. La biomasa es transportada a las unidades de consumo o centros de transformación en forma de astilla.

Este procedimiento permite que la BFP pierda humedad de forma natural, mejorando las características del producto y reduciendo los costes de manipulación y transporte.



Este sistema provoca la necesidad de adquisición de equipamiento para la elaboración de la astilla, lo que provoca mayores costes de inversión inicial y mantenimiento de equipos, además de buenas condiciones del terreno para poder trabajar.

El transporte de astilla será en camión por lo que la zona de extracción deberá tener un buen sistema viario.

Producción de astilla en diferentes escenarios

Fuente: CIS MADEIRA
[Biomasa: maquinaria agrícola y forestal. IDAE 2007]

	PRODUCTIVIDAD MÁXIMA (m ³ estéreo/hora)*	PRODUCTIVIDAD MEDIA (m ³ estéreo/hora)*
Restos de corta de eucalipto agrupados en montones a pie de pista	61,3	39,6
Restos de corta de eucalipto dispersos	37,9	28,3
Restos de corta de pino agrupados en montones a pie de pista	64,9	41,1
Restos de corta de pino agrupados en pequeños montones por parcela	44	31,6

*No se considera el tiempo de desbosque de la astilla

IV) ASTILLADO EN CAMPA

Consiste en el acopio de BFP en una campa o zona de acopio, para su posterior tratamiento mediante astillado.

La dimensión del parque deberá proyectarse de manera que se garantice la cantidad de recursos necesarios para cubrir la capacidad de



tratamiento, disponiendo en las proximidades de un mercado que permita asegurar la venta del producto.

De manera general, las operaciones que se pueden llevar a cabo en las campas son: almacenamiento de materia prima, trituración y secado natural.

La instalación de estos parques tiene como gran ventaja la flexibilidad en relación con el flujo y características de la biomasa ya que se adaptan a las necesidades de optimización de los procesos de logística, además de la ventaja de que el transporte a campa puede ser realizado por tractor forestal o similar, lo que implica que la red viaria puede ser deficitaria.

Como desventajas de este sistema se contempla la necesidad de adquisición de equipos de mayor tamaño, la dificultad de encontrar terrenos apropiados para el parque (además del coste de alquiler o compra de los mismos) y la necesidad de buenos accesos al terreno.

Rendimientos de aprovechamiento para astillado en campa

Fuente: Sistemas de aprovechamiento de biomasa en CyL. Eduardo Tolosana et al. 2008

	PRODUCTIVIDAD (ud/h)
Apeo, desramado, tronzado y repaso de desrame en cargadero mediante proceso manual	4,46 m ³ /h
Desembosque de fustes	12,48 m ³ /h
Apilado de residuos	87,7 m ³ aparente/h
Astillado fijo	14 m ³ aparente/h

V) EMPACADO DE BIOMASA

Este sistema de tratamiento de BFP, supone la necesidad de adquisición de máquinas empacadoras móviles. Este sistema permite recoger la BFP en el monte y la máquina realiza la compactación de los materiales en fardos o pacas, pudiendo de esta forma optimizar el almacenamiento y el transporte.



La logística del transporte de las pacas, generalmente de forma cilíndrica, es un sistema semejante a la utilizada en el transporte de los troncos de madera. Los camiones son los mismos y son cargados de la misma forma.

El empacado de la biomasa posee diversas ventajas, como puede ser: las pacas ocupan menos espacio físico que la biomasa en bruto, lo que permite una mayor capacidad de almacenamiento y transporte, las pacas pueden ser almacenadas sin perder su consistencia, el almacenamiento es más seguro, simple y barato existiendo menor riesgo de combustión espontánea.

Las experiencias realizadas por CIS Madeira en Galicia con respecto al empacado se han desarrollado utilizando una empacadora y un autocargador. La empacadora, una Fiberpack que se alimenta a través de una mesa de entrada dotada de rodillo dentado y motorizado, produce unas pacas o balas cilíndricas, con un diámetro de 700 cm y una longitud ajustable que, en el caso de las experiencias, fue de 3 m. Por tanto, el volumen de las pacas es de aproximadamente 1,2 m³. Las pacas, que van atadas cada 50-60 cm, son producidas a un ritmo de entre 20 y 25 unidades



por hora. El autocargador fue un Timberjack 1210 B de 8 ruedas y 170 CV.

Las operaciones que se llevaron a cabo en las experiencias de empacado fueron las siguientes:

- Alimentación de empacadora con pinza del autocargador.
- Compactado de la biomasa.
- Corte de las balas a la longitud deseada.
- Apilado al margen de la pista.
- Desplazamiento de la empacadora por el monte o la pista, para acercarse a la biomasa.

Las limitaciones de las empacadoras son que no pueden operar en terrenos de fuertes pendientes, y la elevada inversión inicial que supone su compra.

Los rendimientos según la distribución de la biomasa en el monte, se indican en la tabla siguiente:

Productividades horarias resultantes de diferentes experiencias de empacado

Fuente: CIS MADEIRA

	PRODUCTIVIDAD (pacas/h)
Eucalipto en montones a pie de pista	18,3
Eucalipto restos esparcidos	13,9
Pino en montones a pie de pista	15,6
Pino pequeños montones esparcidos en la parcela	16,2

Características medias de las pacas de biomasa

Fuente: Universidad de Córdoba. Tesis doctoral. Marzo 2010

	VALOR MEDIO	UNIDAD
LONGITUD	3,1	m
DIÁMETRO	0,75	m
VOLUMEN APARENTE	1,37	m ³
PESO VERDE (Humedad = 50%)	490	kg
PESO SECA AL AIRE (Humedad = 18%)	264	kg
DENSIDAD APARENTE	358,3	kg/m ³
DENSIDAD APARENTE SECA AL AIRE	193	kg/m ³
DENSIDAD ESPECÍFICA SECA AL AIRE	482	kg/m ³
COEFICIENTE DE EMPACADO	0,4	
VOLUMEN SÓLIDO	0,55	m ³
CONTENIDO ENERGÉTICO (Humedad = 18%)	1,06	MWh

VI) APROVECHAMIENTO DE ÁRBOL ENTERO

En este proceso, la biomasa recogida corresponde al fuste entero. Los árboles procesados por este sistema tienen bajo valor económico, son pies que provienen de claras, plantaciones de baja rentabilidad, cultivos energéticos, árboles de áreas de corta anticipada o dañados por incendios, vendavales, plagas o enfermedades. Los árboles son utilizados para la obtención de astilla.



Rendimientos de aprovechamiento para árbol entero

Fuente: Sistemas de aprovechamiento de biomasa en CyL. Eduardo Tolosana et al. 2008

	PRODUCTIVIDAD (t/h)
Apeo y tronzado con cosechadora forestal	6,32
Desembosque árboles completos en autocargador	6,54
Astillado	31,64

VII) SISTEMA FELLER-BUNCHER

Con este sistema se pretenden optimizar las operaciones de cosecha, de modo que se rentabilice al máximo el proceso de recogida y

transporte de la biomasa a la fábrica. El método full-tree (fuste entero), consiste básicamente en apeo y amontonar árboles enteros en una misma máquina a medida que avanza por el área de corta. Cada cierto tiempo la procesadora forma una pila de árboles que se retiran del monte mediante tractor con remolque o autocargador para proceder al astillado en parque y al transporte de la astilla a la planta de consumo en camiones contenedores. Debido a su alto rendimiento, este sistema es utilizado para el aprovechamiento de la biomasa en los cultivos energéticos leñosos.



Este sistema resulta muy apropiado para el aprovechamiento de áreas que necesiten cortas anticipadas de árboles muertos debido a causas bióticas o abióticas, también se emplea para rentabilización de productos de bajo valor,...

Una de las desventajas de este sistema es la necesidad de tener varias máquinas trabajando y exige una gran coordinación entre las diferentes operaciones. No es aconsejable su utilización en

zonas con pendientes acentuadas y en montes con mala estabilidad del suelo. El coste de adquisición y mantenimiento de los equipos es elevado.

7.6.2. ANÁLISIS DE COSTES DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA APLICABLES A GALICIA Y NORTE DE PORTUGAL. EXPERIENCIAS REALIZADAS

7.6.2.1. DATOS PROYECTO ENERSILVA

Enersilva es un proyecto europeo de cooperación transregional financiado por el programa Interreg III B SUDOE, finalizado en el año 2007. Su finalidad principal ha consistido en dinamizar a los propietarios forestales del sur de Europa en el aprovechamiento energético de la biomasa forestal primaria.

I) COSTE DE GENERACIÓN DE BFP

Es el coste de producción de la materia prima, en un determinado sistema forestal. Incluye los gastos asociados a la producción soportados por el propietario forestal desde la implantación de la especie hasta el momento de extracción de la biomasa: plantación del arbolado, regeneraciones periódicas de la masa forestal, los cuidados de mantenimiento, las cortas sucesivas, el despiece necesario previo a la recogida y los gastos de gestión. No se incluyen los costes de los procesos posteriores de recogida y traslado de la BFP al centro de consumo.

El coste de generación, además de cubrir los costes anteriormente mencionados, deberá considerar un beneficio empresarial como cualquier actividad económica.

Para realizar la estimación del coste de generación de BFP, el método utilizado por el proyecto Enersilva contempla los principales modelos de silvicultura que se practican actualmente en los bosques cultivados de las regiones del suroeste de Europa, se debe tener en cuenta que en estos bosques el principal objetivo es obtener producción forestal.

- Para realizar el cálculo del coste de generación, se consideran los costes medios que tiene el silvicultor para obtener la biomasa en un determinado modelo de silvicultura.

- El valor del coste se expresa en €/t al 35% de humedad. Para el coste de generación la BFP se considera extendida sobre el terreno (sin traslado ni apilado) después de una operación de silvicultura o una corta de madera, con el despiece efectuado para poder ser cargada en el tractor que la va a retirar del monte.
- Al coste de generación de BFP se le aplica un margen adicional de beneficio para el productor del 15%, que supone aproximadamente entre 1 y 2 €/ha/año.
- La superficie media de aprovechamiento de BFP es una variable que influye en el coste de generación. Se toman extensiones típicas de los trabajos de silvicultura y aprovechamiento realizados en cada región.
- Los costes anuales de gestión se valoran dependiendo del turno de producción de la madera y el grado de intervención silvícola. Oscilan normalmente entre 20 y 60 €/ha/año. En este concepto se incluyen, entre otros, los gastos siguientes: visitas de gestión, asistencia técnica, consultoría...
- La inflación se considera nula y el interés del dinero se considera un 3% para hacer las actualizaciones de los gastos en el tiempo.

Costes medios de generación de BFP

Fuente: Proyecto Enersilva, 2007

	GALICIA	NORTE DE PORTUGAL
Superficie media de aprovechamiento de BFP (ha)	1	1
Ciclo productivo de los montes (años)	15-60	15-45
Posibilidad de producción de madera (m ³ /ha/año)	7-23	9-23
COSTE DE GENERACIÓN DE BFP €/t 35% humedad	12-26	12-22

Para Galicia, se hace un cálculo de costes de generación de biomasa forestal según la producción principal del aprovechamiento:

Costes de generación de BFP. Galicia 2007 (€/t 35% de humedad)

Fuente: Proyecto Enersilva, 2007

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	MONTES NO MECANIZABLES		MONTES MECANIZABLES	
	1 CICLO	VARIOS CICLOS	1 CICLO	VARIOS CICLOS
PRODUCCIÓN PRINCIPAL MADERA	12-26	9-26	30-70	23-70
PRODUCCIÓN PRINCIPAL NO MADERA	MONTE DE LEÑAS	12-30	60-100	30-100
	MONTE DE MATORRAL	10-20	45-75	25-50

* situación de la biomasa extendida en monte

Para Galicia se considera un precio mínimo de referencia de 12€/t al 35% de humedad para la generación de BFP [situación de la biomasa extendida en el suelo], según los datos publicados por el Proyecto Enersilva, 2007.

II) COSTE DE APROVECHAMIENTO Y TRANSPORTE

Es el coste de las operaciones de recogida, tratamiento y traslado de la biomasa al centro de consumo o la planta de aprovechamiento energético. Para la determinación de este coste se parte de la situación en la que se valoraron los costes de generación – biomasa cortada y extendida en el suelo del monte en disposición para iniciarse la saca manual, mecanizada o mixta- y se concluye con la recepción en planta de la biomasa astillada. Igual que en el caso de valorización de los costes de generación, se aplica un margen comercial para cubrir los costes generales y el beneficio de las empresas de aprovechamiento y logística.

Los datos principales que se pueden extraer del Proyecto Enersilva son los siguientes:

Aprovechamiento y logística de BFP Galicia (€/t al 35% de humedad)

Fuente: Proyecto Enersilva, 2007

MÉTODO DE APROVECHAMIENTO	TIPO DE COSTES (€/t 35% humedad)		
	Manipulación en monte (recogida, saca y astillado)	Transporte de astilla a planta de biomasa (<30 km)	Margen comercial (15%)
BFP de tratamientos selvícolas (poda y selección de brotes), recogida y saca semimecanizada, astillado en cargadero de monte	52	11	11
BFP de tratamientos selvícolas (podas y selección de brotes), recogida y saca mecanizada, astillado en cargadero de monte	33	11	8
BFP de clareo de árboles con motosierra y astillado en cargadero de monte	35	11	9
BFP de clareo de árboles con procesadora y astillado en cargadero de monte	29	11	8
BFP de corta final a hecho, recogida y saca mecanizada y astillado en cargadero en monte	23	11	7
BFP de corta final a hecho, recogida y saca mecanizada, con transporte en bruto y astillado en parque periférico	23+9		
(traslado a parque periférico)	6	7	
BFP de corta final a hecho, recogida y saca mecanizada, carga en camión en bruto sin astillar	15		
(no se astilla en monte)	17+7 (astillado en planta)	7	
BFP de corta final a hecho, recogida y saca mecanizada y empacado en monte	23		
(no se astilla en monte)	10+6 (astillado en planta)	7	

El coste de aprovechamiento anterior se calculó para los principales métodos de trabajo empleados o con posibilidades de

aplicación en las zonas de estudio y según los precios habituales de contratación de las empresas de servicios.

Los criterios metodológicos utilizados son los aplicados en el proyecto Enersilva, 2007, que se indican a continuación:

- Los costes se analizaron en montes en los que se practique una silvicultura de producción mixta madera-biomasa, al considerar que la madera es el principal recurso de aprovechamiento en los bosques de las zonas de estudio en la actualidad.
- El coste de aprovechamiento y transporte se calcula según datos regionales, los precios se refieren al año 2007.
- La biomasa se considera que se encuentra extendida en el monte en condiciones de ser cosechada de forma mecanizada o semimecanizada. Se establece un presecado natural en monte hasta humedades del 30-45%.
- Se desprecia el coste de almacenamiento u ocupación del terreno por la biomasa en cargadero de monte o parque.
- Los costes de manipulación, tratamiento y logística se incrementan un 15% para cubrir gastos generales y beneficio industrial de empresas de servicios que realizan los trabajos.
- Los costes de aprovechamiento y transporte se refieren en todo caso a toneladas al 35% de humedad.
- La distancia de transporte desde el cargadero de camión a planta de aprovechamiento se consideran 30 km.

Costes medios de aprovechamiento según el origen y posibilidades de mecanización del aprovechamiento (€/t. 35% humedad)

Fuente: Proyecto Enersilva, 2007

ORIGEN DE BFP Y POSIBILIDADES DE MECANIZACIÓN DEL APROVECHAMIENTO	GALICIA	NORTE DE PORTUGAL
BFP de silvicultura (clareos y/o podas) con saca semimecanizada	74-85	SD
BFP de silvicultura (clareos y/o claras) con saca mecanizada	48-55	SD
BFP de cortas intermedias (claras) o entresacas con saca semimecanizada	54-72	SD
BFP de cortas finales con saca mecanizada	41-46	29-54

*SD= Sin datos

Se concluye que los precios de aprovechamiento y transporte oscilan entre 29 y 85€ por tonelada al 35% de humedad, sin considerar los costes de generación del silvicultor. En la medida en que se mejoren las tecnologías de aprovechamiento de BFP y se introduzca maquinaria de alto rendimiento, estos costes se reducirán y en general tenderán a valores más bajos de los obtenidos.

En el caso de producción de pacas, se deberá tener en cuenta la situación del combustible a empacar;

Coste medio de la producción de pacas (€/ud 35% humedad)

Fuente: Proyecto Enersilva, 2007

EMPACADO	Coste de producción (€/paca)	Coste de producción (€/m3)
Empacado a pie de pista	39,52	71,85
Empacado por curvas de nivel	35,34	64,25
Empacado por máxima pendiente	67,07	121,95

7.6.2.2. DATOS DE “RENDIMIENTOS Y COSTES DE DIFERENTES APROVECHAMIENTOS DE LA BIOMASA FORESTAL”

Los datos referentes a “Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal” están basados en experiencias realizadas en Castilla y León y forman parte de un proyecto de colaboración entre la universidad politécnica de Madrid y CESEFOR.

Se establecen diferentes sistemas de trabajo que los que se evalúa el aprovechamiento total o integrado de la biomasa forestal residual, para la realización de este documento únicamente analizaremos los sistemas de trabajo aplicables para Galicia.

Sistema de trabajo I.

Residuos de cortas a hecho, astillado o triturado fijo.

Este sistema de trabajo consiste en la extracción de la biomasa residual, desembosque en autocargador o con remolque de gran capacidad y astillado “fijo” en cargadero, generalmente sobre contenedor o con astilladora integrada en camión.

Los principales factores sobre el rendimiento en experiencias realizadas en Castilla y León fueron de tipo logístico y de falta de experiencia del personal. Se estima que se podría aumentar el rendimiento. En la tabla siguiente, se realiza una síntesis de rendimientos y costes de este sistema.

Sistema de trabajo I. Resumen de costes y rendimientos

Fuente: “Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal”. Eduardo Tolosana et al.

	Coste horario (€/h trabajo efectivo)	Tiempo de trabajo efectivo por unidad (m3, t)	Productividad (€/h trabajo efectivo x jornada)	Coste unitario (€/unidad producida)
Apeo, desramado, tronzado y repaso de desrame en cargadero con motosierra	18 €/h (+ parte proporcional tractor)	1.345 cmin/m3	4,46 m3/h 44,56 m3/d	4,44 €/ m3 (madera)
Desembosque de fustes	50,4 €/h	748,12 cmin/m3	12,48 m3/h 118,56 m3/d	4,04€/ m3 (madera)
Apilado de residuos		140,02 cmin/m3 (aparente)	87,7 m3 (aparente)/h 72,8 m3 (aparente)/d	0,57€/ m3 (aparente) (astillas)
Astillado fijo	75,7 €/h	3.529,41 cmin/m3 (aparente)	14 m3 (aparente)/h 112 m3 (aparente)/d	5,41€/ m3 (aparente) (astillas)
Transporte a fábrica, biomasa (100 km)	7 €/100 km			

Se considera el esquema más económico para montes de gran tamaño, según Sydve (2005), una referencia de costes podría ser la que se indica a continuación [Fuente. “Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal”]:

- Extracción: 6,55 €/t
- Astillado: 13,55 €/t.
- Resto (apilado residuo y, en su caso, retribución de madera en pie): 13,10 €/t (siempre verde).

Sistema de trabajo II.

Residuos de cortas a hecho, astillado móvil.

Para este sistema de trabajo es fundamental el apilado de residuos, presecado del residuo en monte, astillado con astilladora remolcada con tractor agrícola o integrada en autocargador, desembosque en el propio vehículo de astillado o en un vehículo auxiliar con remolque, descarga en contenedor para el transporte en camión.

Para observar los rendimientos y costes de esta experiencia, se realiza la tabla resumen siguiente:

Sistema de trabajo II. Resumen de costes y rendimientos

Fuente: "Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal".
Eduardo Tolosana et al.

	Coste horario (€/h trabajo efectivo)	Tiempo de trabajo efectivo por unidad (m3, t)	Productividad (€/h trabajo efectivo x jornada)	Coste unitario (€/unidad producida)
Apeo con motosierra	12,6 €/h	162 cmin/m3	37,1 m3/h 278 m3/d	4,44 €/ m3 (madera)
Procesado	73,8 €/h	214,2 cmin/m3	28,01 m3/h 210 m3/d	4,04€/ m3 (madera)
Desembosque de madera	54,0 €/h	454,5cmin/m3	13,2 m3/h 99 m3/d	0,57€/ m3 (aparente) (astillas)
Astillado móvil	123,4 €/h	570,7 cmin/m3	10,7 t/h 80,3 t/d CISMADEIRA,2002	5,41€/ m3 (aparente) (astillas)
Transporte a fábrica, madera (distancia 40 km)		9,8 €/40 km		
Transporte a fábrica, astillas (distancia 40 km)		9,8 €/40 km		

Sistema de trabajo III. Resumen de costes y rendimientos

Fuente: "Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal".
Eduardo Tolosana et al.

MAQUINARIA (€/t)	FIBERPAC (Chopo)	FIBERPAC (Pino)	WOODPAC (Pino)	TRABISA (Pino)
Pala/tractor apilador de ramas	3,5	2,3	--	2,5
Empacadora de ramas	25,0	30,0	9,0	10,0
Autocargador	4,5	10,0	6,0	6,0
Camión (distancia a fábrica)	5,0 (50 km)	5,0 (50 km)	18,0 (140 km)	15,0 (110 km)
TOTAL	38,0	47,3	33,0	33,5

Observaciones:

- Combustible a precio 0, puesto en fábrica entre 33 y 47 €/t
- Poder calorífico de las ramas al 50% de humedad: 2.500 kcal/kg
- Otras experiencias. CENER en Navarra (por ejemplo, con chopo el empacado supuso 13,55 €/t y, en pino, 19,21 €/t).

Se considera el esquema más económico en montes medianos, si se aplica adecuadamente los costes son similares a los del sistema de astillado fijo, si bien aquel reduce significativamente los costes en montes grandes [Fuente. "Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal"].

Sistema de trabajo III.**Empacado y astillado en fábrica.**

Se considera un esquema muy adecuado para grandes centrales y co-combustión, que tienen un radio de abastecimiento grande y son menos exigentes en humedad y presencia de impurezas que las pequeñas plantas térmicas y disponen de astilladoras en planta.

La principal ventaja es que emplea los mismos medios que para la saca de madera, reduciendo problemas logísticos, además al aumentar la densidad abarata costes de transporte y manipulación en distancias medias o largas.

7.6.2.3. DATOS DE LA "ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DEL USO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA FORESTAL RESIDUAL"

En este documento se elabora un estudio de costes, que se divide en:

- 1) Costes de aprovechamiento
- 2) Costes de saca
- 3) Costes de transporte
- 4) Costes de adecuación del material (triturado)

Únicamente tendremos en cuenta el coste de aprovechamiento de la fracción arbórea, no de matorral.

Tanto los costes de las intervenciones silvícolas y labores culturales como los de reunión vienen dados por las tarifas TRAGSA en €/ha. Para la conversión de estos costes en €/t se tiene en cuenta la cantidad de biomasa (en t/ha) que produce cada especie en cada una de las intervenciones silvícolas o labores culturales a lo largo del turno. Para sacar un coste único por especie se ponderan los distintos costes de cada intervención en función de la cantidad de biomasa obtenida en cada una de ellas.

Una vez reunidos los restos en montones a pie de pista, calle o lugar accesible por la maquinaria, se realiza su empacado. La empacadora realiza

el procesado de restos a razón de 12 pacas/hora. Estas pacas pesan aproximadamente 500 kg y tienen un contenido de humedad del 40%. Las pacas quedan apiladas en estos lugares por la maquinaria que realiza la saca.

La saca de las pacas se lleva a cabo con un tractor al que se le incorpora un remolque.

En los costes de transporte se consideran los costes derivados del traslado del material biomásico a través de las vías asfaltadas hasta la planta donde se procederá a su adecuación para su uso energético (el coste estimado según tarifas TRAGSA, se cifra en 9,19 €/t).

Una vez situado el material en la central hay que adecuarlo para su posterior uso energético. Para ello es necesario un triturado de las pacas hasta unas dimensiones adecuadas para su introducción en la caldera (los costes se estiman en 5,87 €/t).

Costes de aprovechamiento de la biomasa forestal residual (arbolado)

Fuente: "Estrategia para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual". MARM

ESPECIE	TRABAJO	Costes intervención y reunión (€/t)			Coste empacado	Coste saca	Coste transporte central	Coste triturado	COSTE TOTAL		
		PENDIENTE							PENDIENTE		
		0-12,5 %	12,5-25 %	25-35 %					0-12,5 %	12,5-25 %	25-35 %
P. pinaster (Norte)	Clareo	92,95	93,62	114,33	17,75	3,62	9,19	5,87	129,38	130,04	150,75
	1ª clara	1,44	1,58	19,58					37,86	38,01	56,00
	Corta final	1,27	1,39	20,87					37,69	37,82	57,30
	Coste ponderado	9,77	9,95	28,91					68,31	68,62	88,02
P. radiata (insignis)	Clareo	31,30	31,52	59,55					67,73	67,95	95,98
	1ª clara	5,39	5,93	22,73					41,82	42,36	59,16
	2ª clara	2,32	2,56	31,65					38,75	38,98	68,08
	Corta final	1,09	1,20	18,04					37,52	37,63	54,46
	Coste ponderado	8,59	8,80	30,82					46,45	46,73	69,42
Q. robur	1ª clara	8,30	9,13	34,98					44,73	45,56	71,41
	2ª clara	6,91	7,61	29,14					43,34	44,03	65,57
	1º Aclareo	6,91	7,61	29,14					43,34	44,03	65,57
	2º Aclareo	6,91	7,61	29,14					43,34	44,03	65,57
	Coste ponderado	23,24	23,89	44,02					54,99	55,66	76,60
Eucalyptus spp (norte)	Corta final	0,52	0,58	11,98					36,95	37,00	48,40
Q. pyrenaica	Resalveo	0,56	0,61	12,75					36,98	37,04	49,17

7.6.3. ANÁLISIS DE COSTES OBTENIDOS EN EXPERIENCIAS REALES DEL GRUPO TRAGSA

En los costes de transporte se consideran los costes derivados del traslado del material biomásico a través de las vías asfaltadas hasta la planta donde se procederá a su adecuación

El Grupo Tragsa, en diferentes experiencias realizadas en Galicia, ha obtenido una serie de resultados de rendimientos y costes en la extracción de BFP. Por este motivo, se realiza una síntesis de los mismos en este documento, para obtener una visión global de la situación actual de aprovechamiento de BFP en los montes gallegos.

La humedad de los residuos es muy difícil de cuantificar, al estar extendidos los restos de corta en monte en un período aproximado de un mes, acopiándose los restos posteriormente en cargadero durante otro período similar. Se estima una humedad media entre 35-45 % para los restos de corta utilizados.

Los precios son sin IVA, se incluye el beneficio industrial y no se incluye el coste del recurso (coste de generación de BFP).

En la fabricación de pacas a partir de restos forestales, se han realizado diversas experiencias entre los años 2010 – 2011, cuyos resultados se resumen en la siguiente tabla;

Caracterización de la obtención de pacas de BFP a partir de datos reales

Fuente: GRUPO TRAGSA. 2010/11

CONCEPTO	EXPERIENCIAS GRUPO TRAGSA
Coste generación de BFP	No se consideran
Coste empacadora	140 €/hora
Rendimiento empacadora	20 pacas/hora
Coste de empacado	7,00 €/paca 23,33 €/t empacada
Dimensiones paca	Φ:0,7 m ; L: 2,4 m [0,92 m ³]
Peso medio paca	0,240 – 0,350 t (depende de H)
Coste de saca en autocargador o similar	4,5 €/t
Coste transporte (d<30 km)	12 €/t **
COSTE TOTAL EN FÁBRICA (d<30 km)	39,83 €/t **

*SD= Sin datos

** No se incluye IVA

7.6.4. RESUMEN DE COSTES

Para realizar una estimación de costes de biomasa en este estudio no se tiene en cuenta el coste de generación del propietario forestal, al no ser objeto del mismo la realización de un cálculo de costes sino un cálculo de existencias. Para poder establecer un coste tipo, se consideran los costes de extracción y logística, además del beneficio industrial de las empresas implicadas en el proceso de comercialización y venta, de este modo nos permite conocer el coste final de la biomasa forestal en el lugar de consumo o planta de biomasa.

Coste medio de la producción de pacas (€/ud 35% humedad)

Fuente: TRAGSATEC 2011

TIPO DE PRODUCTO A OBTENER	TIPO DE COSTES (€/t humedad de referencia 35-45 %)			
	Generación de BFP	Precio en cargadero	Transporte planta de biomasa (<30 km)	Precio mínimo de BFP puesta en planta
ASTILLA	-	33	9	42
PACA DE BIOMASA	-	28	12	40

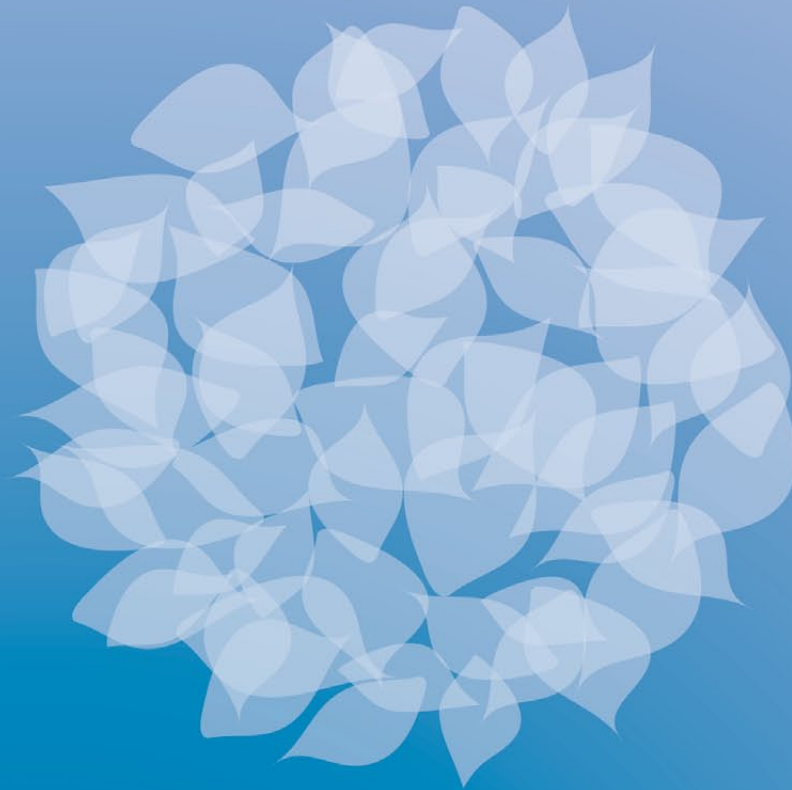
Estimación de precios según distancia a centro de consumo

Fuente: TRAGSATEC 2011

PRODUCTO	TIPO DE COSTES (€/t humedad de referencia 35-45 %)			
	Distancia a planta de biomasa (<15 km)	Distancia a planta de biomasa (<30 km)	Distancia a planta de biomasa (<50 km)	Distancia a planta de biomasa (<160 km)
ASTILLA	40	42	44	49
PACA DE BIOMASA	38	40	43	47

Para realizar una estimación del precio de la biomasa se han tenido en cuenta los estudios analizados en el punto anterior donde, a partir de diversas experiencias realizadas se establecen costes de biomasa por diferentes procedimientos. En base a esto, se establece un coste tipo de extracción según el producto a obtener, variando en función de la distancia desde el origen del recurso al centro de consumo que se establezca.

ANÁLISIS DE LAS
APLICACIONES DE BIOMASA 8



8.1. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS

El término biocombustible sólido agrupa a distintos tipos de biomasa, generalmente materiales lignocelulósicos, procedentes del sector forestal, agrícola o de sus industrias transformadoras y que son destinados a la generación de energía térmica o eléctrica.

Actualmente, los biocombustibles sólidos suelen proceder de las siguientes actividades:

- Actividades forestales: cultivos energéticos de corta rotación, tratamientos selvícolas en los bosques, restos de podas, aclareos o cortas finales, carbón vegetal...
- Actividades agrarias: cultivos energéticos como el sorgo o el cardo, restos de poda de vid, olivo o frutales,...
- Actividades industriales: restos de la industria de la madera y mueble y de la industria agroalimentaria como cáscara de frutos secos, huesos de aceituna, orujillo de oliva,...

8.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

Las principales formas de utilización de los biocombustibles sólidos actualmente entre los materiales de origen forestal son las siguientes:

- Astilla.

Permite una mayor movilidad en el transporte, ya que su volumen es menor que el de la materia prima en bruto de la cual proviene. El problema que presenta la astilla es que posee una mayor humedad y superficie específica inferior a la de otros productos.

- Pelet.

Es un biocombustible que procede de la transformación de residuos de materiales sólidos orgánicos y que se caracteriza por ser altamente densificado (1.000-1.200 kg/m³) y de pequeño tamaño (6-12 mm de diámetro y longitudes de 10-30 mm).

- Briqueta.

Es un material lignocelulósico compactado. Se presenta como un cilindro de 5 a 13 cm de diámetro y una longitud de entre 5 y 30 cm. La densidad es elevada y varía entre 800 y 1.300 kg/m³ en función del proceso de producción realizado.

- Carbón vegetal.

Procede de la combustión incompleta de restos vegetales. El proceso tecnológico seguido para la obtención de carbón vegetal (pirólisis) es una combustión incompleta de la biomasa en ausencia de oxígeno, a unos 500 °C.

En primer lugar, debemos conocer las características del combustible a utilizar en el sector doméstico, hay que tener en cuenta que dependiendo de la especie de árbol de que se trate, su comportamiento energético será

diferente. Esto condiciona las características de densidad y poder calorífico, entre otras. Por este motivo, se analizarán los combustibles más utilizados en la actualidad, como son las leñas, pelets y briquetas.



Caracterización de combustibles

Fuente: Centro nacional de energías renovables. CENER 2006

TIPO BIOMASA	% en base húmeda					
	Humedad	Cenizas	Volátiles	Azufre	PCI (Kcal/kg)	Densidad media (kg/m ³)
Orujos de uva seca	<12	<4	>58	<0,3	>3.800	275-300
Hueso de aceituna	12-23	<1	>65	<0,1	>3.800	680
Astilla de madera	20-55	1-2	>65	<0,05	1.600-3.300	250
Serrín (húmedo)	20-55	<1	>65	<0,05	1.600-3.300	350
Cáscara de almendra	9-15	1-3	60-70	0	>3.700	400
Péllets de madera	<12	<1	>60	<0,05	>4.000	700

8.1.1.1. LEÑA

El poder calorífico inferior de la leña, oscila entre las 3.000 – 4.000 kcal/kg dependiendo de la especie que se trate y sobre todo de la humedad que contenga.

La dimensión ideal para chimeneas y estufas es de 25-33 cm, mientras que la de mayor tamaño es utilizada principalmente, para grandes estufas como calefacciones centrales y hornos de hostelería.

El diámetro mínimo debe ser de 4 cm, mientras que el máximo debe rondar los 10-15 cm. Lo correcto, es tener la madera en un almacén bien aireado, o en su defecto, estar al aire libre, siempre que se acondicione un tejado para evitar que el agua de lluvia caiga directamente.

Con respecto al tiempo que debe transcurrir entre la corta de la leña y su utilización es, como mínimo de 8 meses a un año, en el que la humedad sería del 33% y ardería adecuadamente. Pero el periodo óptimo es de 2 años, siendo así la humedad inferior al 20%.

8.1.1.2. PELETS

Los pelets son elementos densificados de forma cilíndrica, con diámetros normalmente comprendidos entre 6 y 12 mm., y longitudes de 10 a 30 mm. por lo que su tamaño difiere mucho de las briquetas.

La densidad de los pelets suele oscilar entre 1.000-1.200 kg/m³, aunque cuando se distribuye a granel, la densidad aparente suele ser del orden de 800 kg/m³. La humedad del combustible oscilará entre el 8-10 %.

El mercado de pelets se diferencia principalmente atendiendo al destino final al que se destine el producto, por lo tanto, se puede distinguir:

- Pelets uso doméstico.
- Pelets uso industrial.

Los pelets para uso doméstico tienen unos requerimientos de calidad mas rigurosos que los de uso industrial.

Los estándares de calidad de los mismos se establecen en la norma AEN/CT. 164 –“BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS”, que normaliza los biocombustibles sólidos procedentes de explotaciones forestales, agrícolas y ganaderas y de sus industrias de transformación.

8.1.1.3. BRIQUETAS

Las briquetas son elementos normalmente de forma cilíndrica, con diámetros comprendidos entre 5 y 10 cm y de gran densidad, formados por materiales prensados que se utilizan como combustible. Dependiendo del tipo de briquetadora se pueden obtener distintas densidades, por ejemplo en briquetadoras de pistón, las densidades conseguidas suelen estar entre 1.000 y 1.200 kg/m³; por otro lado, en briquetadoras de tornillo, las densidades obtenidas son mayores, llegando a 1.300-1.400 kg/m³, otra característica de estas briquetadoras es que permiten realizar briquetas con orificios interiores que favorecen su combustión. Las briquetadoras hidráulicas consiguen densidades de 700-800 kg/m³, pudiendo llegar en determinados casos a 900-1.000 kg/m³. La humedad del combustible oscilará entre el 8-10 %.

8.1.1.4. ASTILLAS

Las astillas de madera son un combustible local, no sujeto a crisis y respetuoso con el medio ambiente. Por lo general, las astillas se producen en la región donde se consumen, ya que su densidad energética es inferior a la de los pelets: se trata de madera astillada y no prensada, por lo tanto el transporte de las astillas será más costoso que el de otros biocombustibles. El término astillas indica genéricamente un combustible derivado de la trituración de la madera virgen procedente de diferentes fuentes: podas agrícolas, silvicultura, etc. El tamaño y la forma de los trozos de madera varían en función del material de origen y del tipo de máquina utilizada para la trituración.

Por lo tanto, se trata de un material muy heterogéneo caracterizado por una alta tendencia a formar aglomerados y a menudo fácilmente fermentable cuando el contenido de humedad es elevado. El precio varía mucho según las características del producto.

Para los sistemas pequeños con alimentador de tornillo sin fin el tamaño de las piezas es el factor fundamental de posibles situaciones críticas. El tamaño de las piezas no debería superar los 4 – 5 cm. Piezas de más de 7–8 cm, aunque estén presentes en pequeñas cantidades, pueden provocar atascos en el sistema de alimentación de la caldera y, por tanto, el bloqueo del sistema.

Para evitar estos inconvenientes es importante realizar siempre un cuidadoso control de la calidad del combustible, y descartar a los proveedores que no cumplan los requisitos necesarios de calidad del producto.

El contenido de humedad es un factor menos crítico, ya que numerosos modelos de calderas pueden quemar madera recién cortada (humedad 40 – 50 %) o ligeramente secada al aire.

8.2. CONSUMOS DE BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN LA ACTUALIDAD. EXPECTATIVAS DE FUTURO.

8.2.1. PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

El mercado de los pelets en Europa ha tenido un fuerte desarrollo en los últimos años, de esta forma se ha pasado de 9 millones de toneladas producidas en 2008, a 12 millones en 2009 y ha llegado a los 16 millones en 2010.

El mercado español de pelets de madera empezó a formarse en torno a 2005. En 2006 se estima que la capacidad de producción era de 75.000 toneladas, ascendiendo en 2008 a 250.000 toneladas. Según los expertos consultados, la producción en España fue de 400.000 toneladas en el año 2009 [capacidad de producción 800.000 t], consumiéndose aproximadamente 70.000 t.

El comienzo de la producción de pelets en España se debe principalmente al proyecto europeo "Propellets". A su finalización en 2005, se habían consolidado en España tres nuevas fábricas de pellets con una producción aproximada de 30.000 toneladas/año y se había analizado la viabilidad de dos proyectos en Asturias. Por lo tanto se puede afirmar que 2005 es el año de partida para el mercado de pelets nacional.

Gracias también a proyectos europeos como el mencionado "Propellets" o "pellets@las" las entidades públicas están siendo conscientes de los usos de la biomasa y el comportamiento institucional está cambiando con el desarrollo de nuevas líneas de financiación.

Desarrollo del mercado de pellets de españoles en los últimos años

Fuente: Proyecto "pellets@las"/ www.bioenergyinternational.es

Año	Capacidad de producción total (t/año)	Producción total (t/año)	Consumo (t/año)
2010	800.000	400.000	70.000
2008	250.000	100.000	10.000
2007	160.000	70.000	3.500
2006	75.000	30.000	-

Para realizar una clasificación de plantas, se tiene en cuenta la capacidad de producción anual, según los criterios siguientes:

- Plantas de Pequeña escala (<30.000 toneladas/año)
- Planta Medianas (30.000-70.000 toneladas/año)
- Plantas a gran escala (>70.000 toneladas/año)

En 2008 se encontraban operativas en España 18 plantas de producción (revista "Internacional de Bioenergía"), de las que por lo menos seis de ellas estaban todavía en una fase inicial.

En **Galicia** existen plantas de peletización en Brión, Cambre y As Pontes en la provincia de A Coruña; Ramirás, Xinzo de Limia y Trado en Ourense y Valga en Pontevedra.

Diversas empresas suministran pelets no solo al mercado nacional sino que exportan a países como Francia, Alemania o Italia. Por lo tanto, en unos años Galicia prácticamente puede llegar a cuadruplicar su capacidad de producción, que actualmente se sitúa en torno a 100.000 toneladas/año.

Con respecto al consumo en Galicia, según productores de la comunidad, se estima anualmente en torno a 5.000 t/año. Según las fuentes consultadas, la producción de pelet en la Comunidad es de aproximadamente 60.000 t (aunque la capacidad productiva en la Comunidad es de 100.000 t), la cantidad no consumida dentro de la Comunidad se exporta a otros países.

Sin embargo a corto plazo el pelet fabricado en España no compite en precio con el generado en los países centroeuropeos, ya que el coste medio de transporte en nuestro país se sitúa en torno a los 50-55 €/tonelada, mientras que en Austria o Italia es del orden de 20 €/tonelada.

En 2009, la producción de pellets en **Portugal** alcanzó aproximadamente las 100.000 toneladas. De todas formas la capacidad de producción es mucho más grande, con aproximadamente 700.000 toneladas.

Producción y consumo de pellets

Fuente: TRAGSATEC 2010. Diversas fuentes

	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE PELLETS (t)	PRODUCCIÓN DE PELLETS (t)	CONSUMO INTERNO
ESPAÑA	800.000	400.000	70.000
PORTUGAL	700.000	100.000	10.000
GALICIA	100.000	60.000	5.000

En 2008 ya se encontraban operativas en Portugal 11 plantas de producción de pellets (revista "Internacional de Bioenergía"), de las que por lo menos seis de ellas estaban todavía en una fase inicial.

Plantas de producción de pelets. PortugalFuente: revista *Bionergy Internatiomatl*

PRODUCTOR	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (T/AÑO)
Braga	2.000
Pegões	85.000
Mortágua	100.000
O Porto	90.000
Setubal	90.000
Aveiro	-
Sines	-
Quimbres	30.000
Vila Verde	-
VN Gaia	-
Lisbon	-

8.2.2. COMERCIALIZACIÓN DEL BIOCOMBUSTIBLE**8.2.2.1. LEÑA**

La venta de leña se hace generalmente a través de empresas familiares que constan de 3-4 empleados, normalmente todos de la unidad familiar. La producción suele oscilar entre 200-3.000 t/año en empresas que venden la leña troceada [en pallets de 1m3, embalajes de 10-15 kg o por camión (1-3 t)], pudiendo llegar a un volumen de negocio de 8.000t si la venden entera [en trozas de aprox. 2 m de longitud]. Fuente CIS-madera 2001.

Pero hay que tener en cuenta, que una gran cantidad de hogares se autosuministran de leña, pudiendo contratar el apeo y tronzado de los árboles de su propiedad. En otros casos, dentro de la unidad familiar se realiza todo el proceso para la obtención de las trozas.

8.2.2.2. PELETS

El mercado de pelets doméstico en España es casi inexistente y carece de establecimiento de redes de distribución. Más del 95% de la producción nacional de pelets se exporta (aproximadamente 90.000 toneladas/año) principalmente a Portugal, Irlanda, Reino Unido, Italia y Francia. Se prevé que la exportación de pelets de madera aumente también en los próximos años en España. Un tema clave será la identificación de mercados capaces de recibir el aumento de la producción.

En este sentido, las exportaciones se podrían dirigir hacia países como Italia y los países del norte utilizando barcos para transportar los pelets y así abaratar los costes de transporte.

El sistema habitual de envasado de los pelets en España es el ensacado en unidades de 15-20 kg. En otros países donde existe una red de comercialización importante el material se suele suministrar a granel o en grandes bolsas de 1 m3 de capacidad. Se prevé que a corto y medio plazo la capacidad de producción se verá incrementada en más de un 500% con respecto a la producción actual.

El mercado de pelets en Portugal se encuentra en una fase inicial, ya que todavía no está bien estructurado. El consumo nacional es bajo y al igual que en el caso de España casi todos los pelets producidos se destinan a exportación.

También como en España, el mercado portugués pelets comenzó a desarrollarse alrededor de 2005. Desde entonces, un gran número de empresarios y empresas inversoras se han involucrado. Este mercado aún está lejos de ser maduro, pero debe tenerse en cuenta que la producción de pelets promete buenas oportunidades de negocio en los próximos años. Especialmente las conexiones entre Portugal y Brasil sin duda redundarán en beneficio de los agentes del mercado portugués.





En 2009 ya había en Portugal 6 plantas de producción de pelets operativas. La tasa de crecimiento de la producción en los últimos años ha sido muy importante (aproximadamente 200% en 2007 con respecto al año anterior) sobre todo si se tiene en cuenta la capacidad de producción. Sin embargo, esto no se ve reflejado en el mercado interno nacional. De hecho, el consumo nacional es muy bajo en comparación con la producción.

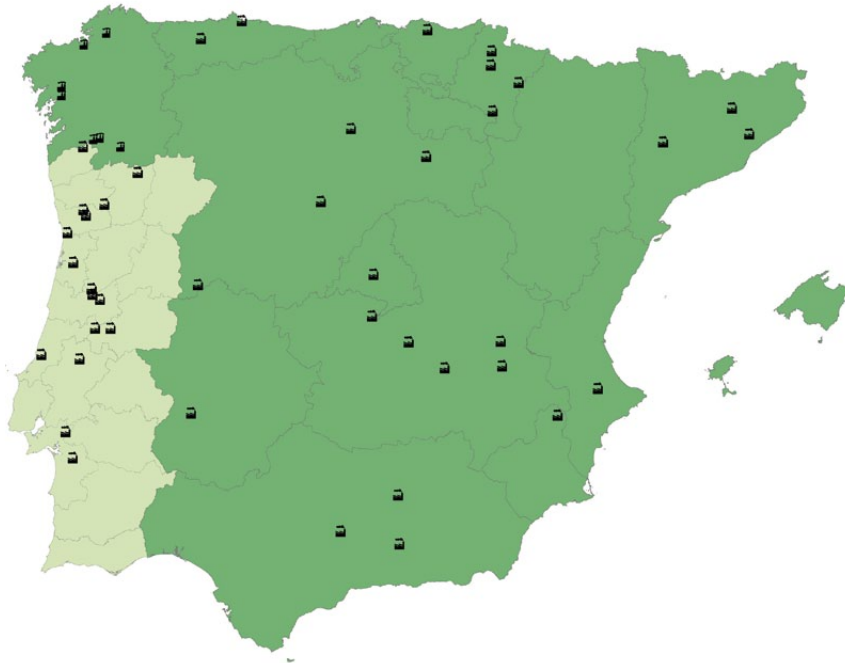
El mercado nacional en Portugal es muy pequeño y carece de una sólida red de distribución. Más del 90% de los pelets producidos se exportan. Los principales destinatarios son los países del norte de Europa. Basándose en las estadísticas totales, las exportaciones son de aproximadamente 90.000 toneladas/año. Se puede prever que las exportaciones de pelets de madera de exportación serán importantes también en el futuro próximo.

Mapa de pelets de la Península Ibérica

Fuente: TRAGSATEC. A partir de datos de Bioenergy International España, 2009


FÁBRICAS DE PELETS DE LA PENINSULA IBÉRICA

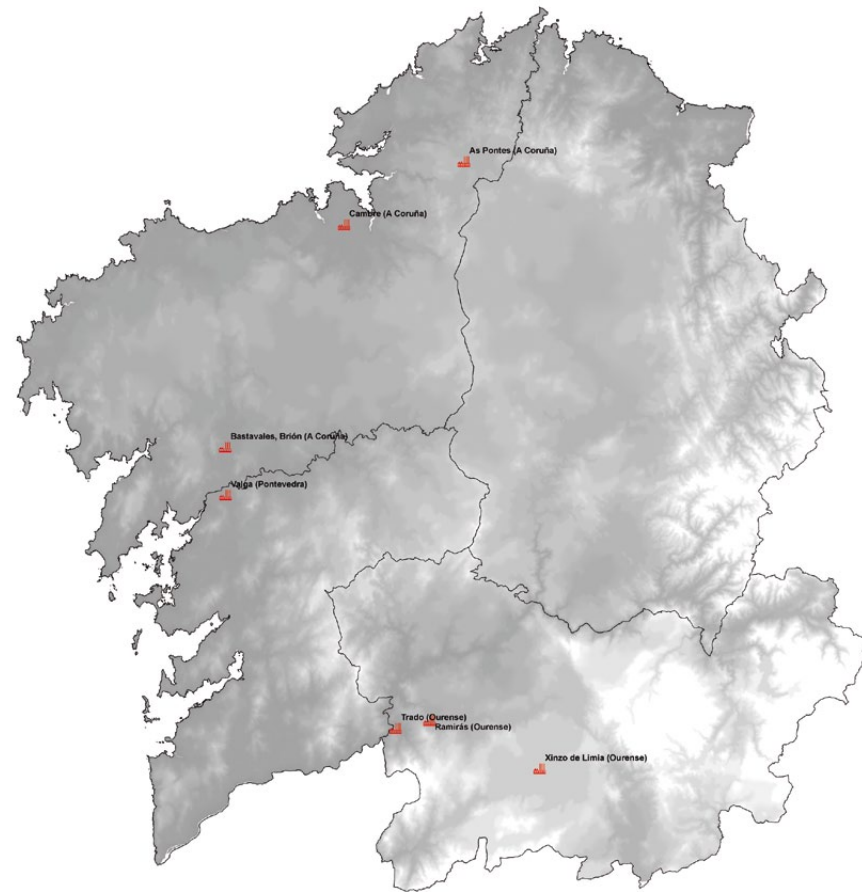
-  Industria Pellet Península Ibérica
-  Industria Pellet Galicia
-  ESPAÑA
-  PORTUGAL



Mapa de pelets de Galicia

Fuente: TRAGSATEC, 2011

-  Inds_pellet_Galicia



8.2.2.3. BRIQUETAS

Según fuentes consultadas, aunque no existen muchos datos del sector en España, indican que la producción anual de briquetas en España suele alcanzar las 45.000 t/año.

Con respecto a la comercialización, la cuarta parte de la producción total se envasa en paquetes de plástico retráctil, con pesos que oscilan entre los 10 y 35 kg. El 30% se comercializa en cajas de cartón, con pesos entre 10 y 50 kg. Algunas empresas los expenden en sacos de rafia de 25-50 kg, y otras directamente a granel. En algún caso, se pueden encontrar las briquetas en sacos de papel, fijadas con un atadillo, o en sacos especiales de 1.000 kg.

8.2.2.4. ASTILLAS

Las astillas de madera son trozos pequeños de entre 5 y 100 mm de longitud cuya calidad depende fundamentalmente de la materia prima de la que proceden, su recogida y de la tecnología de astillado.

En función de su procedencia y calidad, pueden distinguirse dos grupos principales de astillas:

- Astillas de clase 1: provenientes de la industria de la primera y segunda transformación de la madera o maderas forestales muy limpias. Suelen tener humedades menores al 30%, aunque pueden alcanzar el 45%. Apropriadadas para su uso en instalaciones domésticas y válidas para todo tipo de instalaciones;
- Astillas de clase 2: procedentes de tratamientos silvícolas, agrícolas y forestales (podas, clareos,

entresacas, cultivos energéticos lenosos, etc.). Hasta un 45% de humedad. Utilizada en instalaciones de media a muy alta potencia, como grandes edificios y redes de calefacción.

Como ventaja tiene que, al ser un combustible que tiene un pretratamiento relativamente sencillo (astillado y, en su caso, secado), tienen un coste inferior a biomásas producidas industrialmente. Se pueden producir localmente y pueden ser un combustible de alta calidad para calderas de cualquier tamaño, aunque precisan de mayor espacio de almacenamiento que los pellets o las briquetas.

Sin embargo, el control de calidad de las astillas de madera y de los residuos agroindustriales es muy importante ya que sus características son poco homogéneas, principalmente en lo que se refiere al poder calorífico y la humedad.

No se han obtenido datos de consumo de astillas, al ser un producto que se produce y comercializa localmente.

8.2.3. CONSUMO DE BIOCOMBUSTIBLES

8.2.3.1. PELETS

Con respecto al consumo de pellets, en muchos casos son los propios instaladores de calderas o estufas los que realizan las labores de suministrar el combustible a los hogares, según las consultas realizadas, el consumo medio anual oscila entre los 1.000-4.000 kg/año de pellets consumidos por hogar.

El consumo de pellets en España es casi insignificante en comparación con otros países europeos donde el mercado está plenamente

desarrollado. Se ha estimado un consumo de aproximadamente 10.000 toneladas en 2008. El consumo se desarrolla principalmente a pequeña escala, con pellets utilizados como combustible para pequeñas plantas de calefacción.

En España son varias las empresas que cuentan con la certificación internacional DINplus relativa a la calidad de los pellets por lo que garantizan su calidad.

Algunos de los factores que actualmente dificultan una mayor utilización de pellets en España son una falta general de conocimientos sobre la tecnología de la biomasa (también en la fabricación de calderas) y la falta de incentivos nacionales que sean necesarios para el inicio de una difusión generalizada del nuevo combustible.

El mercado portugués es parecido al español. Aunque la capacidad productiva es de 400.000 toneladas, la producción anual en 2009 fue de 100.000 toneladas. Los principales frenos al desarrollo son la escasez de la demanda interna y de materia prima para la fabricación de pellets (Fuente: BIE. Bioenergy International España).

En Portugal el consumo doméstico es de unas 10.000 t/año. Actualmente más del 90% de los pellets se exportan, principalmente a Europa del Norte (Fuente: BIE. Bioenergy International España).

8.2.3.2. BRIQUETAS

El sector doméstico es el mayor consumidor de briquetas en España, con un consumo del 80 % (Fuente: Revista CIS Madera), utilizándose principalmente en calefacción doméstica. El resto de la producción se destina a aplicaciones energéticas en pequeñas industrias.

Con respecto a otros combustibles, el consumo es mínimo, sin existir datos fiables del sector.

8.2.3.3. ASTILLAS

Al ser un combustible que tiene un pretratamiento relativamente sencillo (astillado y, en su caso, secado), tiene un coste inferior a biomásas

producidas industrialmente. Se suelen producir localmente y pueden ser un combustible de alta calidad para calderas de cualquier tamaño, aunque precisan de mayor espacio de almacenamiento que los pelets o las briquetas.

Algunos de los factores que actualmente dificultan la cuantificación del consumo de este producto es la facilidad de producción a escala local, lo que permite un autosuministro en particulares.

8.3. TIPOS DE INSTALACIONES Y TECNOLOGÍAS

Dentro de las alternativas de producción de biocombustibles sólidos, la más relevante es la fabricación de elementos densificados, pelets y briquetas, utilizando biomasa forestal y de sus industrias.

En la fabricación de pelets se identifican dos modelos generales de gestión, considerando parámetros asociados al recurso (propiedad y dispersión), o a la aplicación (tecnología y capacidad de producción).

8.3.1. MODELO 1. RECURSO PROPIO Y CONCENTRADO

Este modelo se aplica a fábricas de pelets de pequeño tamaño, se trata de instalaciones asociadas a industrias madereras o agrícolas, que emplean como materia prima subproductos de un proceso principal, normalmente con poca humedad. Inicialmente, se constituyen como negocios anexos a otro principal.

Se dimensionan para disponer de un suministro más o menos continuado de recurso de bajo o nulo coste, acorde a la producción de la industria anexa, con posibilidad de operar a varios turnos y con capacidades de producción en torno a 7.500 tpelet/año.

Actualmente se dispone de tecnologías para pequeña escala con costes asumibles. Además el ahorro en transporte de materia prima y el valor añadido que adquiere el residuo, son beneficiosos para la industria, que puede optar por reducir su factura energética consumiendo pelets, asociando prácticas de cogeneración al proceso principal y/o aumentar sus ingresos por ventas directas del producto elaborado.

8.3.2. MODELO 2 RECURSO AJENO Y DISTRIBUIDO

Este modelo se aplica a instalaciones específicas de peletizado que utilizan como materia prima biomasa forestal y obtienen beneficios por la venta de productos finales, constituyendo un negocio en sí mismas.

Estas fábricas tienen capacidades de producción en torno a 45.000 tpelet/año, requieren suministro estable de gran cantidad de materia prima, unas 75.000 tbiomasa/año, y dependen del tipo de materia prima, su humedad de partida y precio de destino, la comercialización de los pelets, infraestructura suficiente y la intersección de áreas de influencia de otras industrias o plantas.

Para evaluar los tipos de instalaciones y tecnologías, deberemos evaluar el origen de la materia prima utilizada para la producción de elementos densificados. Si se utiliza biomasa forestal residual, deberemos tener en cuenta que es necesario realizar una serie de operaciones previas de transformación física y acondicionamiento.

Estas operaciones hacen posible la obtención de elementos de mayor calidad, por lo tanto mayor valor añadido.

Las principales etapas de transformación realizables para el tratamiento de la biomasa forestal residual son el acondicionamiento de la materia prima en granulometría y humedad (triturado, molido y secado), seguido del granulado o densificación y enfriamiento, para

terminar con la mejora de las características del producto final, su embalaje y almacenamiento. Para las necesidades térmicas del secado suelen integrarse calderas de biomasa, junto a técnicas indirectas basadas en el intercambio de calor con aire o gases a diversas temperaturas. Es importante el control de la operación para evitar incendios, explosiones o alterar las condiciones físicas o químicas de la biomasa.

La materia prima seca, se muele y pasa a un silo previo a la densificación, desde donde se alimenta una matriz perforada con la ayuda de rodillos giratorios que ejercen presión. La materia prima atraviesa la matriz al tiempo que adopta la forma de sus orificios.

Las condiciones de elevada presión y temperatura en el interior de la matriz, junto con un adecuado grado de humedad consiguen plastificar la lignina que actúa de aglomerante natural de las partículas. A la salida, un dispositivo corta los hilos de material con la medida deseada.

Los pelets elaborados se enfrían con aire ambiental a contracorriente, de forma suave y lenta para evitar fisuras. El producto final suele ser cilíndrico, con diámetro entre 6 y 12 mm y longitud entre 10 y 30 mm.

1) SECADO NATURAL

Dependiendo del origen de la biomasa forestal residual, la materia prima para el proceso de densificación tendrá diferentes humedades, como en un principio en la fábrica de productos densificados se acopia el material, se estabilizará la humedad en las pilas de combustible.

El secado natural se basa en aprovechar las condiciones ambientales favorables para facilitar la deshidratación de los residuos. En el caso de los residuos forestales procedentes de las cortas existen dos posibilidades: realizar el secado directamente en el monte o realizar el secado tras el astillado.

II) SECADO FORZADO

Con el secado natural, contando con una climatología adecuada e infraestructuras suficientes para el almacenamiento del material durante un período más o menos largo de tiempo, no es posible alcanzar en condiciones normales humedades por debajo del 20%.

Cuando la humedad conseguida con el secado natural no es la adecuada para el procesado del material, o bien no se dispone de las condiciones necesarias para su realización, es necesario recurrir al secado forzado.

Para el secado forzado de biomasa, los equipos más utilizados se clasifican en:

- Secaderos directos: la transferencia de calor es por contacto directo entre el material húmedo y los gases calientes.
- Secaderos indirectos: la transferencia de calor se realiza a través de una pared de retención.

Los diseños que mejor se ajustan a estos tipos de transferencia de calor, y suelen resultar más adecuados para el secado de biomasa son los de tambor rotatorio o "trommel" y los de tipo neumático.

Los de tipo neumático están basados en el arrastre de los residuos mediante un flujo térmico que durante el recorrido extrae la humedad del material. Suelen utilizarse cuando el producto es de granulometría fina y/o se requiere una ligera deshidratación.

Los secaderos rotatorios tipo "trommel" se suelen utilizar cuando se trabaja con materiales muy húmedos y/o de granulometría gruesa. En este tipo de secaderos el movimiento de los sólidos se controla regulando la pendiente interior y el giro del cilindro.

III) REDUCCIÓN GRANULOMÉTRICA

Esta operación es imprescindible cuando se pretende utilizar el material en aplicaciones energéticas, tanto en aplicaciones directas (astilla) como para la fabricación de elementos densificados.

Para algunas aplicaciones es necesario realizar además una molienda del material para conseguir una mayor homogeneidad y menor tamaño de partícula. Normalmente para estas aplicaciones se suelen utilizar molinos de martillos, debido principalmente a su menor mantenimiento, comparado con los equipos de cuchillas.

IV) DENSIFICACIÓN O GRANULADO

La densificación consiste en la compactación de la materia prima para la obtención de productos combustibles densificados con un alto poder calorífico, y homogéneos en propiedades y dimensiones. Esto permite la automatización de los sistemas de alimentación y control de la combustión, además de asegurar menores gastos de transporte y almacenamiento.

Se identifican diferentes tecnologías y equipos dependiendo del producto a obtener:

A) BRIQUETAS

Se deberá tener en cuenta que para la fabricación de briquetas, para que durante la producción tenga lugar el proceso de autoaglomeración, es necesario que la humedad del combustible esté comprendida entre el 8 y 15 % y se requiere un tamaño de partículas entre 0,5 y 1 cm.

Existen diversas tecnologías de briquetado, siendo las más utilizadas las siguientes:

A.1) Densificación por impacto. Briquetadoras de pistón.

La compactación del material se consigue mediante golpeo, producido sobre la biomasa, por un pistón accionado a través de un volante de inercia. Las densidades obtenidas suelen estar entre 1.000 y 1.200 kg/m³.

A.2) Densificación por extrusión. Briquetadoras de tornillo.

Se trata de un sistema basado en la presión ejercida por un tornillo sinfín especial, que hace avanzar el material hasta una cámara que se estrecha progresivamente (forma cónica). Este tipo de equipos permite realizar briquetas con orificios interiores que favorecen su combustión. Con este sistema se pueden obtener briquetas de mayor densidad que con los sistemas de impacto (1.300-1.400 kg/m³), si bien, los consumos energéticos y los costes de mantenimiento son notablemente más elevados.

A.3) Briquetadoras hidráulicas o neumáticas.

En estas máquinas la presión es producida por uno o varios cilindros accionados por sistemas hidráulicos o neumáticos. Se suelen utilizar cuando los residuos son de muy mala calidad, o están húmedos y no se requiere una gran calidad de la briqueta final. Son equipos de muy poco consumo y mantenimiento. Estos equipos producen briquetas con densidades del orden de 700-800 kg/m³, si bien en determinados casos pueden alcanzar hasta 900-1.000 kg/m³.

B) PELETS

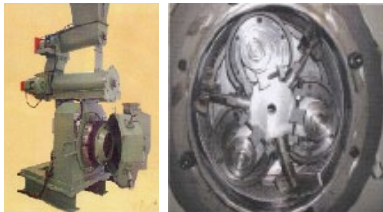
Para la fabricación de pelets se establece que la humedad del material deberá encontrarse entre 16-28 %, y la materia debe estar triturada (tamaño de las partículas inferior al 85% de la dimensión mínima de los pelets). Las tecnologías de fabricación más utilizadas son:

B.1) Peletizadora de matriz anular.

En este equipo la forma de matriz es anular o en anillo. Dentro de este tipo de prensa existen dos variantes, en el primero la matriz anular es fija y los rodillos, también llamados discos, animados de un movimiento giratorio, empujan la materia a través de las numerosas hileras; en el segundo los rodillos son fijos y es la matriz la que gira a alta velocidad.

Esquema de peletizadora de matriz anular

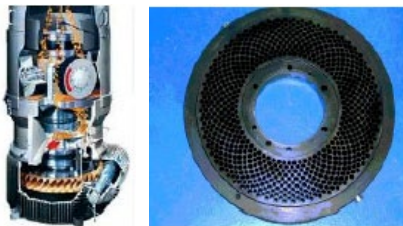
Fuente: Estudio de Situación de la Biomasa Sólida en el Sector de la industria de la madera. CARTIF

**B.2) Peletizadora de matriz plana.**

En este caso, la matriz es fija y tiene la forma de un disco horizontal, mientras que los rodillos recorren la cara superior.

Esquema de peletizadora de matriz plana

Fuente: Estudio de Situación de la Biomasa Sólida en el Sector de la industria de la madera. CARTIF

**8.3.3. NORMALIZACIÓN**

Con respecto a los biocombustibles, es habitual analizar la calidad de los productos, mediante caracterizaciones físico-químicas y energéticas; sin embargo, aún existe un desarrollo posible de los estándares técnicos o normas sobre su manejo, transporte, almacenamiento, trazabilidad y calidades comerciales.

A nivel europeo se trabaja, a través de diversos Comités Técnicos dentro del Comité Europeo de Estandarización, en la normalización de aspectos relativos a los biocombustibles como su terminología y clasificación, ensayos, muestreos o determinación del poder calorífico.

Con respecto a este punto, las múltiples marcas de calidad del mercado y las experiencias de fabricantes de calderas y usuarios con diferentes tipos de pelets han llevado a la industria europea del pelet a lanzar una marca de calidad única, sencilla y eficiente, el ENplus®. Basada en el nuevo estándar europeo para el pelet (EN 14961-2), la certificación ENplus® uniformizará la calidad del pelet en Europa, de forma que una única marca asegure la calidad al consumidor final.

AVEBIOM es miembro fundador del Consejo Europeo del Pelet (European Pelet Council -EPC) y es la entidad designada para desarrollar la marca ENplus® de calidad de pelets domésticos en España.

En el ámbito español, el organismo reconocido para la normalización es la Asociación Española de Normalización, AENOR, que dispone de Comités Técnicos de Normalización, AEN/

CTN, específicos para biocombustibles en función del estado de agregación, en este caso los estándares de calidad de los mismos se establecen en la norma AEN/CT. 164 –“BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS”, que normaliza los biocombustibles sólidos procedentes de explotaciones forestales, agrícolas y ganaderas y de sus industrias de transformación.

8.3.4. ANÁLISIS DE COSTES Y PRECIOS

La fabricación de pelets requiere inversiones relativamente intensivas de capital, influenciadas en gran medida por el factor de escala. Se sitúan entre 100 y 300€/tpellet/año para plantas de gran capacidad de producción, o entre 150 y 225€/tpellet/año para plantas pequeñas.

En los análisis de sensibilidad para determinar la rentabilidad de estos proyectos destaca la influencia del precio de la biomasa por unidad de energía contenida. Incluyendo la adquisición de biomasa, los costes de producción se sitúan entre 50 y 150 €/tpellet para capacidades de producción grandes y pequeñas respectivamente.

El precio que puede considerarse para la materia prima sólida puesta en planta en las condiciones actuales del mercado está entre 20 y 50 €/tbiomasa, salvo en aquellos casos en que se utiliza residuo propio (Fuente: Plan regional de ámbito sectorial de la bioenergía de Castilla y León. 2009).

Con respecto a los precios de adquisición de biocombustibles sólidos, según las fuentes consultadas, se establecen según las necesidades del mercado, en general se puede realizar una estimación de precios según se indica en la tabla siguiente:

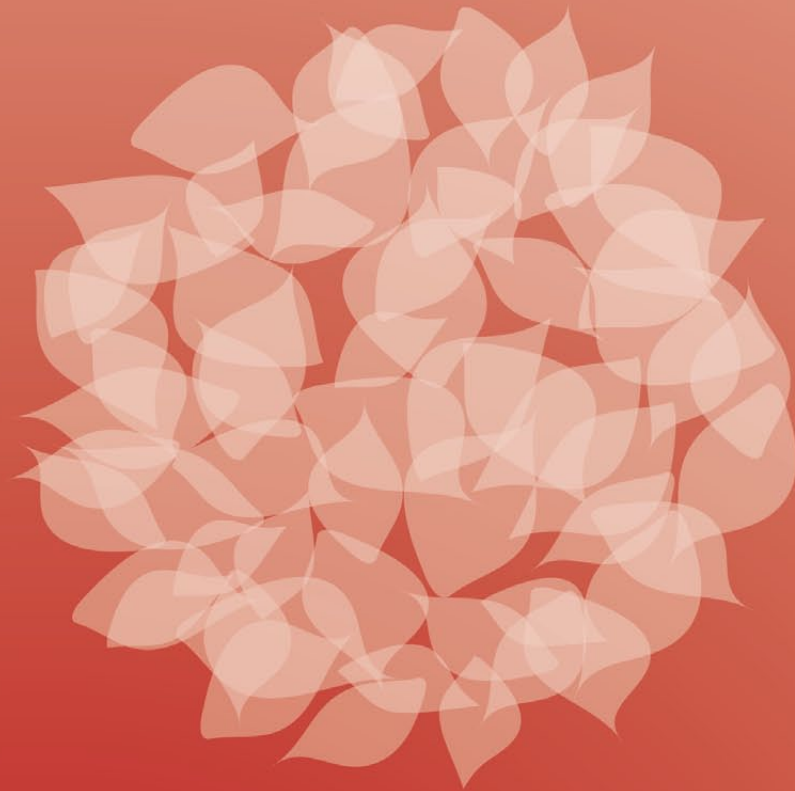
Caracterización y coste medio de biocombustibles sólidos

Fuente: Comunidad de Madrid. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica

	PCI (MJ/kg)	Humedad (%)	Uso	Precio (€/t)
LEÑAS	14,4-16,2	20-60	Doméstico	90-120
ASTILLAS	14,4-16,2	20-60	Doméstico Residencial Industrial	36-80
PELETS	18-19,5	<12	Doméstico Residencial	150-300
BRIQUETAS	18-19,5	<12	Doméstico	150-300
HUESO DE ACEITUNA	18	12-20	Doméstico Residencial Industrial	60
CÁSCARA DE FRUTOS SECOS	16,7	8-15	Doméstico Residencial Industrial	60
PODA DE OLIVAR	17,2	20-60	Doméstico Residencial Industrial	36-50
PODA DE VID	16,7	20-60	Doméstico Residencial Industrial	36-60

Los precios de los pelets en Portugal, siguiendo la tendencia española, son modestos en este momento. Dependiendo de la región y de la temporada los precios pueden oscilar entre 120 a 190 euros/tonelada.

APLICACIONES TÉRMICAS 9



9.1. DETERMINACIÓN DE SECTORES Y SUBSECTORES CONSUMIDORES

Para poder determinar el consumo de biomasa en Galicia en aplicaciones térmicas, se debe realizar un análisis de los sectores y subsectores consumidores dentro de la Comunidad Autónoma para poder establecer las carencias u oportunidades que se presentan en cada zona. Para poder realizar el análisis, deberemos estudiar los sectores implicados, en este caso se consideran los que se enumeran a continuación:

- Industria de la Madera
 - Industria del aserrado
 - Industria del tablero
 - Industria de pasta y papel
 - Industria de 2ª transformación
- Sector doméstico
- Sector agrícola/ganadero
- Sector servicios
 - Subsector hostelería/restauración
 - Subsector panaderías
- Otros

En los apartados siguientes se realizará una estimación del análisis de los consumos de biomasa para la producción de calor en los diferentes sectores anteriormente mencionados en Galicia.

9.1.1. CONSUMO DE SUBPRODUCTOS PARA APLICACIONES ENERGÉTICAS EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA

9.1.1.1. INDUSTRIA DEL ASERRADO

Para conocer de forma precisa el material consumido por la industria de aserrado con fines energéticos, se deberá estimar cada subproducto o residuo en relación con cada tipo de materia prima. Esta distinción se justifica como consecuencia de las diferencias existentes en los sistemas productivos empleados en cada caso.

Prácticamente, la totalidad de la producción se destina a fines energéticos de otras industrias

o de autoconsumo en la industria del aserrado. Únicamente una pequeña parte se destina a otros usos, como por ejemplo la obtención de sustratos vegetales, debemos tener en cuenta que en los últimos años se ha observado un aumento de demanda de corteza para su uso como sustratos vegetales, destinando los aserraderos una parte de su producción a este fin. En la tabla siguiente se distribuye la producción de corteza según su uso, se puede observar un descenso en la producción del año 2009 debido a la disminución existente en el total de cortas desde el año 2008, del mismo modo se observa una recuperación en el año 2010:

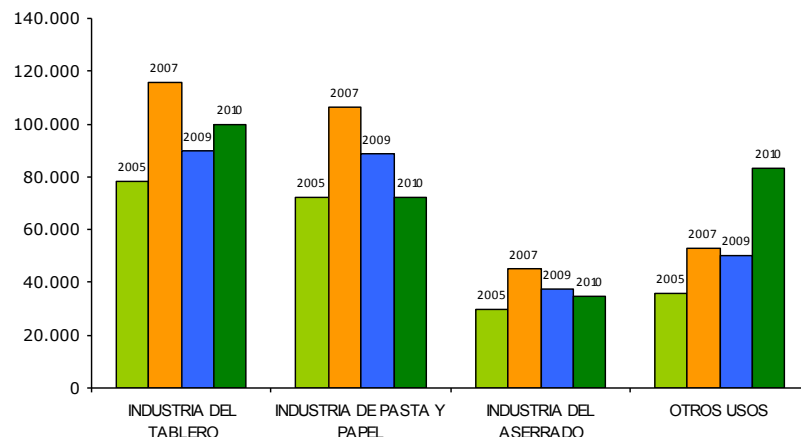
Destino de la corteza generada en la industria del aserrado en Galicia (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.

	PRODUCCIÓN (t)	CONSUMO CON FINES ENERGÉTICOS			OTROS USOS
		Industria del Tablero	Industria de Pasta de Papel	Industria de Aserrado	
2005	216.000	78.000	72.000	30.000	36.000
2007	320.000	115.500	106.500	45.000	53.000
2009	266.000	90.000	88.500	37.500	50.000
2010	290.000	100.000	72.000	35.000	83.000

Destino de las cortezas generados en la industria de aserrado (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.



Sólo una pequeña parte del serrín generado en la industria del aserrado se destina directamente a

aplicaciones energéticas, debido al valor añadido que posee para la fabricación del tablero y pelets.

Destino del serrín generado en la industria del aserrado en Galicia (t)

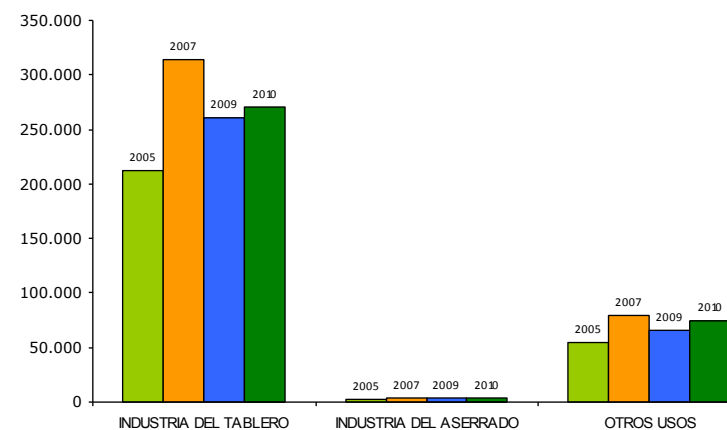
Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.

	PRODUCCIÓN (t)	Industria del Tablero	Industria de Aserrado	Otros usos
		Materia prima Proceso	Aplicaciones energéticas	
2005	269.000	212.000	3.000	54.000
2007	398.000	314.000	4.000	80.000
2009	330.000	261.000	3.500	65.500
2010	350.000	271.000	4.000	75.000

En general, sólo una pequeña cantidad de serrín se consume en la industria de aserrado con fines energéticos. El destino de los serrines generados se observa claramente en la gráfica siguiente:

Destino de los serrines generados en la industria de aserrado (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.



Con respecto a costeros y leñas la mayor parte de la producción tiene como destino principal la industria de fabricación de tableros utilizándose como materia prima de proceso. Se debe tener en cuenta, que no se utiliza ninguna cantidad de costeros y leñas en la industria de aserrado con fines energéticos. Con este fin, se destina una pequeña cantidad en la industria de pasta y papel, además de la madera utilizada en panaderías y hornos, aplicaciones energéticas de uso doméstico y centrales térmicas independientes, que se clasifica dentro de otros usos.

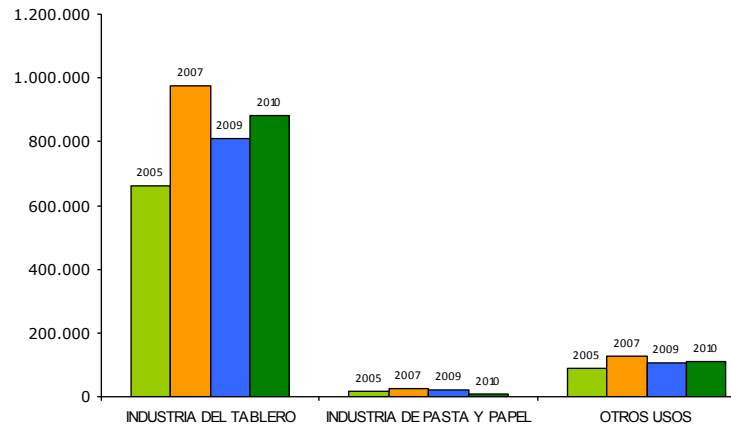
Destino de los costeros y leñas generados en la industria del aserrado en Galicia (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnmaga y Clúster de la madera de Galicia.

	PRODUCCIÓN (t)	Industria del Tablero	Industria de Pasta de Papel	Otros usos
		Materia prima Proceso	Aplicaciones energéticas	
2005	765.500	660.000	18.000	87.500
2007	1.130.000	975.000	26.500	128.500
2009	940.000	810.000	22.100	107.900
2010	1.000.000	880.000	8.000	112.000

Destino de los costeros y leñas generados en la industria de aserrado (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnmaga y Clúster de la madera de Galicia.



Por último, cabe añadir que la totalidad de los residuos de autoconsumo en la industria de aserrado se utilizan como combustible en la generación de energía calorífica consumida en secaderos de madera. No obstante, existe un gran número de instalaciones que usan como fuente de energía de sus procesos de secado combustibles fósiles utilizados en procesos de cogeneración.

9.1.1.2. INDUSTRIA DEL TABLERO Y CHAPA

Este subsector genera 235.000 toneladas de corteza y 250.000 toneladas de otros residuos, fundamentalmente polvo de lijado.

Prácticamente en su totalidad estas cantidades se destinan hacia el autoconsumo con fines energéticos. Adicionalmente se consumen entre 70.000-100.000 toneladas de corteza que provienen de la industria del aserrado (según estimaciones realizadas a partir de datos de Monte Industria).

Destino de los subproductos y residuos de la Industria de Tablero y Chapa (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnmaga y Clúster de la madera de Galicia.

	2005		2007		2009		2010	
	Autoconsumo. Aplicaciones energéticas	Otros usos energéticos	Autoconsumo. Aplicaciones energéticas	Autoconsumo. Aplicaciones energéticas	Autoconsumo. Aplicaciones energéticas	Otros usos energéticos	Autoconsumo. Aplicaciones energéticas	Otros usos energéticos
CORTEZAS	235.000	-	347.000	-	289.000	-	310.000	-
POLVO LIJADO, FIBRA Y OTROS	244.000	6.000	361.000	9.000	300.000	5.000	330.000	10.000

9.1.1.3. INDUSTRIA DE CELULOSA

La industria de fabricación de pasta de celulosa genera anualmente más de 150.000 toneladas de corteza de eucalipto, además de leñas negras⁷ (aproximadamente 498.000t [según datos publicados de PASTA Y PAPEL Pontevedra]).

Se debe tener en cuenta que toda la producción de subproductos y residuos en la industria de pasta y papel se consume dentro de la propia industria con fines energéticos.

⁽⁷⁾ Son las materias incrustantes que acompañan a la celulosa, están incorporadas al líquido empleado en el lejado.

Producción de subproductos y residuos de la Industria de Pasta y Papel (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnmaga y Clúster de la madera de Galicia.

	2005	2007	2009	2010
LIGNINA (leñas negras)	498.000	498.000	498.000	498.000
CORTEZA DE EUCALIPTO	150.000	150.000	150.000	160.000

Adicionalmente, este subsector consume con fines energéticos aproximadamente entre 70.000 y 100.000 toneladas de cortezas y entre 8.000 y 20.000 toneladas de costeros y leñas generadas en la industria de aserrado (según estimación realizada a partir de datos de Monte Industria).

9.1.1.4. 2ª TRANSFORMACIÓN

La producción anual de serrines y virutas en este subsector representa más de 100.000 toneladas en Galicia (según estimación realizada a partir de datos de Monte Industria. Año 2010).

Aunque una parte de las empresas separan el serrín de la viruta, en la mayor parte de los casos las dos fracciones se presentan mezcladas. Los principales destinos de estos materiales son el autoconsumo energético, la industria de tableros y las explotaciones agropecuarias. Paralelamente, la producción anual de tacos y recortes alcanza la cifra de 68.000 toneladas (según estimación realizada a partir de datos de Monte Industria. Año 2010).

Destino de polvo, serrines y virutas de la Industria de 2ª transformación (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.

	Industria de Tablero. Como materia prima del proceso	Industria de 2ª Transformación. Aplicaciones energéticas	Otros usos
2005	22.000	29.000	35.000
2007	32.500	43.000	51.500
2009	27.000	36.000	43.000
2010	30.000	39.000	49.000

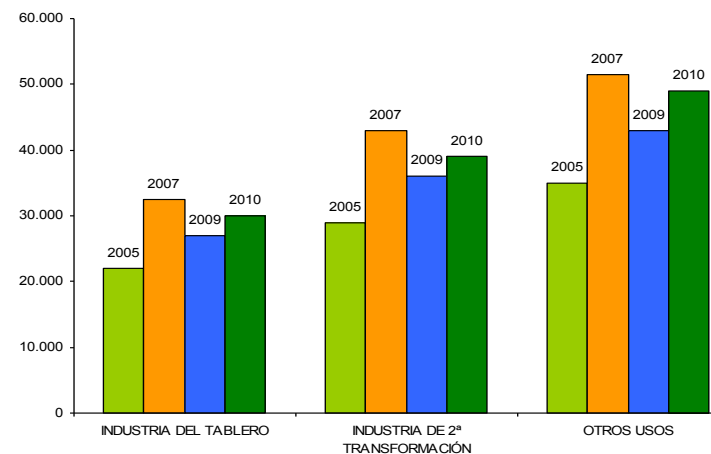
Destino de los tacos y recortes de la Industria de 2ª transformación (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.

	Industria de Tablero. Como materia prima del proceso	Industria de 2ª Transformación. Aplicaciones energéticas	Otros usos
2005	32.000	12.500	5.500
2007	47.400	18.500	8.100
2009	39.400	15.400	6.700
2010	44.000	16.000	8.000

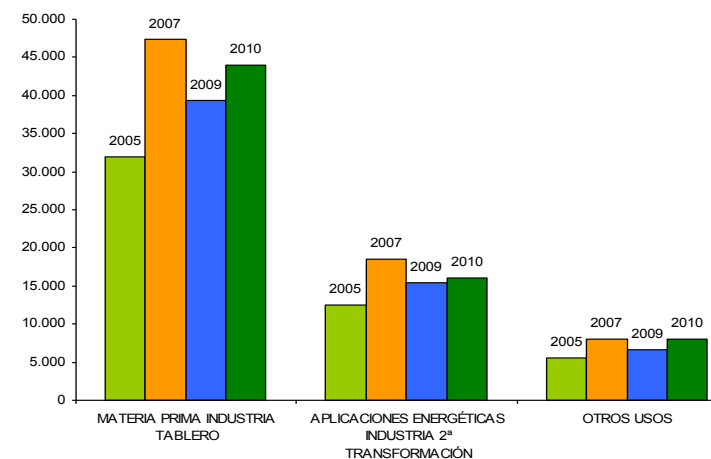
Destino de polvos, serrines y virutas. 2ª transformación (t)

Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.



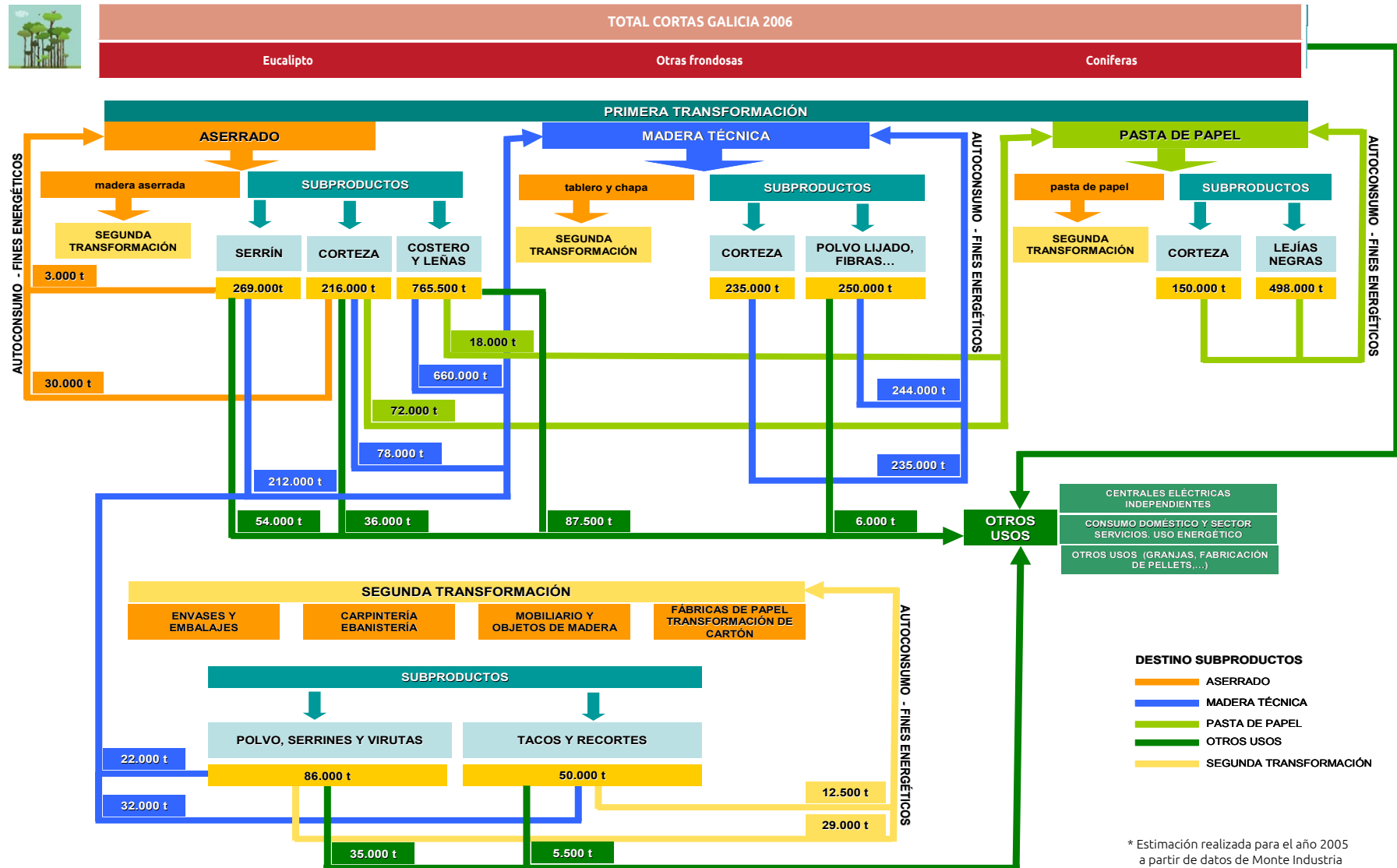
Destino de tacos y recortes. 2ª transformación (t)

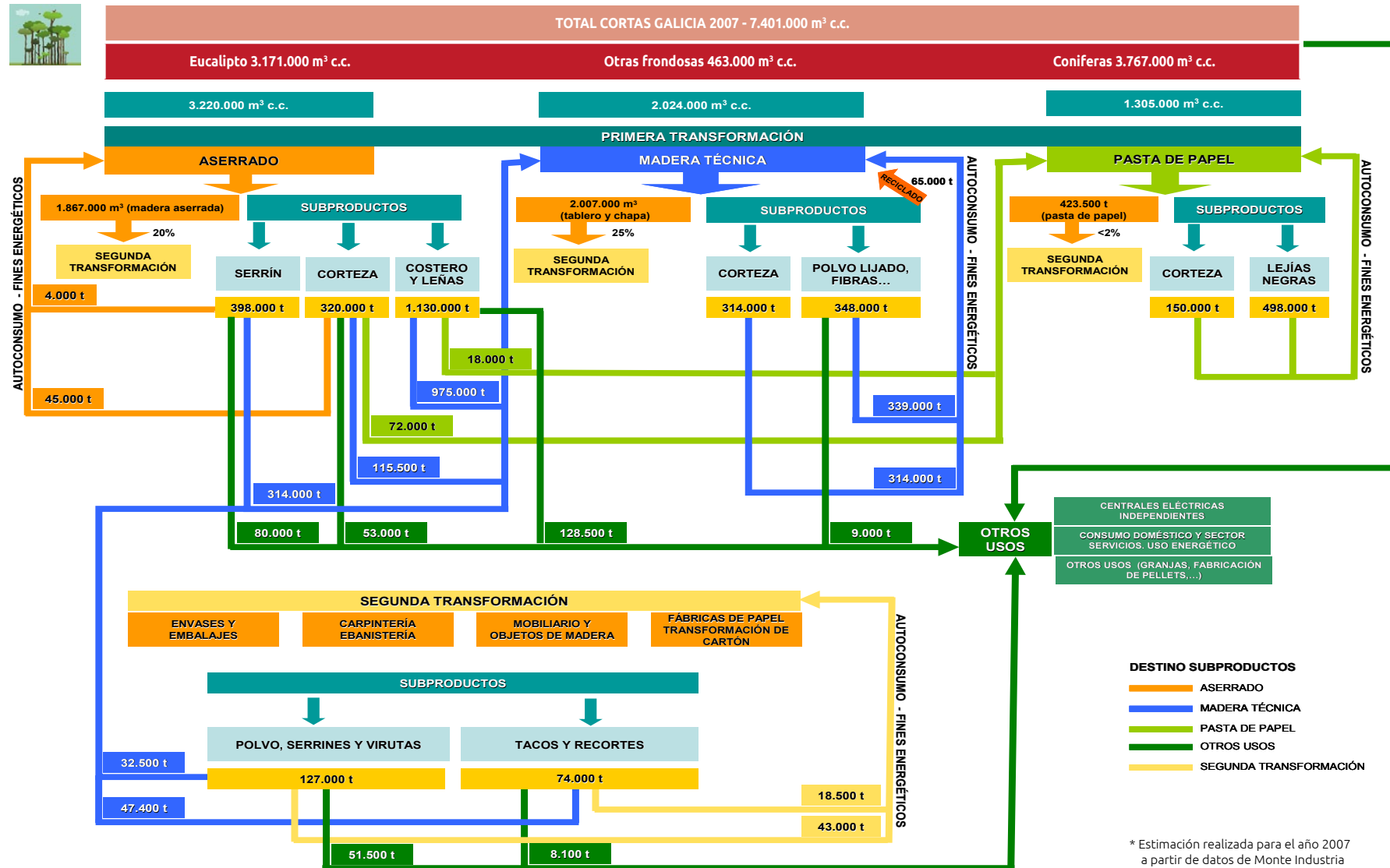
Fuente: Estimación realizada a partir de datos de Monte Industria, Fearnaga y Clúster de la madera de Galicia.

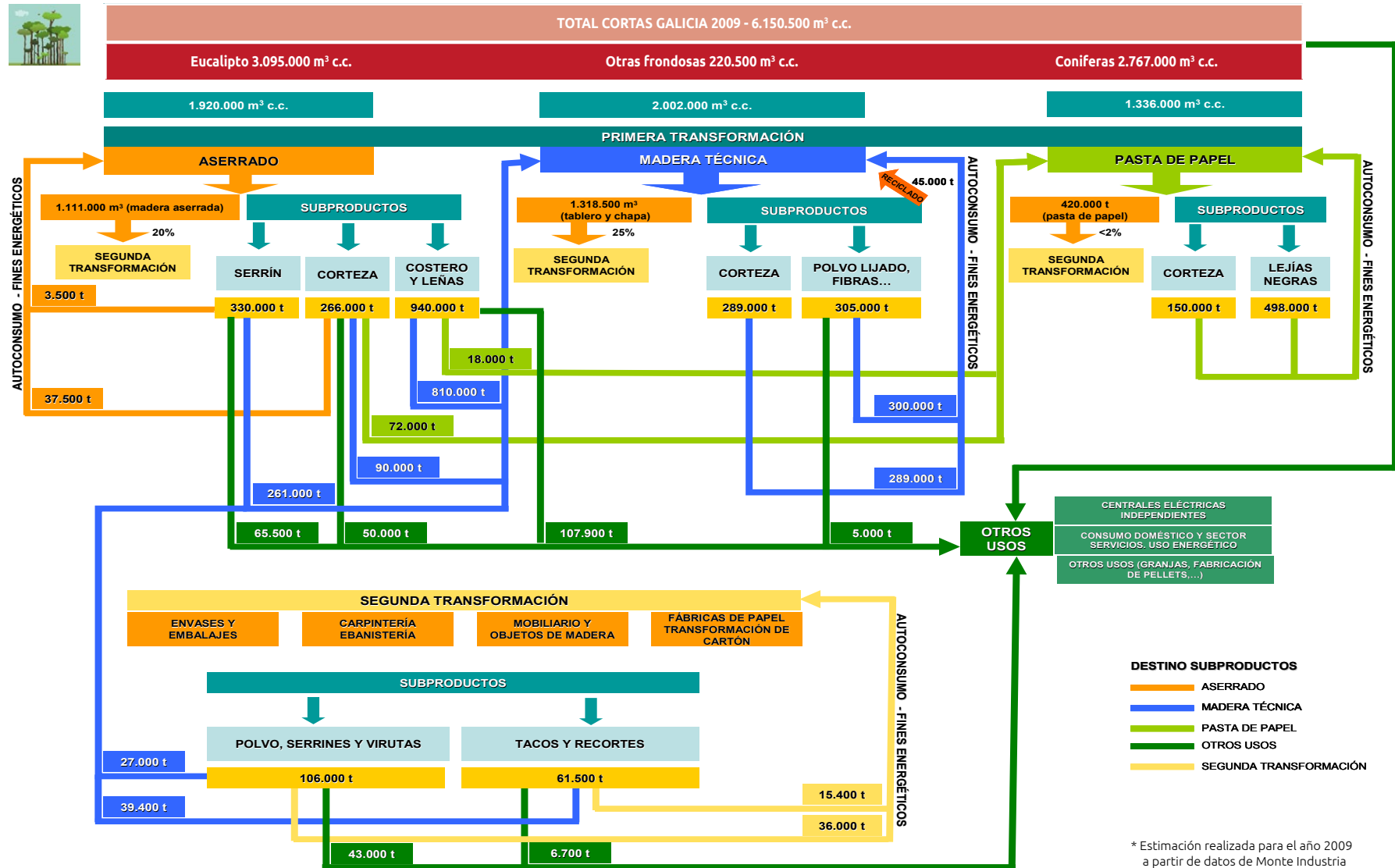


9.1.1.5. ESQUEMA GENERAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE SUBPRODUCTOS PROCEDENTES DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACIÓN DE LA MADERA

A continuación se esquematiza la producción y consumo de materias primas y subproductos que se producen y consumen en la cadena de la industria de la madera en Galicia. Dicha estimación, realizada a partir de datos aportados por Monte Industria, se establece para los años 2005, 2007, 2009 y 2010.







9.1.1.6. POTENCIA TÉRMICA INSTALADA CON CONSUMO DE BIOMASA EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA

9.1.1.7. INDUSTRIA DEL ASERRADO

9.1.1.7.1. METODOLOGÍA

Se ha realizado una encuesta vía carta a todos los asociados de la Federación Empresarial de Aserradores y Remantes de Maderas de Galicia (FEARMAGA). Esta asociación cuenta con 191 asociado a todos los cuales se les envió la encuesta.

De los 191 asociados consultados se obtuvo respuesta a la encuesta de 110 empresas que suponen el 58 % del total de empresas consultadas.

Potencia térmica instalada en calderas con consumo de biomasa (Mw)

Fuente: Consulta empresas del sector del aserrado

PROVINCIA	Nº TOTAL EMPRESAS	Nº EMPRESAS C/ CONTESTACIÓN	% EMPRESAS C/ CONTESTACION	Nº EMPRESAS C/ CALDERA	Otros	Otros usos energéticos
A CORUÑA	58	34	59	12	35	16,34
LUGO	54	31	57	12	39	17,26
OURENSE	37	19	51	4	21	8,71
PONTEVEDRA	42	26	62	9*	35	13,72
TOTAL	191	110	58	37	38	56,02

9.1.1.8. RESUMEN POTENCIAS INSTALADAS EN LAS INDUSTRIA DE TABLERO Y CHAPA E INDUSTRIA DE PASTA Y PAPEL

Potencia instalada en calderas con consumo de biomasa (Mw)

Fuente: Consulta empresas del sector del tablero y chapa e Secretaría Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental

INDUSTRIA	Nº CALDERAS	POTENCIA TOTAL (Mw)
Tablero y chapa	29	358,46
Pasta y papel	2	210,7
TOTAL	31	569,16

9.1.2. SECTOR DOMÉSTICO

El consumo de biocombustibles sólidos en el sector doméstico gallego es uno de los pilares en las estimaciones de existencias y consumos de los estudios de recursos biomásicos. Por este motivo, se realiza un estudio exhaustivo del consumo de biocombustibles sólidos en centros consumidores a nivel doméstico de Galicia, centrándose en el consumo de leñas, pues la utilización de biomasa en forma de pelets y briquetas conforma otro apartado del documento.

9.1.2.1. INDUSTRIA DEL ASERRADO

A) INTRODUCCIÓN

Las características del mercado de las leñas en Galicia, caracterizado por ser de autoconsumo en el que existe una economía sumergida no reflejada en ninguna documentación, potencia la problemática de este subsector. Para poder realizar una estimación de consumos, se ha procedido a concretar reuniones con expertos, comercializadores y encuestas aleatorias a usuarios de calderas/cocinas/estufas alimentadas con leñas en diversos ayuntamientos de Galicia.

Existen estudios del sector en los que se evalúan consumos domésticos de leñas, sin profundizar demasiado en los consumos no declarados, al no figurar en ningún estudio de mercado.

Para realizar este estudio se elaboraron encuestas dirigidas al usuario final, sin tener en cuenta si la leña es suministrada por una empresa o procede del autoconsumo, de este modo se minimizan los prejuicios del encuestado en las respuestas facilitadas.

Como se ha indicado anteriormente, la metodología a utilizar para realizar una estimación del consumo de biomasa en la Comunidad de Galicia, deberá adaptarse a las características de la muestra. La encuesta es una investigación por muestreo dirigida a las viviendas familiares de la Comunidad.

Para alcanzar nuestro objetivo, se realizarán encuestas telefónicas y personales a usuarios finales de la cadena de consumo de leña en Galicia.

B) IDENTIFICACIÓN DE LOS CENTROS DE CONSUMO POTENCIALES

En primer lugar, se debe establecer el tamaño de la muestra, para esto se establece la población como el número de hogares de toda la comunidad, teniendo en cuenta que serán motivo de exclusión los siguientes supuestos:

1) Identificación de los centros de consumo potenciales:

I) Se considera el uso de la leña en las viviendas familiares principales, al estimar que las secundarias o de temporada tienen un uso claramente estacional.

II) No se incluyen los hogares colectivos (cuarteles, hospitales o internados).

III) No se incluyen los edificios de viviendas ni locales, al considerar que la utilización de la leña como combustible es despreciable con respecto al total. Se utilizan filtros respecto al número de plantas de la vivienda, despreciando edificios de 3 o más alturas.

2) Se seleccionan hogares de las 5 zonas climáticas en las que se ha dividido la Comunidad, excluyendo las áreas metropolitanas de las siete grandes ciudades de Galicia (A Coruña, Ferrol, Santiago de Compostela, Lugo, Ourense, Pontevedra y Vigo), al considerar que el uso de leña en estos entornos es despreciable, por sus características urbanas.

C) METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Como se ha indicado anteriormente, se ha procedido a definir el sistema de muestreo y los centros de consumo que conformarán la población de la muestra.

Para establecer la muestra de población a encuestar se emplea la siguiente fórmula

$$n = \frac{Z_v^2 * p * q * N}{e^2 (N-1) + Z_v^2 p * q}$$

Donde;

n = número de elementos que debe poseer la muestra

N= población

v= riesgo o nivel de significación.

z_v = puntuación correspondiente al riesgo v que se haya elegido.

En este caso, para un riesgo del 5%; Nivel de confianza del 99% (Z_v = 2,576)

p = % estimado

q = 100-p

e = error permitido.

Para este estudio, se establece una muestra poblacional de 900.376 hogares (Fuente: INE. Censo de población y viviendas. Año 2001), de los que se excluyen los supuestos indicados anteriormente.

El número de centros de consumo potenciales que conforman la muestra, por provincia se indica en la siguiente tabla:

Distribución de hogares y centros de consumo potenciales por provincia.

Fuente: INE. Censo de población y viviendas. Año 2001

PROVINCIA	HOGARES (TOTAL POBLACIÓN)	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL	CENTROS DE CONSUMO POTENCIALES	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL
A CORUÑA	364.140	40,44%	148.984	35,66%
LUGO	124.439	13,83%	71.183	17,03%
OURENSE	126.174	14,01%	72.901	17,45%
PONTEVEDRA	285.623	31,72%	124.784	29,86%
TOTAL	900.376	100 %	417.852	100 %

Según la estimación realizada, para obtener una muestra que nos proporcione un margen de error de un 5% y un intervalo de confianza de un 99%, se deberían realizar 663 encuestas. En este caso, el número de encuestas realizadas es más de 1.100, lo que favorece la fiabilidad de los datos.

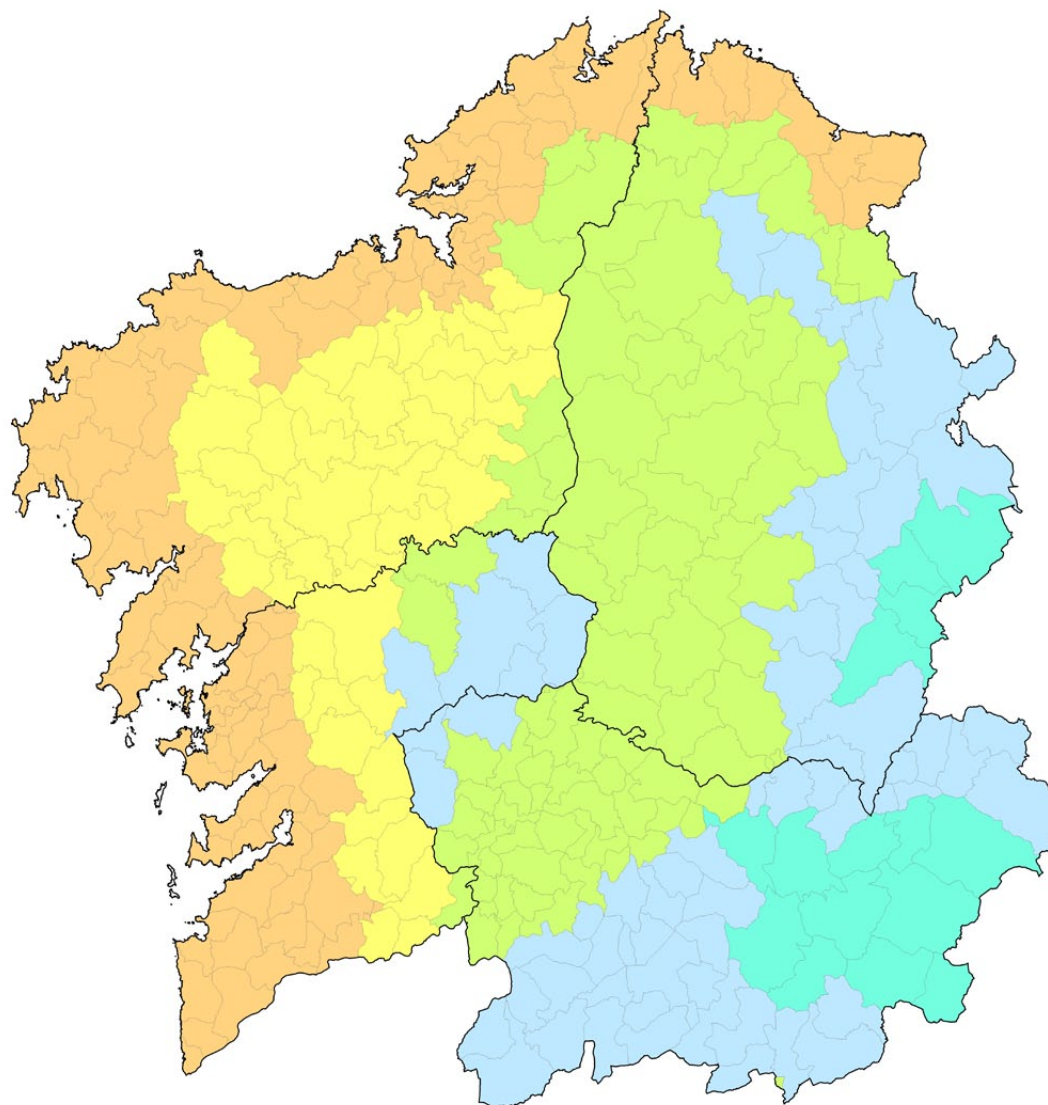
Como se ha mencionado en el punto anterior se distribuyen los términos municipales según la clasificación climática realizada, según se indica en la figura siguiente:

Distribución de municipios por zonas climáticas

Fuente. Elaboración propia.
A partir de datos del Anuario Climatológico de Galicia. Año 2001

TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS

- > 12 °C
- 10- 12 °C
- 8 - 10 °C
- 6 - 8 °C
- <6 °C



La distribución térmica de municipios, se establece según los siguientes condicionantes:

- 1) Se considera que existe una relación directa entre la climatología y el consumo de combustibles con fines energéticos en los hogares.
- 2) La división de los términos municipales de Galicia en diferentes zonas se distribuye según su situación geográfica y temperatura media de las mínimas en los meses más fríos.
- 3) El consumo medio de cada zona se definirá según los resultados que se obtengan mediante las encuestas.
4. Dentro del total de hogares por zona climática, se precisará el número de hogares que utilizan como fuente de energía calorífica la leña, dentro del total de la población, a partir de los resultados que se obtengan en los cuestionarios.

El muestreo realizado es bietápico. En una primera etapa, teniendo en cuenta este rango de temperatura, se establecieron aleatoriamente muestras en diversos ayuntamientos de cada zona, donde se concentró en gran medida el número de encuestas realizadas. La selección de estas unidades de muestreo de primera etapa se realiza atendiendo tanto a criterios geográficos, como socioeconómicos, de densidad de población,...

En una segunda etapa, para lograr que la encuesta tenga una homogeneidad en sus resultados que permita obtener datos fiables de las distintas variables, se establecen una serie de llamadas telefónicas aleatorias, para englobar al total de la muestra de hogares gallegos. Considerando la unidad como la vivienda familiar, se establecen un número de viviendas a encuestar, que se escogen de forma aleatoria entre todas las posibles, estableciendo muestras de reserva, por si no se consigue contactar con la unidad.

La información es cuidadosamente depurada y procesada estadísticamente. Según los datos procesados, se puede realizar la siguiente clasificación dividiendo el número de hogares que conforman la muestra con respecto al total de Galicia por zona climática:

Número de hogares por zona climática y provincia

Fuente: INE. Elaboración propia a partir de los datos de INE. Censo de población y viviendas. Año 2001

PROVINCIA	ZONA	TOTAL HOGARES	CENTROS CONSUMIDORES POTENCIALES
A CORUÑA	ZONA I	162.524	88.051
	ZONA II	191.631	54.205
	ZONA III	9.985	6.728
LUGO	ZONA I	21.400	11.703
	ZONA III	85.831	44.073
	ZONA IV	14.912	13.220
	ZONA V	2.296	2.187
OURENSE	ZONA III	75.905	31.920
	ZONA IV	43.458	34.566
	ZONA V	6.811	6.415
PONTEVEDRA	ZONA I	245.314	91.128
	ZONA II	23.349	20.131
	ZONA III	5.936	5.088
	ZONA IV	11.024	8.437
TOTAL		900.376	417.852

Se establecen diferentes rangos en los consumos de leñas en el sector doméstico, según la información procesada por zona climática. Los

consumos medios de leñas, según la clasificación obtenida a partir de encuestas a hogares de Galicia, para cada zona climática se establecen en la siguiente tabla:

Estimación de consumos por zona climática

Fuente: TRAGSATEC 2010

	TEMPERATURA MEDIAS DE LAS MÍNIMAS. ZONIFICACIÓN				
	ZONA I (T ^o >12°C)	ZONA II (T ^o 10-12 °C)	ZONA III (T ^o 8-10 °C)	ZONA IV (T ^o 6-8 °C)	ZONA V (T ^o <6 °C)
CONSUMO ESTIMADO (Kg.vivienda/año)	3.629	4.781	4.197	6.664	7.000
PORCENTAJE DE CENTROS POTENCIALES QUE UTILIZAN LEÑA	49%	81%	40%	69%	81%
Nº CENTROS POTENCIALES POR ZONA QUE CONSUMEN LEÑA	93.532	60.212	35.124	38.794	6.968
TOTAL CONSUMO DE LEÑA EN GALICIA (t/año)	339.428	287.874	147.415	258.523	48.773

Como se observa en la tabla anterior, en los datos obtenidos se muestra claramente una relación directa entre el rango de temperatura media de las mínimas y el consumo de leña en cada zona. Existe un valor que no sigue esta tendencia, el que corresponde con la zona III, este dato está influido porque en la zona III se observa que existen menos habitantes por hogar que en otras zonas.

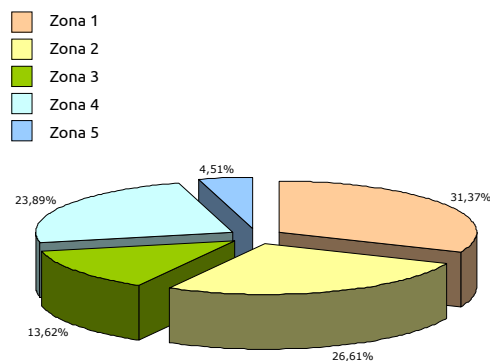
El consumo estimado total para el año 2010 de leñas en el sector doméstico de la Comunidad Autónoma de Galicia, es de 1.082.013 toneladas de leña al 40% de humedad.

La distribución de este consumo por zona climática se observa claramente en la gráfica siguiente:

Distribución de municipios por zonas climáticas

Fuente. Elaboración propia.

A partir de datos del Anuario Climatológico de Galicia, Año 2001



Para evaluar el consumo de leñas a nivel provincial, se realiza un estudio pormenorizado según provincia y zona climática, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 76.

Estimación de consumos por provincia

Fuente: INE. TRAGSATEC 2010

PROVINCIA	ZONA	HOGARES QUE UTILIZAN LEÑA	CONSUMO DE LEÑA (T)
A CORUÑA	ZONA I	43.145	156.573
	ZONA II	43.906	209.915
	ZONA III	2.691	11.295
LUGO	ZONA I	5.734	20.810
	ZONA III	17.629	73.990
	ZONA IV	9.122	60.788
	ZONA V	1.771	12.400
OURENSE	ZONA III	12.768	53.587
	ZONA IV	23.851	158.940
	ZONA V	5.196	36.373
PONTEVEDRA	ZONA I	44.653	162.045
	ZONA II	16.306	77.960
	ZONA III	2.035	8.542
	ZONA IV	5.822	38.795

Tabla resumen. Consumo por provincia

Fuente: INE. TRAGSATEC 2010

PROVINCIA	CONSUMO DE LEÑA (T)
A CORUÑA	377.783
LUGO	167.988
OURENSE	248.900
PONTEVEDRA	287.342
TOTAL GALICIA	1.082.013

De la tabla anterior se pueden extraer varias conclusiones:

- I) En las provincias más pobladas de Galicia se concentran los mayores consumos (A Coruña y Pontevedra).
- II) En la provincia de Ourense, aún existiendo menor población y menor cantidad de hogares que consumen leña, el consumo se aproxima a la provincia de Pontevedra, existiendo en este caso una clara relación entre climatología y consumo.
- III) En la provincia de Lugo, se observan los menores consumos de la Comunidad, esto es debido a que las mayores concentraciones de población se encuentran en las zonas I y III, zonas claramente más urbanas y de climatología más suave que el resto.

D) CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

Según el estudio, en zonas rurales y periurbanas el uso de estufas o chimeneas de leña es habitual, estas construcciones con habitaciones de 30-50 m2, utilizan fundamentalmente estufas o chimeneas [de leña o pellets] de 6-12 kW de potencia, en el caso de que utilicen cocina de leña con sistema de calefacción, la potencia instalada es de alrededor de 18 kW.

Según la información obtenida, se ha constatado que la potencia media instalada en el caso de las calderas de biomasa oscila entre los 20-30 kW de potencia.

9.1.3. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS EN EL SECTOR AGRÍCOLA / GANADERO

Dentro del amplio abanico de subsectores que componen el sector agrícola y ganadero, son el porcino y el avícola de carne los principales consumidores de biomasa con fines energéticos. Destacan las explotaciones cárnicas, tanto en la cría de aves como de porcino, donde la cooperativa orensana Coren aglutina gran número de ellas.

El principal uso de la biomasa en este tipo de explotaciones es para la generación de calor para la calefacción de las granjas.

Según datos del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (M.A.M.R.) existen en Galicia 2.049 explotaciones que se enmarcarían dentro de los subsectores consumidores de biomasa. Del total, 1.212 se corresponden a explotaciones de ganado porcino con capacidad superior a 4,8 UGM (Unidad Ganadera Mayor), y las restantes -837- a explotaciones de pollos para carne. La distribución de las explotaciones por provincias, en la Comunidad Autónoma de Galicia, se señalan en la siguiente tabla.

Explotaciones cárnicas en Galicia

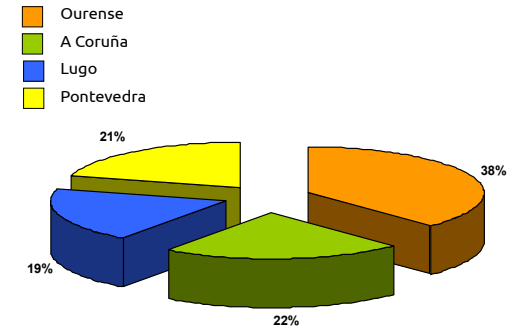
Fuente: INE. TRAGSATEC 2010

PROVINCIA	Nº EXPLOTACIONES TOTALES	Nº EXPLOTACIONES CON BIOMASA	PORCENTAJE EXPLOTACIONES QUE UTILIZAN BIOMASA
OURENSE	562	133	24%
A CORUÑA	497	78	16%
LUGO	455	68	15%
PONTEVEDRA	534	73	14%
TOTAL	2.049	352	17,2%

Si se analizan únicamente aquellas explotaciones que poseen instalaciones de biomasa, Ourense sigue siendo la provincia que ocupa la primera posición, con 133 explotaciones que significan el 38% del total de la comunidad. El segundo puesto es ocupado por A Coruña con 78 (16%), seguida por Pontevedra con 73 (14%) y Lugo con 68 (15%).

Explotaciones cárnicas por provincia con instalaciones de biomasa.

Fuente. Elaboración propia a partir de COREN (2010)



El consumo de biomasa en el sector agrícola-ganadero ascendió en Galicia a finales de 2009 a 24.252 toneladas a una humedad 12-20 %. Por provincias, Ourense es la que registra un mayor consumo derivado del mayor número de explotaciones que posee.

En la figura siguiente se refleja el consumo por provincias en el año 2009.

Consumo de biomasa en el sector agrícola-ganadero en Galicia. Año 2009

Fuente. Elaboración propia a partir de entrevistas con expertos del sector

TOTAL GALICIA: 24.252 t



El consumo promedio por explotación es de 69 t/año, Ourense es la única provincia que supera esta media, con 78 t/año por explotación. Este incremento en la media del consumo por explotación se deriva de la existencia de 19 grandes centros productivos con un consumo global de 2.983 t, y un consumo medio de 157 t/año.

En cuanto al tipo de combustible empleado, el 80% de las instalaciones de biomasa en el sector

agrícola-ganadero son alimentadas con orujillo de oliva, procedente de explotaciones de olivar ubicadas fuera de la Comunidad Autónoma de Galicia, recibido en la explotación con una humedad media del 12%, y el restante 20% con pelets procedentes del mercado gallego-

9.1.4. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS EN EL SECTOR SERVICIOS

Dentro del sector servicios se pueden diferenciar, con respecto al consumo de biomasa, los subsectores que se detallan a continuación:

9.1.4.1. SUBSECTOR HOSTELERÍA/ RESTAURACIÓN.

Dentro de este subsector, en el que se engloban establecimientos dedicados a bares, cafeterías, restaurantes..., se deberá tener en cuenta el consumo de leña por parte de los asadores y parrilladas, que es donde se concentra el consumo de leñas en el subsector, siendo despreciables las cantidades utilizadas en los otros establecimientos.

En la comunidad autónoma de Galicia las instalaciones hosteleras dedicadas al asado de carnes suponen más del 10% del total de establecimientos dedicados a la restauración.

Según datos de DIRCE del año 2009, existen un total de 4.111 establecimientos dedicados a la restauración en la Comunidad Autónoma de Galicia, según las estimaciones realizadas en este estudio más de 400 de estos establecimientos ofertan productos cocinados a la parrilla.

DIRCE: Directorio Central de Empresas. INE.

A) METODOLOGÍA

La metodología a utilizar para realizar una estimación del consumo de biomasa en parrilladas o asadores de Galicia, se deberá adaptar a las características de la muestra. La encuesta es una investigación por muestreo dirigida a los establecimientos dedicados a la hostelería en los que ofrezcan productos elaborados a la brasa.

Para establecer la muestra de población a encuestar se emplea la siguiente fórmula

$$n = \frac{Z_v^2 * p * q * N}{e^2 (N-1) + Z_v^2 * p * q}$$

Donde;

n = número de elementos que debe poseer la muestra

N= población

v= riesgo o nivel de significación.

Z_v = puntuación correspondiente al riesgo v que se haya elegido.

En este caso, para un riesgo del 5%; Nivel de confianza del 99% (Z_v = 2,576)

p = % estimado

q = 100-p

e = error permitido.

Para esta encuesta, se establece una población de 400 establecimientos de hostelería dedicados a parrilladas o asadores, dentro de la Comunidad Autónoma (Fuente: DIRCE/ Turgalicia 2010).

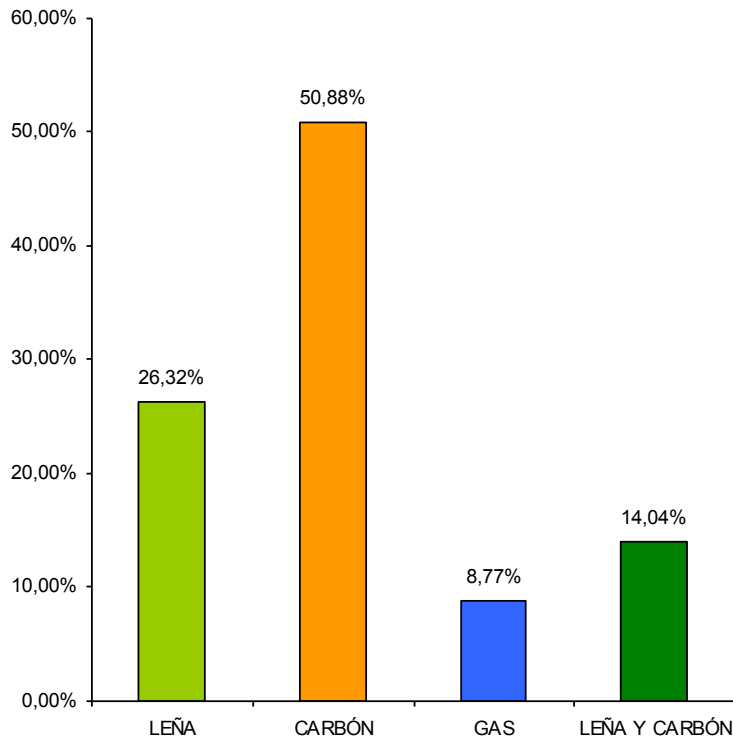
Según la estimación realizada, para obtener una muestra que nos proporcione un margen de error de un 10% y un intervalo de confianza de un 90%, se deben realizar 58 encuestas a este tipo de establecimientos.

B) RESULTADOS DEL ESTUDIO

En este estudio, se han realizado encuestas telefónicas a 58 establecimientos de restauración que ofrecen productos a la parrilla, los datos obtenidos en cuanto a consumo de combustibles como fuente de calor en sus procesos, son los siguientes;

Consumo de combustibles en parrilladas de Galicia (%)

Fuente: TRAGSATEC 2010



El consumo medio por parrillada oscila aproximadamente entre 25.000-30.000 kg/año si su única fuente de combustión es la leña, en el caso de utilizar combinación de combustibles [leña y carbón] la cantidad baja hasta los 20.000-25.000 kg/año.

La leña se suele comprar por camión a granel, con una periodicidad variable, dependiendo de las necesidades en cada momento. Se compra ya seccionada o en troncos enteros, dependiendo del establecimiento.

Teniendo en cuenta estos datos, se puede realizar una estimación del consumo total de leña en las parrilladas de Galicia, que se aproxima a 3.500 t/año de madera verde, al 40% de humedad.

9.1.4.2. SUBSECTOR PANADERÍAS.

El sector de fabricación de pan se basa en una estructura empresarial muy compleja y extraordinariamente atomizada, especialmente en la fase final o de venta al consumidor. Actualmente configura el extenso sector de la agroalimentación española con cerca de 170.000 empresas dedicadas a la fabricación y comercialización de pan, de éstas únicamente un 8% se dedica a la fabricación.

En Galicia, las marcas de calidad de pan artesano, pan de Cea y otras denominaciones, favorecen el consumo de leñas con fines energéticos, pues las marcas de calidad exigen en sus bases el consumo de leñas en los hornos.

Para estimar el consumo de leñas en el sector, se ha considerado necesaria realizar una estimación mediante contacto telefónico con los propios

productores de pan, para conocer de primera mano la realidad del sector.

A) METODOLOGÍA

La metodología a utilizar para realizar una estimación del consumo de biomasa en panaderías de Galicia, se deberá adaptar a las características de la muestra. La encuesta es una investigación por muestreo dirigida a los establecimientos dedicados a la fabricación de pan en la Comunidad.

Para establecer la muestra de población a encuestar se emplea la siguiente fórmula:

Para establecer la muestra de población a encuestar se emplea la siguiente fórmula

$$n = \frac{Z_v^2 * p * q * N}{e^2 (N-1) + Z_v^2 p * q}$$

Donde;
 n = número de elementos que debe poseer la muestra
 N= población
 v= riesgo o nivel de significación.
 z_v = puntuación correspondiente al riesgo v que se haya elegido.
 En este caso, para un riesgo del 5%; Nivel de confianza del 99% (Z_v = 2,576)
 p = % estimado
 q = 100-p
 e = error permitido.

Para esta encuesta, se establece una población de 1.367 panaderías (Fuente: Ceopán. Año 2010), dentro de la Comunidad Autónoma. Según la estimación realizada, para obtener una muestra que nos proporcione un margen de error de un 10% y un intervalo de confianza de un 90%, se deben realizar 65 encuestas a este tipo de establecimientos.

B) RESULTADOS DEL ESTUDIO

Para realizar un estudio pormenorizado del consumo de biomasa en forma de leñas en las panaderías, se ha realizado una encuesta sobre el 5% de las panaderías de la Comunidad (Total 1.367 panaderías, fuente: CEOPÁN).

Con los datos obtenidos tras el análisis realizado, se puede concluir:

Como se observa en la gráfica anterior, entre las panaderías de Galicia, aproximadamente un 54% del total usa como combustible leña, aunque sea combinada con otros combustibles o de forma ocasional.

El consumo anual por establecimiento depende de si en el proceso únicamente se utiliza leña (cantidad aproximada 68.000 kg/año al 40% de humedad) o utilizan combinación de otros combustibles, como gas o gasóleo (55.000 kg/año al 40% de humedad).

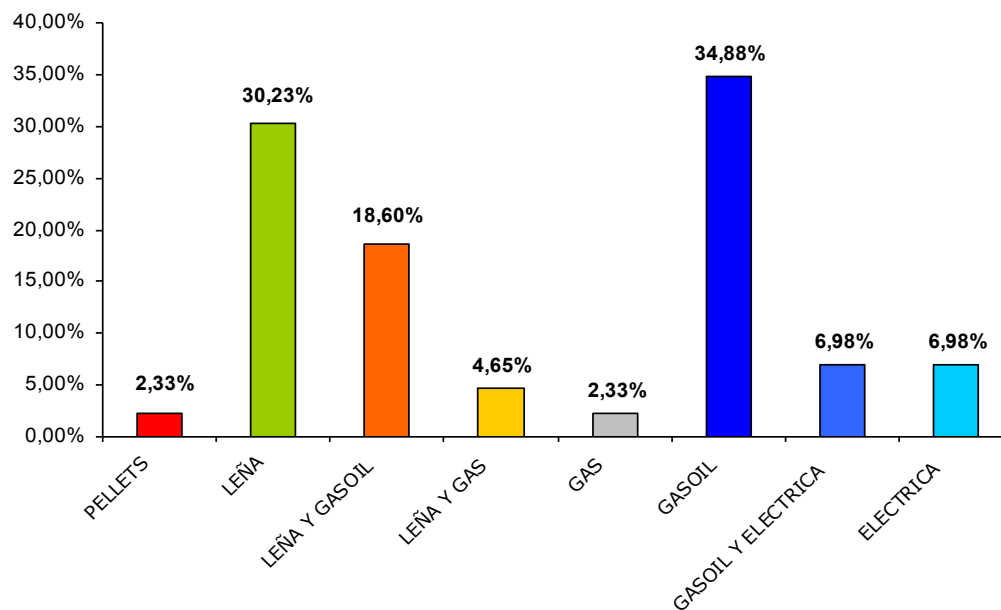
Para establecer el consumo anual general, debemos tener en cuenta que existen zonas con denominación de origen, como el pan de Cea [18 hornos adscritos a la denominación de origen], en el que en su proceso productivo se establece la obligatoriedad de utilizar en los hornos de cocción la leña como combustible, en estos casos, según las encuestas realizadas, el consumo de leña se eleva a 80.000 kg de consumo anual medio, a un 40 % de humedad.

Como conclusión final, según los datos obtenidos, se puede realizar una estimación general del consumo de leña en panaderías de Galicia que, según el estudio realizado se sitúa entorno a 50.000 t/año.

Se debe destacar, según datos facilitados por expertos en el sector, que en los últimos años se está produciendo una desviación de consumos en hornos de gasoil y gas hacia hornos de pelets, este cambio en el proceso productivo se basa en el ahorro económico que supone la utilización de este combustible dentro del sector.

Tipos de combustibles usados en panaderías de Galicia (%)

Fuente: TRAGSATEC 2010



9.2. CONSUMOS DE BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA

9.2.1. SITUACIÓN ACTUAL

Según lo indicado en el apartado anterior, los consumos se establecen mediante diferentes metodologías, para realizar un análisis de los consumos existentes, se sintetizan los resultados en la siguiente tabla resumen [los datos varían en función de las anualidades];

Síntesis de consumo de biomasa en Galicia con fines energéticos

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes y estimaciones

SUBPRODUCTO INDUSTRIA O ÁMBITO DE APLICACIÓN	SÍNTESIS DE CONSUMO DE BIOMASA EN GALICIA CON FINES ENERGÉTICOS							
	CORTEZA	SERRÍN	COSTEROS Y LEÑAS	POLVO LIJADO, SERRINES, VIRUTAS, FIBRAS...	LEJÍAS NEGRAS	TACOS Y RECORTES	MADERAS Y LEÑA	VARIOS (ORUJILLO OLIVA, PELETS...)
INDUSTRIA DEL ASERRADO	30.000-45.000	3.000-4.000	---	---	---	---	---	---
INDUSTRIA DEL TABLERO	250.000-450.000	---	---	250.000-350.000	---	---	---	---
INDUSTRIA DE LA PASTA Y PAPEL	150.000-250.000	---	10.000-20.000	---	498.000	---	---	---
2ª TRANSFORMACIÓN	---	---	---	30.000-40.000	---	15.000-20.000	---	---
SECTOR DOMÉSTICO	---	---	---	---	---	---	≈ 1.000.000	---
SECTOR AGRÍCOLA-GANADERO	---	---	---	---	---	---	---	≈ 24.000
SUBSECTOR HOSTELERÍA/RESTAURACIÓN	---	---	---	---	---	---	≈ 3.500	---
SUBSECTOR PANADERÍAS	---	---	---	---	---	---	≈ 50.000	---

Para realizar la estimación del cálculo energético de la biomasa consumida comunidad autónoma de Galicia, se utilizan los siguientes PCI;

PCI para diferentes materias primas y subproductos de la cadena de la madera

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes y estimaciones

COMBUSTIBLE	PCI(kcal/kg)	H (%)	PRODUCTO
PELLET	3940	10	
ORUJILLO OLIVA	3780	15	
TACOS Y RECORTES	3500	10	Tacos y recortes obtenidos en la 2º transformación
LEÑAS Y COSTEROS	2000	50	Leñas consumo doméstico, costero y leñas 1º transformación y biomasa residual aprovechamiento forestal
CORTEZA (PASTA Y PAPEL)	1125	60	Corteza producida en el sector de pasta y consumida en el sector de pasta
CORTEZA (ASERRADO)	2000	45-50	Corteza producida en el sector de aserrado y consumida en el sector de pasta
SERRÍN HÚMEDO	2500	35	Serrín producido en el aserrado
SERRINES, VIRUTAS Y POLVO	3500	10	Serrines, virutas y polvo resto producidas en 2º transformación
POLVO, LIJADO, FIBRAS	3700	10	Producido en tablero

Síntesis de consumo anual (tEPS) de biomasa en Galicia con fines energéticos

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes y estimaciones

SUBPRODUCTO INDUSTRIA O ÁMBITO DE APLICACIÓN	SUBPRODUCTO							
	CORTEZA	SERRÍN	COSTEROS Y LEÑAS	POLVO LIJADO, SERRINES, VIRUTAS, FIBRAS...	LEJÍAS NEGRAS	TACOS Y RECORTES	MADERAS Y LEÑA	VARIOS (ORUJILLO OLIVA, PELETS...)
INDUSTRIA DEL ASERRADO	6.000 - 9.000	750 - 1.000	---	---	---	---	---	---
INDUSTRIA DEL TABLERO	50.000 - 90.000	---	---	92.500 - 129.500	---	---	---	---
INDUSTRIA DE LA PASTA Y PAPEL	16.875 - 28.125	---	2.000 - 4.000	---	151.890	---	---	---
2ª TRANSFORMACIÓN	---	---	---	10.500 - 14.000	---	5.250 - 7.000	---	---
SECTOR DOMÉSTICO	---	---	---	---	---	---	200.000	---
SECTOR AGRÍCOLA-GANADERO	---	---	---	---	---	---	---	9.149
SUBSECTOR HOSTELERÍA/ RESTAURACIÓN	---	---	---	---	---	---	700	---
SUBSECTOR PANADERÍAS	---	---	---	---	---	---	10.000	---

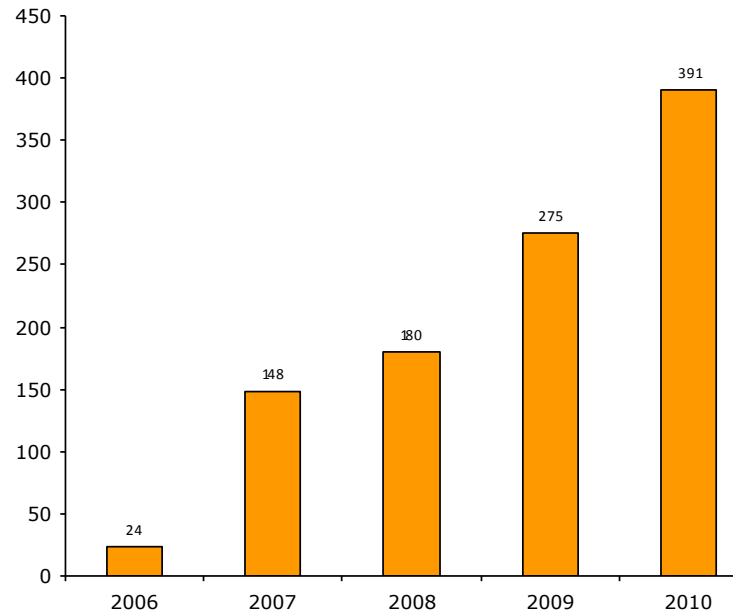
9.2.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE APROVECHAMIENTO TÉRMICO A PARTIR DE BIOMASA

9.2.2.1. NÚMERO DE INSTALACIONES SUBVENCIONADAS EN EL SECTOR DOMÉSTICO

Según los datos obtenidos mediante datos de subvenciones del INEGA, se concluye que en la Comunidad se instalaron en el año 2010 un total de 391 calderas de biomasa para consumo doméstico. **9.1.4.2.**

Evolución del número de instalaciones de calderas de biomasa en Galicia (subvencionadas). Uso doméstico

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de subvenciones del INEGA



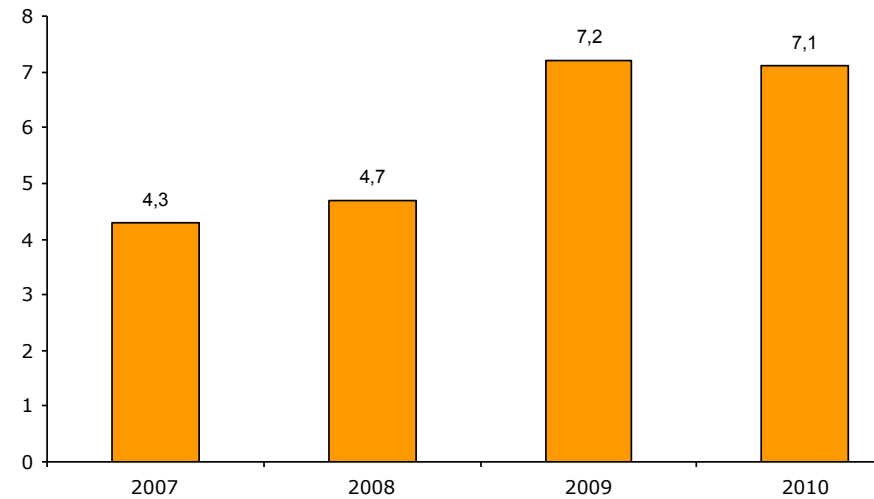
9.2.2.2. POTENCIA TÉRMICA INSTALADA EN EL SECTOR DOMÉSTICO

En cuanto a la potencia instalada, según las informaciones facilitadas, en el caso de calderas de biomasa la potencia media oscila entre los 20-30 kW, siendo de 6-12kW en el caso de las estufas. La potencia media instalada para uso doméstico en el año 2010 es de 19,33 kW.

Con respecto a la potencia instalada, la evolución en los últimos años ha sido al alza, como se muestra en la gráfica siguiente, donde se observan valores acumulados:

Evolución de la potencia instalada. Valores totales. Uso doméstico (MW)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGA

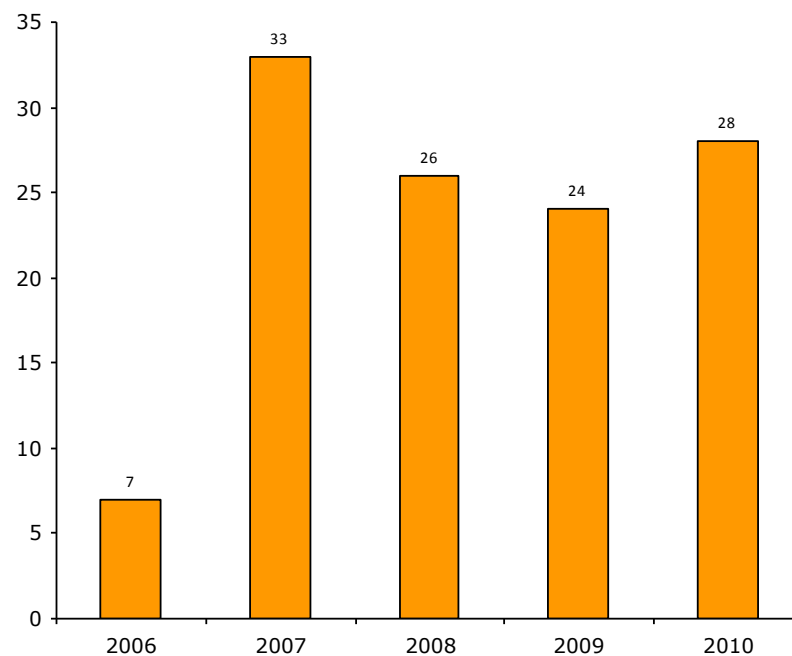


9.2.2.3. NÚMERO DE INSTALACIONES SUBVENCIONADAS EN EL RESTO DE SECTORES [EMPRESAS, ASOCIACIONES, ADMINISTRACIÓN,...]

Según los datos obtenidos mediante datos de subvenciones del INEGA, se concluye que en la Comunidad se instalaron en el año 2010 un total de 28 calderas de biomasa para consumo en sectores no residenciales, como pueden ser: instalaciones industriales, empresas, administraciones...

Evolución del número de instalaciones de calderas de biomasa en Galicia (subvencionadas). Otros usos

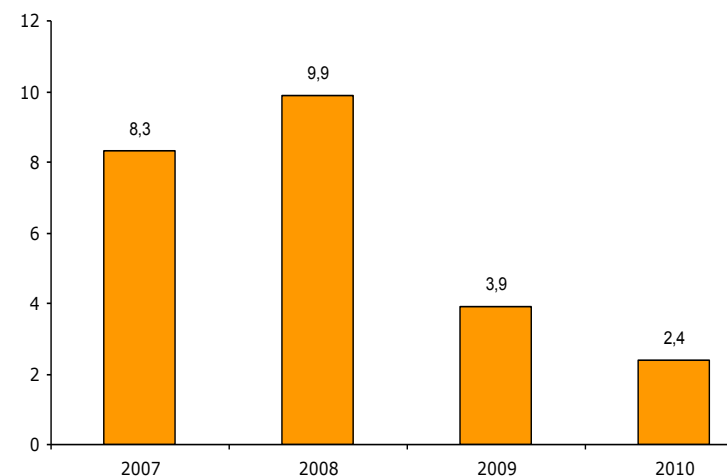
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de subvenciones del INEGA



Con respecto a la potencia instalada, la evolución en los últimos años ha sido al alza, como se muestra en la gráfica siguiente, donde se observan valores acumulados:

Evolución de la potencia instalada. Valores totales. Otros usos (MW)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de subvenciones del INEGA



9.3. TIPOS DE APLICACIONES Y TECNOLOGÍAS

9.3.1. TÉCNICAS PARA COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA

Las tecnologías para la combustión de biomasa son diversas, los parámetros fundamentales que condicionan la elección de una u otra tecnología son la humedad y la granulometría del residuo. Las soluciones técnicas se pueden agrupar en tres tipologías:

- **Combustión en masa.**- Es el tipo de combustión de hogar rotativo o en parrilla tipo vibrante. La biomasa, que puede ser de gran tamaño, se deposita en la parrilla o lecho donde permanece hasta completar su secado y combustión.

Es adecuada para combustibles de alto contenido en humedad y que generan residuos de composición muy variable. El combustible no necesita demasiados tratamientos previos, por lo que presenta grandes ventajas de versatilidad aunque es un sistema más caro.

- **Combustión en suspensión.**- El combustible es lanzado al hogar a través de un quemador y se quema en suspensión, sin que la materia toque las paredes o se deposite en el fondo del hogar. Es un sistema adecuado para combustibles de bajo contenido en humedad y un estrecho rango de distribución de tamaños. El combustible es transportado por un sistema neumático.
- **Combustión en semi-suspensión.**- En este tipo de combustión la materia se deposita sobre una parrilla, realizándose la combustión de la materia ligera en suspensión y la de la parte pesada en la parrilla. El combustible debe tener un tamaño medio típico de 3-50 mm y no debe presentar problemas de aglomeración o autopegamiento.

Existe una gran variedad de sistemas para la combustión de biomasa en calderas que pueden suministrar el calor requerido en las industrias. Se pueden mencionar entre otros los siguientes:

- **Sistemas de parrilla.**- Es una estructura metálica destinada a mantener el combustible en el hogar y facilitar el paso del aire primario de combustión. Se construyen mediante piezas de fundición de formas diversas, a través de las cuales varía entre el 20 y 40 % de la superficie total de la parrilla y depende del tipo de biomasa empleado. Las parrillas han de tener la posibilidad de evacuar las escorias, para lo que se disponen con un cierto grado de inclinación y algún sistema que facilite el movimiento hasta el punto más bajo, desde donde son extraídas. Es el método de combustión más comúnmente empleado.

Se distinguen diversos modelos de parrillas en función del tipo de biomasa empleado y su humedad, como se indica en la clasificación siguiente:

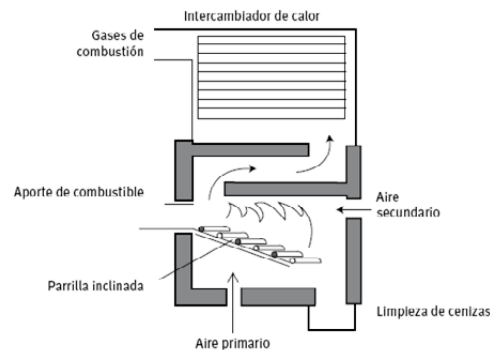
- Hogares de parrilla fija, son indicados para combustibles biomásicos en los que predominen las partículas pequeñas y de baja

humedad. La combustión se realiza de forma heterogénea, ya que el combustible apilado sobre la parrilla se encontrará en diferentes estados de combustión.

- Hogares de parrilla inclinada, adecuados para biomásas de granulometrías y humedades muy variables que tienden a formar gran cantidad de cenizas.

Esquema de caldera con parrilla

Fuente: Biomasa industria. IDAE



- Hogares de parrilla móvil, apropiados para biomásas con elevadas fracciones de inertes, de forma que en su combustión se crea gran cantidad de cenizas.
- Hogares de parrilla vibratoria, permiten una descarga automática e intermitente de las cenizas. El tiempo de vibración y reposo se pueden ajustar en función de las características del combustible. Suele tener refrigeración por agua.

- **Hogares rotativos.**- Son hogares de forma cilíndrica que mediante un mecanismo y el accionamiento de un motor se mantienen en rotación. Variando la velocidad de rotación del horno se modifica el tiempo de permanencia del combustible, lo que resulta muy eficiente para el control de la combustión.

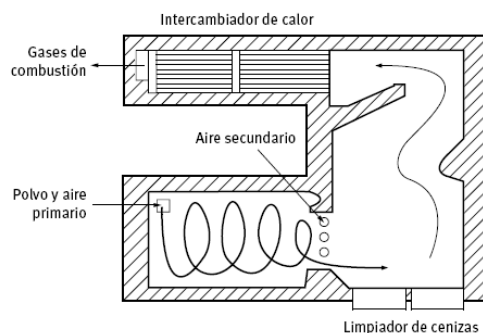
- **Quemadores de tornillo.**- Es uno de los sistemas más empleados en instalaciones pequeñas y de potencia hasta 6 millones de kcal/h. Se utilizan para quemar residuos sólidos con humedades de hasta el 35% y granulometrías máximas de 30 mm. La combustión ha de realizarse en un volumen restringido, lo que provoca elevadas temperaturas de llama y la consiguiente formación de escorias.

- **Cámaras torsionales.**- Están provistas de un tipo de quemador diseñado para quemar combustibles sólidos pulverizados, con tamaños comprendidos entre 0,1 y 30 mm como máximo, ya que el comburente debe poder ser transportado neumáticamente. Además no son recomendables humedades superiores al 30%.

El combustible se introduce a presión en la cámara de combustión mediante un sistema neumático y de forma que adopta un movimiento helicoidal dentro de la cámara, al mezclarse con el aire de combustión.

Esquema de caldera de biomasa pulverizada

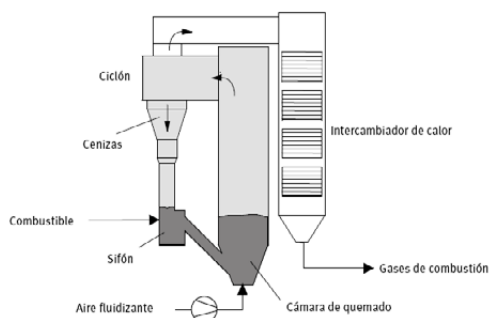
Fuente: Biomasa industria. IDAE



- **Combustión en lecho fluidizado.**- el lecho fluido en sus diferentes variantes es una tecnología de combustión limpia, que se viene usando de forma creciente para resolver problemas de eliminación de residuos de todo tipo, con aprovechamiento energético y respetando los límites medioambientales establecidos.

Esquema de caldera de lecho fluidizado circulante

Fuente: Biomasa industria. IDAE



La combustión en lecho fluido con recuperación de energía está considerada como una de las alternativas más convenientes para la valorización energética de la biomasa.

9.3.2. INSTALACIONES TÉRMICAS EN VIVIENDAS Y EDIFICIOS

Este tipo de instalaciones se presenta a nivel doméstico donde el consumidor final adquiere el biocombustible, como astillas, pelets y briquetas, que normalmente presentan mayor grado de procesamiento a medida que disminuye la potencia de los equipos.

9.3.2.1. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS

Las principales tecnologías que se comercializan son;

A) Equipos compactos

Las calderas compactas de biomasa se han diseñado específicamente para su uso en calefacción doméstica, en viviendas unifamiliares o edificaciones. Incluyen sistemas de encendido y limpieza automáticos, que facilitan el manejo del usuario. Normalmente estos equipos son de potencia baja o media (<150kW).

B) Calderas con alimentación inferior

Son calderas que disponen de un sistema de alimentación por afloramiento en la zona inferior y presentan buen rendimiento con biomasa de alta calidad, con baja humedad y bajo contenido en cenizas, como pueden ser las astillas secas, pelets y algunos residuos agroindustriales.

C) Calderas con parrilla móvil

Es un sistema que se aplica en calderas de mayor tamaño, que permiten utilizar biomasa de peor calidad y composición variable, con mayor contenido en humedad y cenizas.

Este sistema se utiliza en calderas con potencias superiores a 500kW, que utilizan como combustible astillas, residuos agrícolas y mezclas.

D) Calderas de gasóleo con quemador de pelets

Existe la posibilidad de adaptar una caldera de gasóleo existente a biomasa, mediante la incorporación de un quemador de pelets. Este cambio, permite variar el combustible de forma más o menos sencilla, pero presenta el inconveniente de tener que acondicionar la caldera previamente para adaptar el sistema de limpieza y eficiencia de la caldera al cambio.

E) Calderas con combustión en cascada

Las calderas con sistema de combustión en cascada disponen de etapas sucesivas para la completa combustión de la biomasa, y tienen una parrilla de configuración similar a una escalera, que favorece la eficiencia y reducción de los inquemados.

Este sistema se utiliza en calderas de tamaño medio, con combustibles de calidad media y alta, como pueden ser los pelets.

9.3.2.2. INSTALACIONES TÉRMICAS

Las instalaciones de calefacción con biomasa presentan tecnologías y estructuras de alimentación diferenciadas en función del usuario final al que estén destinadas, por lo que se debe definir el tamaño de la instalación y el número de usuarios finales.

A) Sistemas de calefacción para viviendas unifamiliares (hasta 40 kW). Para cubrir las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria de viviendas unifamiliares o edificios de tamaño pequeño pueden utilizarse calderas de hasta 40kW.

En el mercado se pueden encontrar calderas de 15-40 kW, por lo que son adaptables a cualquier necesidad.

Estas calderas pueden ser utilizadas como sistema de calefacción normal, con radiadores, suelo radiante, sistemas de aire caliente..., y para producción de agua caliente sanitaria.

Además de las calderas existe la opción de instalar estufas alimentadas con biomasa, normalmente de potencias entre 8 y 25 kW. La diferencia reside en que las estufas proporcionan calor directo sin necesidad de radiadores. El coste de instalación también difiere, siendo menor en el caso de las estufas, al no necesitar la instalación de un almacén de combustible (alimentación manual).

Las calderas de pequeño tamaño se alimentan principalmente de astillas o pelets, ya que la alimentación y dimensionado del equipo precisa un ajuste más preciso.

B) Sistemas de calefacción para edificios de viviendas (50-500 kW).

Las calderas de tamaño medio están diseñadas para suministrar calor y ACS a un edificio, de viviendas, oficinas...

Estos sistemas intermedios, al igual que las calderas de mayor tamaño, se utilizan también para dar calor a industrias (por ejemplo aserraderos) e instalaciones agrícolas tipo invernaderos.

Los combustibles densificados permiten aumentar las posibilidades de las calderas para cualquier aplicación.

Las instalaciones que incluyen calderas de biomasa de tamaño medio son más sencillas en su gestión, aunque es preciso contar con una empresa especializada en su instalación, operación y mantenimiento.

La tecnología empleada normalmente es la parrilla (fija o en cascada) o la alimentación inferior, que permite obtener rendimientos altos (superiores al 85%) con un mantenimiento bajo.

Estas calderas utilizan distintos combustibles;

- Subproductos madereros (astillas y trozos de madera).
- Biomasa densificada (pelets).
- Residuos agrícolas (hueso de aceituna, cáscara de almendra...).

Uno de los aspectos a tener en cuenta para una instalación de este tipo es el almacenamiento de combustible. Al igual que en un sistema de gasóleo, es preciso disponer de un sistema de almacenamiento y alimentación del combustible situado en un lugar cercano a la caldera.

El sistema de almacenamiento utilizado es tipo silo, si éste se encuentra en el interior de la edificación, aunque también puede situarse en un habitáculo situado en el exterior, que hace la función de depósito.

9.3.2.3. INSTALACIÓN TIPO VIVIENDA UNIFAMILIAR

El dimensionado de la instalación se realiza en función de la demanda térmica del consumidor, instalándose potencias que cumplen el ratio de 10kWt por cada 100m² de superficie a calefactar, si bien este disminuye al aumentar la superficie total y número de usuarios.

Para viviendas unifamiliares la demanda de calefacción queda completamente cubierta con pequeñas calderas de biomasa de alrededor de 25 kW de potencia.

Estas calderas generalmente funcionan con pelets de biomasa como combustibles, y no requieren de un espacio destinado a su

almacenamiento ya que disponen de un depósito de combustible incorporado.

El consumo medio horario de pelets de este tipo de calderas es de 3,3 kg/h. Esto representa un consumo anual de biomasa de 9.504 kg/año (teniendo en cuenta 16 horas de calefacción durante los meses de invierno) [Fuente: Sistemas automáticos de calefacción con biomasa en edificios y viviendas. Comunidad de Madrid].

9.3.3. REDES CENTRALIZADAS

Este modelo aparece en instalaciones que disponen de una planta central, cuya propiedad corresponde a una empresa que vende energía térmica directamente al usuario final.

Por coste y volumen, los recursos energéticos se encuentran dispersos en un radio no superior a 50 km. La adquisición del biocombustibles se realiza mediante pocos intermediarios, con acceso a la biomasa en origen.

Las plantas tipo district heating (calefacción distribuida) presentan una potencia instalada superior a 500kW, siendo los valores normales entre 600 y 2.500 kW. Estos sistemas se utilizan para dar calefacción y agua caliente sanitaria a varios edificios y viviendas, pudiendo llegar a dar cobertura a poblaciones completas.

La biomasa utilizada por estos sistemas proviene fundamentalmente de aprovechamientos forestales o residuos agrícolas.

La estructura de un sistema district heating con biomasa se divide en tres partes diferenciadas:

- Suministro de la biomasa.
- Planta de generación de energía.
- Red de distribución y suministro de calefacción a los usuarios finales.

El suministro de biomasa normalmente se realiza por uno o varios proveedores independientes de la planta, que son responsables de entregar el combustible en las condiciones adecuadas.

Por lo general el sistema de control tiene un funcionamiento más estable si la biomasa alimentada tiene un tamaño menor (astillas, pelets...). Esto facilita la mayor homogenización de la materia prima y una alimentación constante. La planta de generación de energía tiene como equipo principal la caldera y sus elementos auxiliares. Estas calderas son las de mayor tamaño considerando exclusivamente las calderas para generación de calor en edificios y viviendas.

El calor se distribuye mediante un sistema de conductos soterrados, que permiten conducir el agua caliente varios cientos de metros e, incluso, algunos kilómetros.

El calor generado en la caldera circula por el circuito primario intercambio calor con los circuitos secundarios situados en las edificaciones o viviendas de los usuarios, aportando calefacción y ACS.

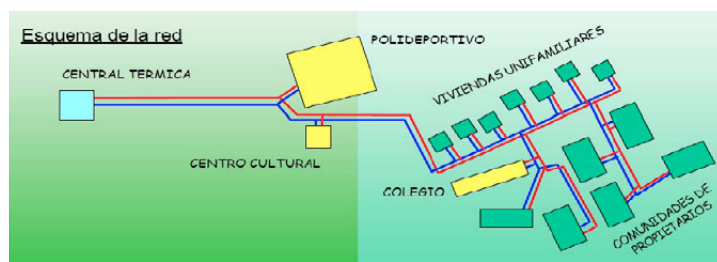
9.3.3.1. INSTALACIÓN TIPO DISTRICT HEATING

A/ EJEMPLO 1. RED DE CALEFACCIÓN Y GAS CENTRALIZADA DE CUÉLLAR

La planta de calefacción y ACS centralizada consiste en una central térmica que calienta el agua empleando como combustible los residuos procedentes de la limpieza del monte y otros tipos de biomasa forestal.

Ejemplo de instalación District Heating

Fuente: 1er congreso de Biocombustibles Sólidos



OBSERVACIONES:

- Pabellón polideportivo (capacidad 1.500 personas).
- Centro cultural (12 salas).
- Piscina cubierta (biomasa y energía solar)
- Colegio público (600 alumnos).
- 5 Bloques de viviendas colectivas (225 inmuebles).
- 14 Viviendas unifamiliares de alto standing.

La planta ejemplo situada en Cuéllar (Segovia), cuenta con dos calderas, cuyas características se especifican en la tabla siguiente:

Ejemplo de caldera tipo. District Heating

Fuente: Sistemas automáticos de calefacción con biomasa en edificios y viviendas. Comunidad de Madrid

CALDERA TIPO	CALDERA TIPO I	CALDERA TIPO II
CARACTERÍSTICAS		
POTENCIA (kcal/h)	4.500.000	600.000
MODELO	Acuotubular con dos parrillas móviles superpuestas	Acuotubular con una parrilla móvil
USO	ACS y agua caliente para calefacción en invierno	Agua caliente para ACS en verano

Principales componentes del ejemplo. District Heating

Fuente: 1er congreso de Biocombustibles Sólidos



PRINCIPALES COMPONENTES:

- Caldera de 4.500.000 kcal/h (Invierno).
- Caldera de 600.000 kcal/h (Verano).
- Silo de almacenamiento de 100 m3.
- Sistema de alimentación.
- Bombas de impulsión de agua para la red.
- Multiciclón depurador de humos.
- Red de distribución.
- Equipos auxiliares de control.

El agua caliente se impulsa y distribuye a los usuarios mediante bombas a través de una doble tubería preaislada de 3km de longitud, accediendo el calor al circuito interno de cada vivienda a través de un intercambiador de placas, retornando como agua fría a la central térmica para iniciar nuevamente el ciclo.

Las condiciones de aislamiento de la tubería aseguran unas pérdidas máximas de 1°C cuando la temperatura exterior es de -5°C.

La biomasa se acumula en un silo con capacidad para 30t de combustible.

Las ventajas de una instalación de estas características para los usuarios finales son:

- Este sistema de calefacción centralizada suministra energía directamente al usuario, evitándole la necesidad de almacenar y manipular combustibles.
- Se reduce aproximadamente un 10% del coste a los usuarios anualmente. Lo que permite utilizar durante más horas la calefacción.
- Medioambientalmente existe la ventaja de disminuir la utilización de combustibles fósiles.
- Socialmente, se generan nuevas actividades económicas y puestos de trabajo asociados a la central.

Los costes de inversión dependen en gran medida del uso e instalaciones que formen parte del district heating.

B/ EJEMPLO 2. DISTRICT HEATING EN EL CONCELLO DE RIÓS

Como parte importante en el proceso de implementación del proyecto ESOL, se ejecutó la instalación de un sistema de District Heating con caldera de biomasa para proporcionar calefacción y ACS a tres edificios administrativos del Concello de Riós.

Edificios integrantes del proyecto

Fuente: Proyecto ESOL



Inicialmente estos edificios poseían un sistema mixto, en uno de ellos existía una caldera de gasoil, otro tenía calefacción por electricidad y el otro edificio no poseía ningún sistema de calefacción.

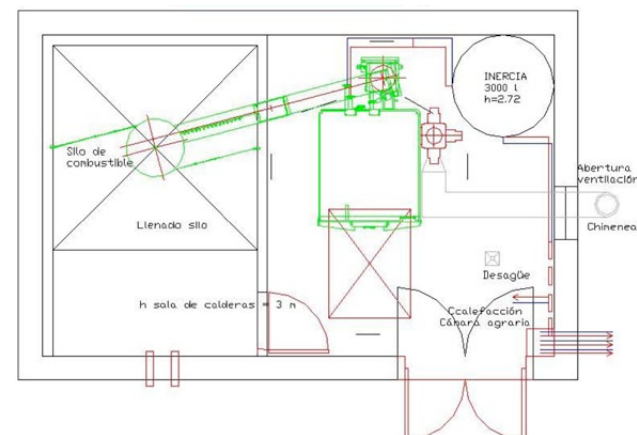
La central térmica instalada está constituida por los siguientes elementos:

- Caldera de biomasa
- Silo de almacenamiento de combustible
- Sistema de alimentación automática para la caldera
- Depósitos de inercia
- Colectores de impulsión y retorno del fluido caloportador
- Grupos de bombeo
- Vaso de expansión
- Elementos de control de la instalación
- Trazados hidráulicos
- Trazados eléctricos
- Chimenea de expulsión de gases de escape

El sistema propuesto para la realización del proyecto para proporcionar calefacción y ACS se describe en la siguiente tabla resumen:

Esquema de la configuración de la instalación

Fuente: Proyecto ESOL



Instalación District Heating Concello de Riós

Fuente: Proyecto ESOL

CALDERA	KWB, MODELO TDS150
POTENCIA NOMINAL	150 kW
ALIMENTACIÓN	Automática desde silo con agitador
COMBUSTIBLE	Pelet, Astilla (hasta G50 y W45), huesillos y cáscaras (previo análisis)
POTENCIA TÉRMICA DE CONSUMO	164 (pelet) y 166 (astilla)
NIVEL DE RUIDO EN FUNCIONAMIENTO A PLENA POTENCIA	66Db
PARRILLA DE COMBUSTIÓN GIRATORIA	Combustión turbulenta
RENDIMIENTO TÉRMICO	93,6 (pelet) y 92,9 (astilla)
CENICERO DE EXTRACCIÓN	66 litros
USO	ACS y agua caliente para calefacción en invierno

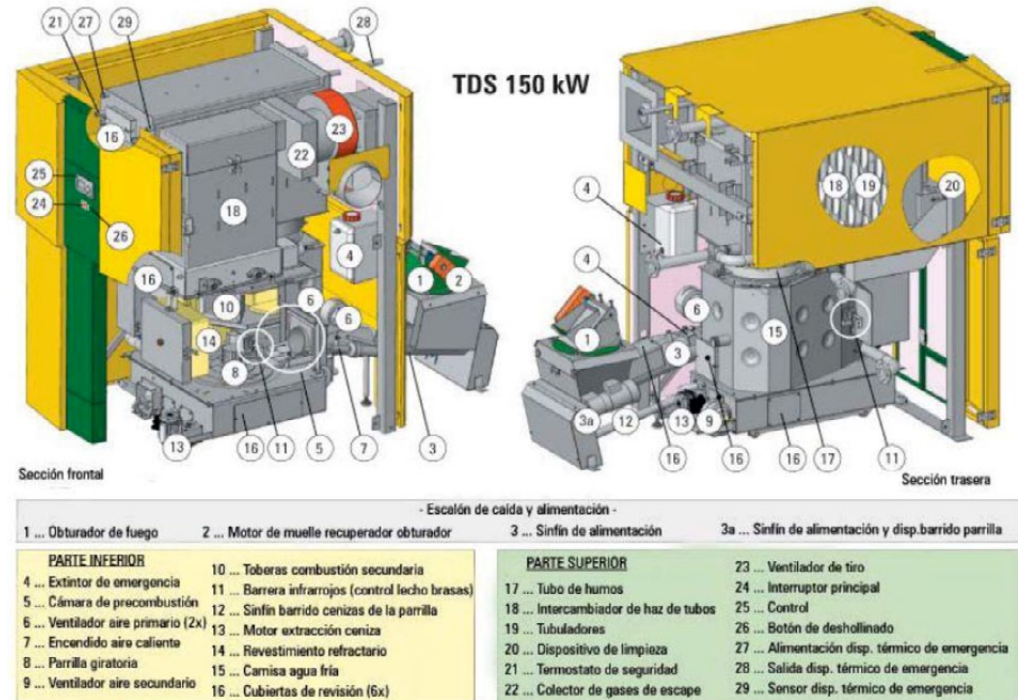
Síntesis de costes

Fuente: Proyecto ESOL

	CALDERA TIPO
PERÍODO NATURAL DE FUNCIONAMIENTO	30 días
AHORRO MENSUAL	1.369,82 €
INVERSIÓN	97.850,00 €
AMORTIZACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN TÉRMICA (CALDERA)	4,6 años

Componentes de la caldera

Fuente: Proyecto ESOL



9.3.3.2. INSTALACIÓN TIPO COLEGIO

En este caso se considera la instalación de biomasa para calefacción de un colegio público con tres zonas diferenciadas: un gimnasio de 40m2, una zona de aulas de 80m2, con radiadores

y un salón de actos de 150 m2 con suelo radiante. La demanda en cada una de estas zonas depende de la ocupación, por lo que se ha utilizado un sistema que permite independizar horarios y temperaturas.

Costes de instalación de caldera de biomasa en un colegio tipo

Fuente: Estudio de situación de la biomasa sólida en el sector forestal. CARTIF

	CALDERA TIPO
POTENCIA	45 kWt
FUNCIONAMIENTO	750 h/año
COSTE INSTALACIÓN	20.000 €
CONSUMO DE BIOMASA	11,1 t/año
DEPÓSITO DE BIOMASA	1 m ³
CENIZAS	0.33t/año
COSTE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	591 €/año
COSTE MEDIO BIOMASA	2.051 €/año
COSTE MEDIO GASÓLEO	3.411 €/año
AHORRO	40%

9.3.4. INSTALACIONES TÉRMICAS PARA USO INDUSTRIAL O EN PROCESOS

Dentro de esta categoría destacan los residuos de industrias de la madera. La gestión de estas aplicaciones se basa en la cuantificación, acondicionamiento, transformación y autoconsumo de los residuos generados, para producir el calor necesario en el proceso. Adicionalmente se puede aportar calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) a las instalaciones.

El esquema puede presentar variaciones, como por ejemplo, se puede utilizar un combustible externo de apoyo (fósil o renovable) o la generación excedentaria y venta a terceros de biocombustibles.

Como ejemplo se puede proponer la instalación de una central de biomasa para una instalación industrial en la que la biomasa es propiedad del usuario, requiriendo por tanto una serie de pretratamientos que le ocasionan un coste adicional.

Costes de instalación de caldera de biomasa en aplicación industrial

Fuente: Estudio de situación de la biomasa sólida en el sector forestal. CARTIF

	CALDERA TIPO
POTENCIA BRUTA	1.000 kW
RENDIMIENTO GLOBAL	80%
HORAS DE OPERACIÓN ANUAL	5.000 h/año
CANTIDAD DE BIOMASA CONSUMIDA	1.792 t/año
COSTES DE BIOMASA	38.479 €/año
COSTES ANTERIORES CON GASÓLEO C	182.118 €/año
COSTES OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1.204 €/año
INVERSIÓN DE ADAPTACIÓN A BIOMASA	120 €/Kw // 120.000 €
PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	430 tep/año

Otro ejemplo sería la instalación de una caldera con fines térmicos en un aserradero:

Costes de instalación de caldera de biomasa en aserradero

Fuente: Estudio de situación de la biomasa sólida en el sector forestal. CARTIF

	CALDERA TIPO
POTENCIA INSTALADA	300-500 kWt
FUNCIONAMIENTO	1.550 h/año
CONSUMO DE BIOMASA	130-258 t/año
DEPÓSITO DE BIOMASA	50 m ³
CENIZAS	15,5 t/año
COSTE INICIAL	125.000 €
PRECIO BIOMASA	30 €/t
COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	2.500 €/t
COSTE MEDIO BIOMASA	15.250 €/t
COSTE MEDIO GASÓLEO	69.956 €/t
AHORRO	78%

9.4. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO Y COMPETENCIA

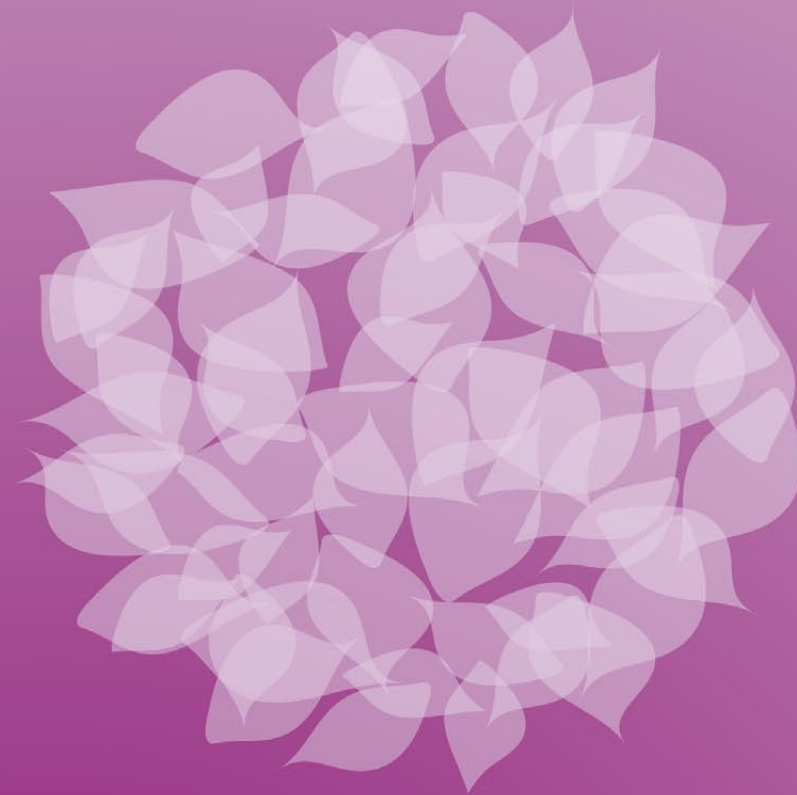
El empleo de este tipo de combustible puede parecer algo novedoso en España, pero en países del norte de Europa es algo muy habitual y generalizado, por cuanto la existencia de recursos forestales es muy amplia. El mercado en España ha experimentado un gran impulso en los últimos años irrumpiendo con fuerza en un sector maduro como es el de las calderas de combustibles fósiles, principalmente gasóleo.

El aumento del coste y oscilación de los precios de los combustibles fósiles derivados del petróleo fomenta el uso de estos sistemas. A día de hoy los sistemas de calefacción que emplean productos lignocelulósicos son cada vez más demandados debido principalmente a los siguientes factores.

- Aumento del coste de los combustibles fósiles que hacen que se conviertan en una inversión rentable.
- Mejora de la tecnología y eficiencia de los equipos y calderas que emplean pelets o astilla, siendo cada día más automatizados y generando menos residuos.
- Aumento y desarrollo del mercado de pelets, existiendo a día de hoy numerosos puntos de venta e incluso existiendo reparto a domicilio mediante sistemas neumáticos.
- Mayor concienciación social sobre los beneficios ecológicos de las energías renovables.
- Ayudas y subvenciones por parte de organismos públicos en la potenciación de este sector, tanto para pequeñas calderas como para otras de mayores dimensiones en grandes centros consumidores.

El mercado de los combustibles lignocelulósicos, principalmente pelets, briquetas, astilla o leña, está pues en desarrollo y en auge, compitiendo directamente contra un producto cada día más costoso y menos aceptado socialmente como el gasóleo de calefacción. Se trata por tanto de un mercado que en los próximos años continuará su avance paulatino hacia una mayor implantación en nuestros hogares y edificios públicos.

Como único factor que puede ralentizar su desarrollo cabe destacar que compite directamente con el mercado de los paneles solares térmicos, por cuanto ambos pueden proporcionar ACS y calefacción a un mismo edificio u hogar, siendo éste también un sector en pleno desarrollo.



10.1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON BIOMASA

La disponibilidad de plantas de generación eléctrica con biomasa está sujeta a diferentes condicionantes. En primer lugar es necesario asegurar el abastecimiento del combustible, además de contar con un marco estable y suficiente de remuneración de la energía producida y ayudas a la inversión que rentabilicen las inversiones a efectuar.

Existen diferentes tipos de tecnologías aptas para su utilización para la conversión energética de la biomasa, no obstante no todas tienen el mismo grado de madurez. No sólo este estado tecnológico influye en la rentabilidad de las plantas, sino que una cuestión muy importante es el tipo de biomasa, ya que existen algunas biomásas que por su alto coste de obtención no hacen aceptable económicamente su utilización.

Por estos motivos, es necesario realizar un estudio en función de la magnitud de la planta y su tecnología y el precio de obtención de la biomasa.

Actualmente son los ciclos de vapor los que cuentan con un mayor grado de madurez. No obstante es necesario considerar otras tecnologías a la hora de plantear ayudas a la inversión, como por ejemplo la gasificación, por contar ésta con numerosas ventajas (mejores rendimientos, posibilidades de realización de plantas de pequeña escala que posibilitaría el uso de biomasa puntuales, producción de calor, etc.) y los ciclos combinados con aportación de calor generado a partir de biomasa en la parte Rankine del ciclo.

Debido a la importancia de la agricultura energética para el desarrollo futuro de esta energía renovable, es conveniente iniciar en Galicia una apuesta por esta cultura. Además estos cultivos suponen para el agricultor el mantenimiento de su actividad y por tanto de su renta.

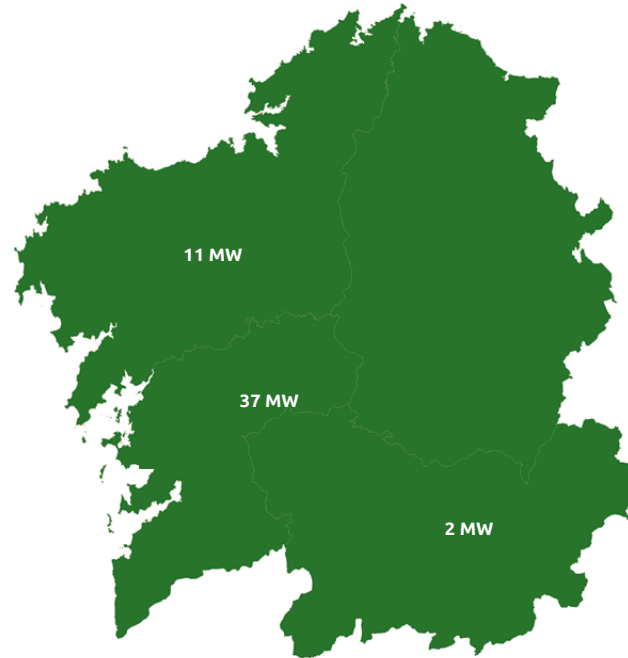
10.2. CONSUMOS DE BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA ACTUAL Y EXPECTATIVAS

10.2.1. SITUACIÓN ACTUAL

Según los datos consultados, con respecto al número de instalaciones existentes en el sector industrial de generación de energía eléctrica a partir de biomasa, en Galicia existen 50 MW de

Distribución de las centrales de generación de electricidad a través de Biomasa. Galicia

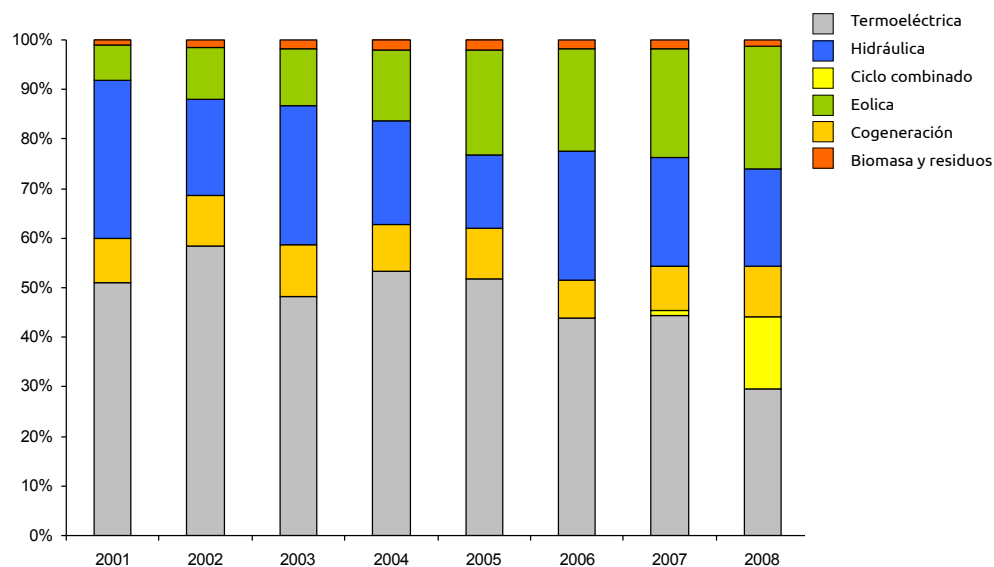
Fuente. Elaboración propia a partir de datos de INEGA 2008



potencia instalada, distribuidos en las diferentes provincias según se indica en la figura siguiente: En la gráfica siguiente se indica la estructura de la generación en Galicia, con la distribución por sectores productivos, en la serie de datos 2001-2008:

Estructura de la generación de electricidad en Galicia (%)

Fuente. Balance energético de Galicia. INEGA 2008



Como se puede observar en la gráfica anterior, en la Comunidad tiene gran peso la energía termoeléctrica (más del 50 % el total), frente a la generada con biomasa y residuos que no alcanza el 2% del total.

10.2.2. EXPECTATIVAS DE FUTURO

Para evaluar la situación futura del sector de la generación de electricidad a partir de biomasa en la Comunidad Autónoma de Galicia, debemos hacer referencia al Decreto 149/2008, de 26 de junio, que describe en su artículo 2 b) la figura de las áreas de gestión de la biomasa (AGB) como áreas estratégicas en función de la potencialidad del recurso y de la logística del suministro, integrada por un conjunto de ayuntamientos que sirven de base territorial para un Plan empresarial de aprovechamiento de la biomasa y para la construcción y funcionamiento de una central de biomasa.

Estas áreas, de acuerdo con la propuesta de prelación presentada por la Dirección Xeral de Montes, son las siguientes:

Áreas de Gestión de Biomasa

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Decreto 149/2008, de 26 de junio.

ÁREAS DE GESTIÓN DE LA BIOMASA	
1	Xallas-Terra de Soneira
2	Terra Chá-Eume
3	A Fonsagrada-Meira
4	O Deza
5	Terra de Lemos-Chantada-Sarria
6	O Condado-Paradanta
7	Verín-A Limia

Según lo establecido en la resolución de 30 de abril de 2010 por la que se aprueba la relación de anteproyectos de instalación de centrales de biomasa seleccionados conforme a la Orden de 14 de noviembre de 2008 por la que se determina el objetivo de potencia máxima en megavatios para tramitar en el período 2008-2012 y se abre el plazo para la presentación de solicitudes de autorización de centrales de biomasa [modificado por

la resolución de 20 de enero de 2011 por la que se incorpora un nuevo anteproyecto de centrales de biomasa admitidos a trámite ...], los proyectos aprobados se indican en la tabla siguiente:

Relación de proyectos de centrales de biomasa aprobados.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Resolución de 30 de abril de 2010

Nombre de la planta	Localización	Potencia en MW	AGB
Mazaricos	Pino de Val, Mazaricos	10,000	1
Viveiro	Viveiro	10,000	2
Curtis-Teixeiro	Curtis	10,000	2
Vilalba	Vilalba	10,000	2
Cervantes	Cervantes	2,000	3
Forcarei	Forcarei	2,000	4
Terra de Lemos	A Pobra de Brollón	5,000	5
Barro-Meis	Barro-Meis	10,000	6
Ribadavia	Ribadavia (Ourense)	5,016	6
Ponteareas	Ponteareas	10,000	6
Verín-A Limia	P.I. Tamagos, Verín	5,000	7
A Veiga	A Veiga	0,984	7

10.3. TIPOS DE INSTALACIONES Y TECNOLOGÍAS

En las tecnologías disponibles actualmente para la generación de electricidad a partir de biocombustibles sólidos, son necesarias operaciones de pretratamiento adaptadas a las características físico-químicas de cada recurso y a su posterior transformación.

Así, para materiales sólidos son habituales la reducción y homogeneización granulométrica, la compactación y el secado, o bien, etapas de depuración y sistemas de limpieza físico-química aplicadas a biocombustibles líquidos y gases.

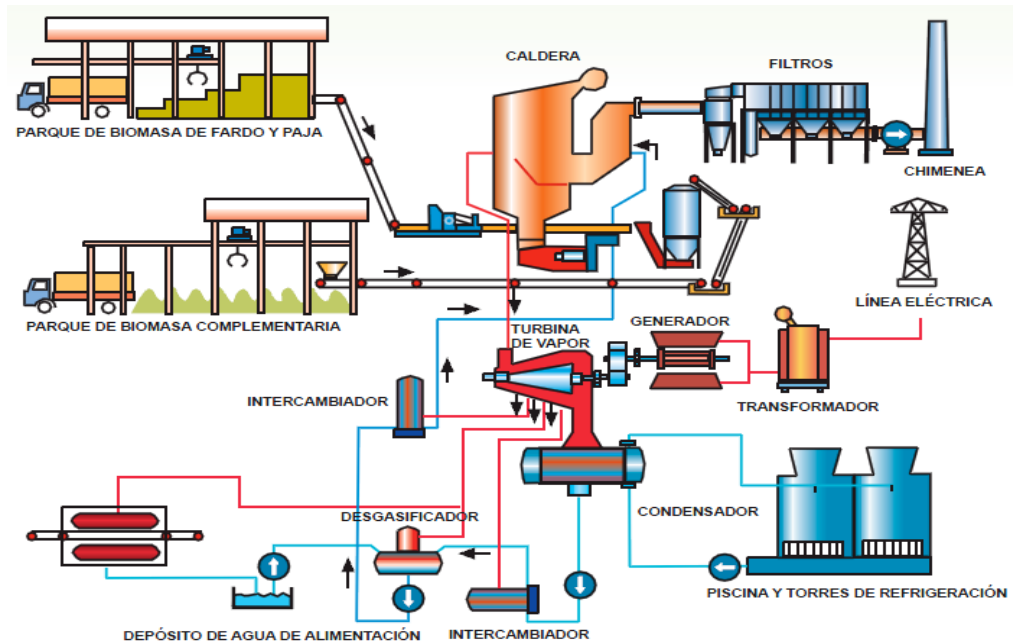
Considerando el tipo de biocombustibles utilizado y el nivel de desarrollo tecnológico, las aplicaciones eléctricas se clasifican de la siguiente forma:

- Instalaciones de generación eléctrica a partir de biocombustibles sólidos. Son instalaciones con un funcionamiento similar al de las centrales termoeléctricas, donde la combustión se realiza en calderas de parrilla o lecho fluidizado adaptadas al biocombustible, que aportan el calor necesario para generar vapor a elevada presión y temperatura. A este fluido se le aplica un ciclo de Rankine, que convierte el calor en trabajo. Como consecuencia de esto el fluido se expande en una turbina conectada a un generador

eléctrico y finalmente la electricidad es vertida a la red de transporte de alta tensión mediante la acción de un transformador. Es común incorporar equipos auxiliares en la caldera para incrementar la eficiencia global del proceso, como economizadores o recuperadores de calor residual, que precaldentan el agua o el vapor, con los gases de combustión a elevada temperatura antes de su vertido a la atmósfera. La siguiente figura muestra un diseño esquemático simple de una planta de combustión de biomasa sólida para generación de energía eléctrica.

Diseño esquemático simple de planta de combustión de biomasa sólida para generación de energía eléctrica

Fuente: Proyectos de biomasa. CNE del Gobierno de Chile.



- Instalaciones de generación eléctrica a partir de biocombustibles gaseosos. Existen varias tecnologías de producción de gas biocombustible para el que se adapta, en cada caso, un motor de combustión interna o turbina de gas, para conseguir un aprovechamiento térmico, mecánico y finalmente eléctrico a través de un generador. Una opción son los procesos termoquímicos, gasificación y pirólisis, que permiten obtener un gas compuesto fundamentalmente por monóxido de carbono e hidrógeno, que puede conectar con rutas de síntesis de biocarburantes de segunda generación a partir de material lignocelulósico.

La biomasa puede someterse a un proceso de gasificación en el que se obtiene un gas utilizable en motores de combustión interna que acoplados a un alternador produce energía eléctrica.

Una planta de estas características consta de tres áreas bien diferenciadas:

- Reactor de gasificación: donde se produce el proceso de combustión incompleta de la biomasa produciéndose un biogás.
- Sistema de limpieza: el gas obtenido debe ser limpiado y acondicionado antes de ser utilizado en los motores de combustión.

- Sistema de generación: los motores de combustión interna consumen el gas procesado logrando el movimiento de los alternadores acoplados y generando la energía eléctrica.

A este esquema básico se le podría añadir el sistema de acondicionamiento y tratamiento de la biomasa en el que el producto disponible se trata hasta conseguir el tamaño, la forma y la humedad necesaria para su introducción en el reactor.

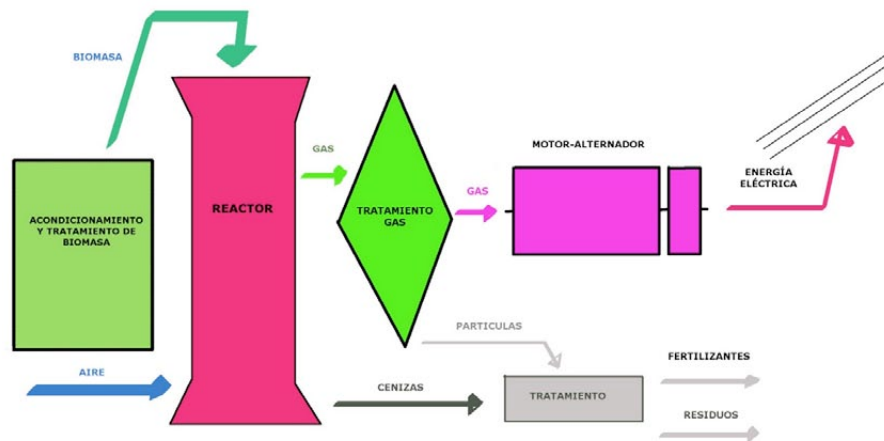
Es importante una caracterización previa de la biomasa disponible para el proceso. Sus características condicionan el tipo de tecnología a emplear. Por ejemplo, el tamaño de las partículas y su estabilidad en el tiempo condicionan el tamaño y la forma del reactor.

Las condiciones tipo que debe tener la biomasa a gasificar son:

- Humedad relativa: 10-20%
- Granulometría: 2-15 mm
- Densidad mínima: 200-250 kg/m³
- Contenido en cenizas: < 10%

Esquema de un proceso de generación eléctrica por gasificación de biomasa

Fuente: IBS Ingeniería



Otra posibilidad son los procesos bioquímicos, digestión anaerobia controlada y fermentación anaerobia natural, que aportan un gas con un alto contenido de metano, generalmente entre 50-70%. El biogás obtenido tiene uso directo como combustible, solo o en mezclas, o una vez depurado, puede emplearse en pilas como fuente de hidrógeno vía reformado, o como materia prima en la síntesis de gasolinas y otros biocombustibles. Además debe contemplarse la posibilidad de introducirlo en redes de distribución de gas natural, una vez purificado y con los aditivos necesarios. En cuanto a la opción de digestión anaerobia, cabe destacar que exige residuos de naturaleza líquida, con contenido suficiente en materia fermentable, composición y concentración relativamente estables. Como variante tecnológica, la codigestión, utiliza mezclas de residuos con carga orgánica de distinta naturaleza, tratando de compensar las carencias de un residuo con las características de otro, aumentando así su rendimiento.

El principal problema que presenta la gasificación de biomasa como tecnología para la generación eléctrica es la limpieza del gas resultante del proceso de las impurezas que lo acompañan.

10.4. MODELOS DE GESTIÓN EN LAS APLICACIONES ELÉCTRICAS

En paralelo a los elementos técnicos que permiten clasificar estas instalaciones, aparecen dos modelos generales para su gestión que dependen de parámetros asociados al recurso o a la aplicación y que admiten modificaciones tratando de adaptarse a la evolución del sector.

10.4.1. INSTALACIONES DE GRAN POTENCIA

Este modelo se aplica generalmente a biomasa forestal, residuos agrícolas y cultivos energéticos dispersos en una comarca, sujetos a variaciones en la producción y con propiedad fragmentada. Por economías de escala, estas plantas suelen ser superiores a 5 MW, requieren un suministro estable de grandes cantidades de materias primas y están sujetas a factores determinantes como el precio del recurso o la intersección entre las áreas de influencia de varias plantas. Los contratos de cesión de residuos con los agricultores o de suministro directo con profesionales del sector forestal, son herramientas que tratarán de garantizar el suministro del recurso.

10.4.2. INSTALACIONES DE MEDIANA O PEQUEÑA POTENCIA

Este modelo se aplica a residuos industriales y urbanos disponibles en el punto de transformación energética o en un entorno cercano y propiedad de quien realiza su aprovechamiento. También se presenta para biomasa ganadera aprovechada bien de manera individual en cada punto de origen o bien agrupada desde entornos cercanos para no incrementar demasiado los costes por logística. La producción y disponibilidad de cada tipo de residuo determina el dimensionado de la planta, resultando instalaciones generalmente con potencias inferiores a 2 MW donde las necesidades térmicas en los procesos son prioritarias.

10.5. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO Y COMPETENCIA

Existen casos en los que la industria generadora del residuo, al no poder asumir los costes de inversión para su valorización energética, opta por la venta del biocombustible como subproducto del proceso con fin energético para un uso alternativo. Uno de los ejemplos que conecta con esta alternativa es la fabricación de pelets a partir de residuos generados en industrias de transformación de la madera o agroalimentarias entre otras. Se trata de actividades económicas intermedias en la vía hacia la transformación en energía que puedan formar parte del negocio principal o constituirse como actividades independientes.

Así, en ocasiones, se plantean instalaciones que integran la generación de electricidad, la aplicación térmica y la fabricación de biocombustibles formando parte de un mismo negocio, que gestiona biomasa residual de diversa naturaleza como materia prima.

En la situación actual, aún siendo suficiente la capacidad global de la red eléctrica, en bastantes proyectos existe competencia por el acceso a la red con la energía eólica, fotovoltaica, termoelectrónica o cogeneraciones con gas natural.

Como premisa general, las plantas se dimensionan para utilizar materia prima en un área de influencia, aunque son posibles intersecciones entre zonas o fenómenos de importación o exportación. Por otro lado, existe competencia por el recurso con usos alternativos o con mercados consolidados como por ejemplo la industria del tablero con residuos forestales.

10.6. ANÁLISIS DE COSTES DE DISTINTOS MODELOS DE GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS

Se requieren inversiones intensivas en capital, influenciadas en gran medida por el factor de escala, situadas entre 2.800-3.400 €/kW para plantas de biocombustibles sólidos, o en el intervalo de 1.000-3.500 €/kW para biocombustibles gaseosos.

Las instalaciones de cogeneración y gasificación exigen inversiones específicas para cada caso, que pueden estar entre 900 €/kW y 3.500 €/kW respectivamente, según la complejidad tecnológica.

En los análisis de sensibilidad para determinar la rentabilidad de estos proyectos destaca la influencia de los costes de explotación. Excluyendo la adquisición de biocombustibles, estos costes se sitúan entre 50-65 €/MWh para plantas que operan con sólidos, o entre 40-80 €/MWh para biocombustibles gaseosos.

Por otro lado, el precio que puede considerarse para la materia prima sólida puesta en planta en las condiciones actuales del mercado es variable, en función del tipo de recurso, humedad...

Como principal condicionante económico en la operación de estas instalaciones debe citarse el valor de la prima a la generación eléctrica, que varía en función del tipo de proyecto y que en el momento actual establece un marco favorable para la venta de electricidad a partir de esta renovable.

Análisis de costes de las distintas tecnologías

Fuente: Elaboración propia a partir de diversas fuentes

	TIPO DE TECNOLOGÍA				
	PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS	PLANTAS DE BIOCOMBUSTIBLES GASEOSOS	INSTALACIONES DE COGENERACIÓN	INSTALACIONES DE GASIFICACIÓN	PILAS DE BIOCOMBUSTIBLES
CÓSTE DE INVERSIÓN (€/kW)	2.800-3.400	1.000-3.500	900	3.500	3.200-5.000 (**)
CÓSTE DE EXPLOTACIÓN (€/MWh)	50-65 (*)	40-80 (*)	---	---	1,5-12,3

(*) No se incluyen los costes de adquisición del biocombustibles.

(**) Inversión inicial por instalación modular.

ZONAS DE INFLUENCIA DE LAS EMPRESAS
DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA

1 1



11.1.1.1. **INDUSTRIA DEL ASERRADO**

Para poder evaluar la influencia de las serrerías en Galicia y Portugal, se debe realizar un análisis del sector, en el que se observe la caracterización del mismo para, de este modo, poder evaluarlo con respecto a mercados competidores por la materia prima.

Caracterización de la industria del aserrado. Galicia y Portugal

Fuente: CIS- Madera 1999 (Galicia), AIMMP2001 (Portugal) (*)A.Babío 2006 (**)Fearnaga 2006

	GALICIA	PORTUGAL
NÚMERO DE ASERRADEROS	365 (*)	350
NÚMERO DE TRABAJADORES	4.000	6.300
FACTURACIÓN (MILLONES DE €)	180	469
CONSUMO TOTAL DE MADERA (MILLONES DE m3 cc)	2.750.000	2.665.000
EMPRESAS CON EXPLOTACIÓN FORESTAL	40%(**)	4%
EMPRESAS CON 2ª TRANSFORMACIÓN	12%	34%

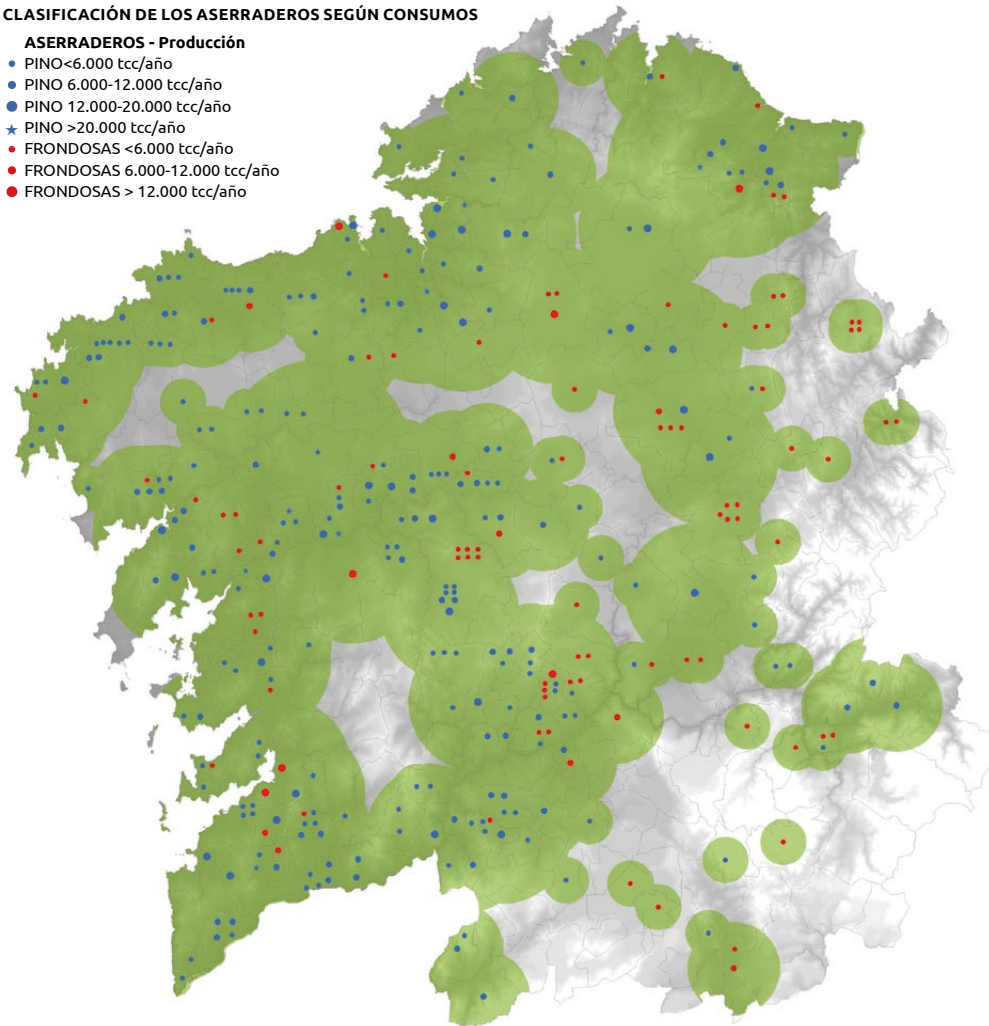
Si no se tienen en cuenta las vías de comunicación al recurso, y se establece un radio mínimo teórico dependiente del consumo de materia prima por cada industria del aserrado gallega, la distribución geográfica de los mismos se indica en la figura siguiente, donde se incluye el radio de actuación para cada serrería según el volumen de materia prima consumido. Este radio de actuación es teórico, al comercializarse madera para aserrado en toda Galicia, pero la gráfica representa la mayor presión sobre el recurso, al reducir el coste de adquisición según cercanía al centro consumidor.

Zona de influencia teórica de la industria de aserrado en Galicia

Fuente. TRAGSATEC 2011. A partir de "La industria del aserrado en Galicia". Jesús Sánchez Rocha et al

CLASIFICACIÓN DE LOS ASERRADEROS SEGÚN CONSUMOS

- ASERRADEROS - Producción**
- PINO <6.000 tcc/año
 - PINO 6.000-12.000 tcc/año
 - PINO 12.000-20.000 tcc/año
 - ★ PINO >20.000 tcc/año
 - FRONDOSAS <6.000 tcc/año
 - FRONDOSAS 6.000-12.000 tcc/año
 - FRONDOSAS > 12.000 tcc/año



11.1.1.2. INDUSTRIA DE TABLERO Y CHAPA

La industria del tablero y chapa en Galicia se caracteriza por ser un sector consolidado con un mercado de abastecimiento ya establecido. En la figura siguiente que muestran las fábricas existentes de tablero y chapa y un radio tipo de distribución (no se tienen en cuenta las comunicaciones), para poder observar el área de influencia de este sector en Galicia.





Aunque no estén indicadas, al no disponer de datos concretos, se deberá tener en cuenta la existencia de un mercado importante con Portugal, que influye en los flujos de madera de la comunidad.

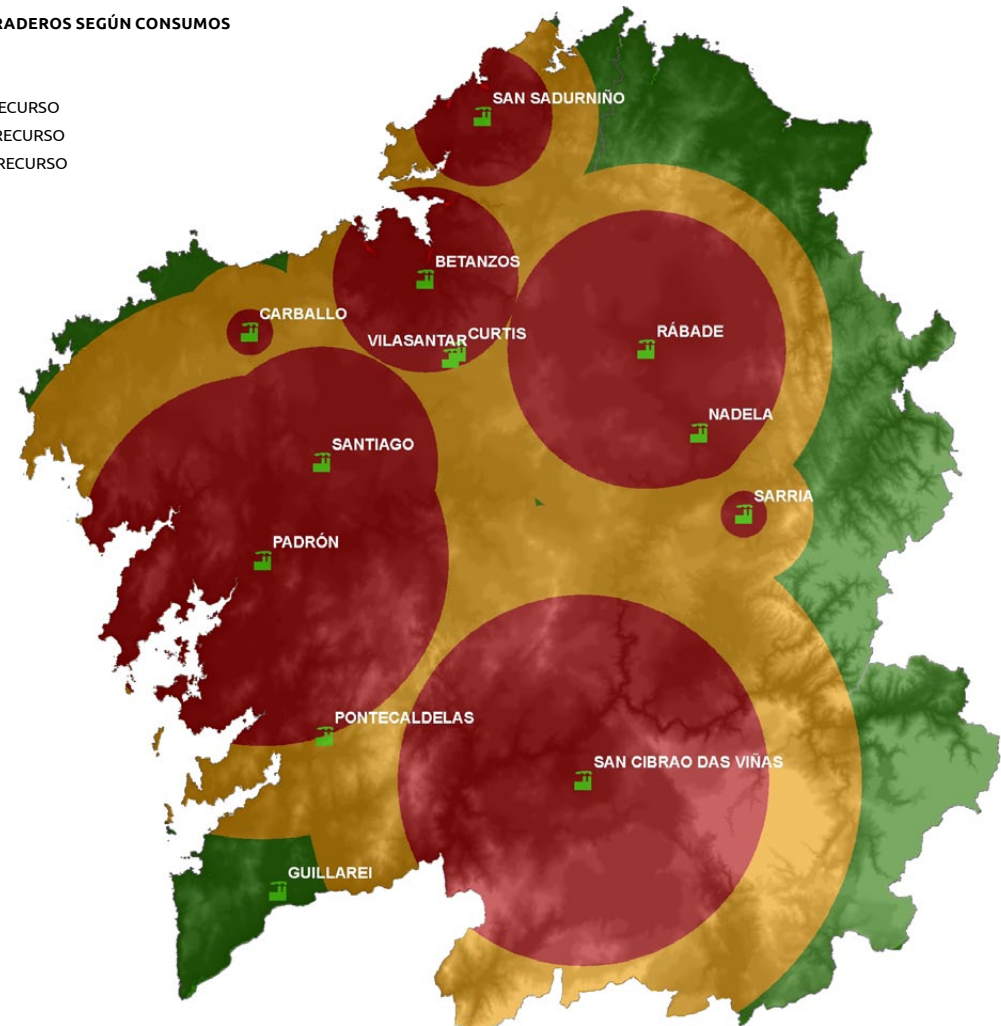
Este radio de actuación es teórico, al comercializarse madera para tablero y chapa en toda Galicia, pero la gráfica representa la mayor presión sobre el recurso, al reducir el coste de adquisición según cercanía al centro consumidor.

Zona de influencia teórica de la industria de tablero y chapa en Galicia

Fuente. TRAGSATEC 2011.

CLASIFICACIÓN DE LOS ASERRADEROS SEGÚN CONSUMOS

-  INDUSTRIA DEL TABLERO
-  PRESIÓN MEDIA SOBRE EL RECURSO
-  MAYOR PRESIÓN SOBRE EL RECURSO
-  MENOR PRESIÓN SOBRE EL RECURSO



* No se considera la influencia de Tablestuy, Nefab, Aserpal y Losán por utilizar madera de alta calidad de la que se proveen en toda la Comunidad




11.1.1.3. INDUSTRIA DE PASTA Y PAPEL

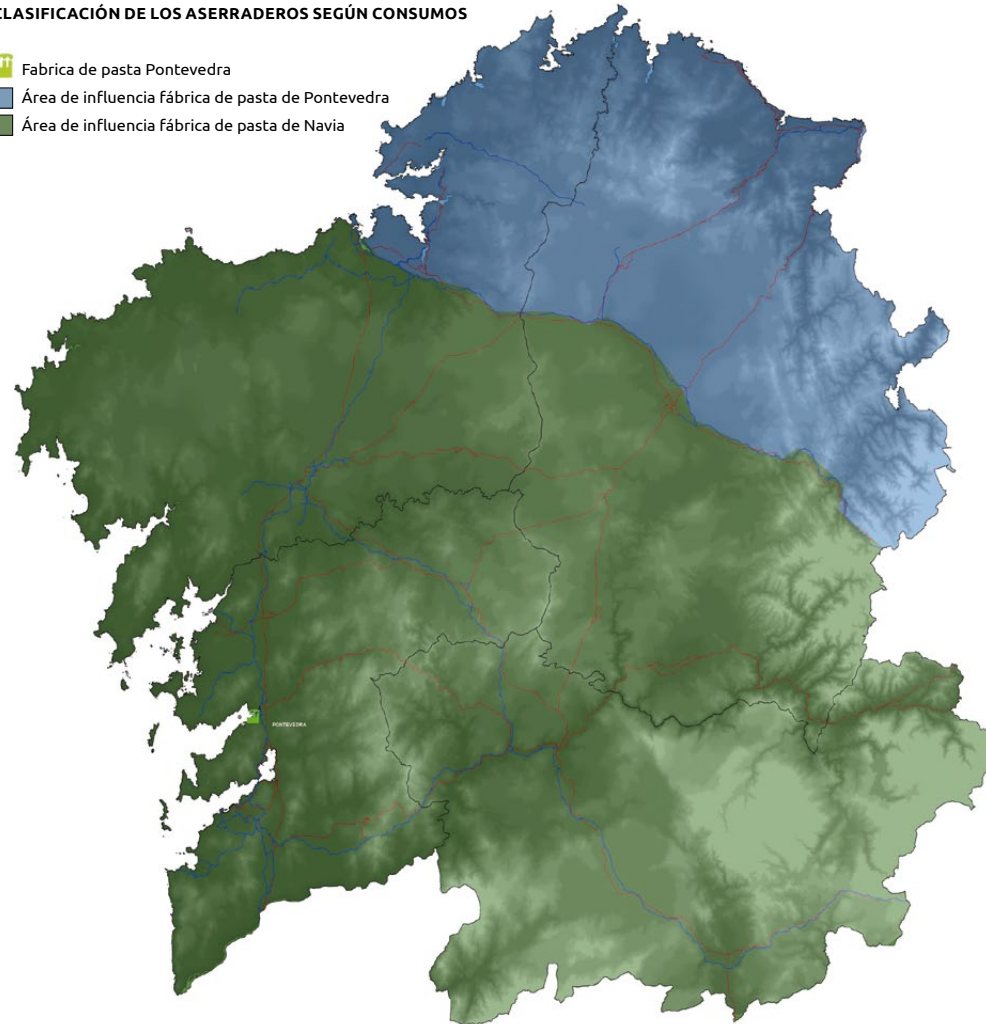
La industria de pasta y papel, como en el caso de la industria de tablero, se ve influenciada por los flujos de materia prima entre Galicia, Asturias y Portugal. Para poder hacer un análisis del sector en Galicia se debe tener en cuenta la influencia de Pasta y papel Navia, que se abastece para su proceso productivo de madera gallega. Las áreas de explotación del recurso se distribuyen aproximadamente como se indica en la figura siguiente:

Área de influencia teórica de la industria de Pasta y papel en Galicia

Fuente. TRAGSATEC 2011

CLASIFICACIÓN DE LOS ASERRADEROS SEGÚN CONSUMOS

-  Fabrica de pasta Pontevedra
-  Área de influencia fábrica de pasta de Pontevedra
-  Área de influencia fábrica de pasta de Navia



ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS EN
CENTROS DE CONSUMO POTENCIALES PROPUESTOS

12



12.1. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS EN CENTROS DE CONSUMO POTENCIALES PROPUESTOS

Para poder estudiar la viabilidad de las centrales propuestas se hace un estudio previo de existencias disponibles según distancia al centro de consumo, para ello se valoran los siguientes condicionantes:

- **BFP.-** Refleja el potencial de una planta para abastecerse de la biomasa que se genera en los aprovechamientos forestales. En la actualidad existe una clara infrutilización de este recurso pero se comienza con un tímido despegue mediante operaciones de retirada de BFP en forma de pacas o astillas. El borrador de la nueva Lei de Montes de Galicia ya recoge la obligatoriedad de retirar la BFP de cualquier aprovechamiento salvo que existan requisitos ambientales, erosivos, etc. que lo desaconsejen.
- **Potencialidad de implantación de cultivos energéticos.-** Se realiza una estimación, mediante la puesta en valor de superficies agrarias abandonadas. En este documento se ha estimado la existencia de superficies agrarias gallegas en estado de abandono y con altas potencialidades para acoger cultivos energéticos, tanto agrícolas como forestales. La existencia de amplias superficies para la implantación de estos cultivos refleja una oportunidad para las centrales de aumentar las existencias y el suministro de biomasa. En este apartado se considerará la superficie total apta para la implantación de cultivos energéticos en terrenos agrarios en estado de abandono, tal y como fueron definidos en el apartado 7.3.5, sin entrar a valorar su dificultad de movilización y puesta en valor.
- **Otras fuentes de aprovisionamiento de biomasa.-** Uno de los aspectos más controvertidos en la actualidad sobre los cultivos energéticos es su definición exacta fruto de los intereses contrapuestos de la industria de la biomasa y la industria del tablero y la pasta de papel. A modo resumen se puede indicar que el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio realizó en 2008 una interpretación del RD 661/2007 en relación a los combustibles clasificados como biomasa, en el que venía a considerar que una plantación de una especie forestal puede ser considerada como cultivo energético si

existe un documento de planificación técnica a largo plazo. En la práctica ese criterio parece difícil de asumir en numerosos casos, por ejemplo en Galicia en el caso de propietarios particulares con parcelas de menos de 1 ha, donde la planificación forestal no es posible.

Puesto que este criterio deberá ser aclarado y regulado en el futuro a través de normativas autonómicas, tal y como reconoce dicho documento del MITC, se ha decidido calcular la cantidad de biomasa forestal existente en el entorno de una planta por sí en el futuro un mismo recurso forestal puede tener diferentes aplicaciones finales.

De entre las principales especies forestales gallegas se ha decidido estudiar el caso del *Eucalyptus globulus* por cuanto es la que mayores aptitudes tiene para ser considerado cultivo energético (alta capacidad de crecimiento, alta capacidad de rebrote, amplia presencia en el territorio, etc.).

Por este motivo en este estudio se calcula el crecimiento anual de las masas de *E. globulus* a través de los datos del III Inventario Forestal Nacional en el entorno de cada instalación. El resultado de estos cálculos se indica individualmente para cada central de biomasa propuesta en los apartados siguientes.

Para realizar un cálculo de existencias de *Eucalyptus globulus* susceptible de



aprovechamiento como cultivo energético por cada central, se establecen las áreas en las que la especie se sitúa como principal o secundaria en el IFN3. Mediante los cálculos de aprovechamiento de la especie en los que el factor pendiente va a ser determinante para considerar superficies potencialmente aprovechables del recurso, se establecen cantidades anuales susceptibles de aprovechamiento, teniendo en cuenta el incremento anual de volumen con corteza.

Para cada instalación existente y propuesta se realizan cálculos estimativos de existencias disponibles en varios radios de actuación, en los que la disponibilidad real de biomasa vendrá determinada por diversos factores, como el coste que esté dispuesto a pagar cada centro de consumo, la competencia sobre el recurso o la capacidad para la puesta en valor de los terrenos agrarios abandonados.






12.1.1. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN MAZARICOS

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

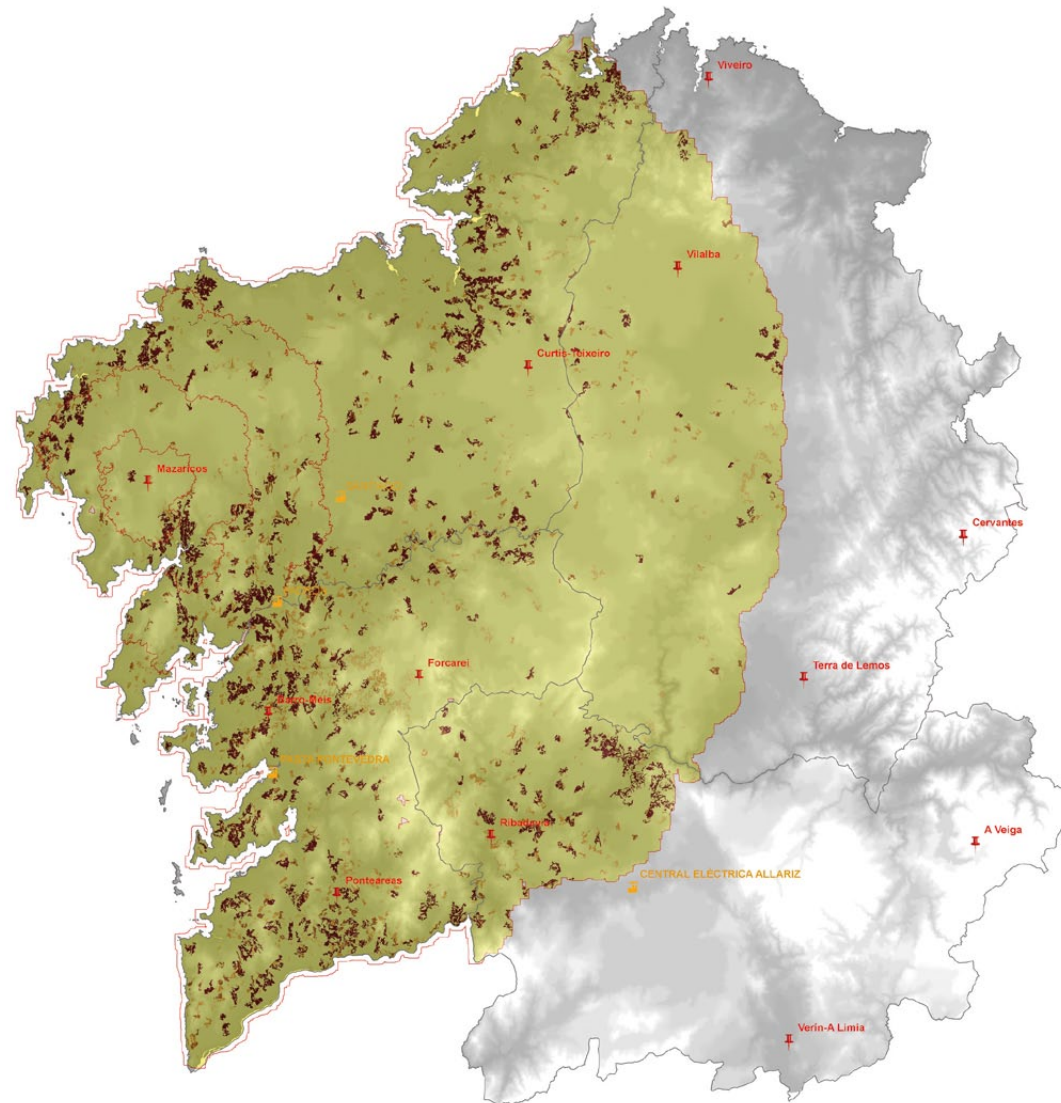
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

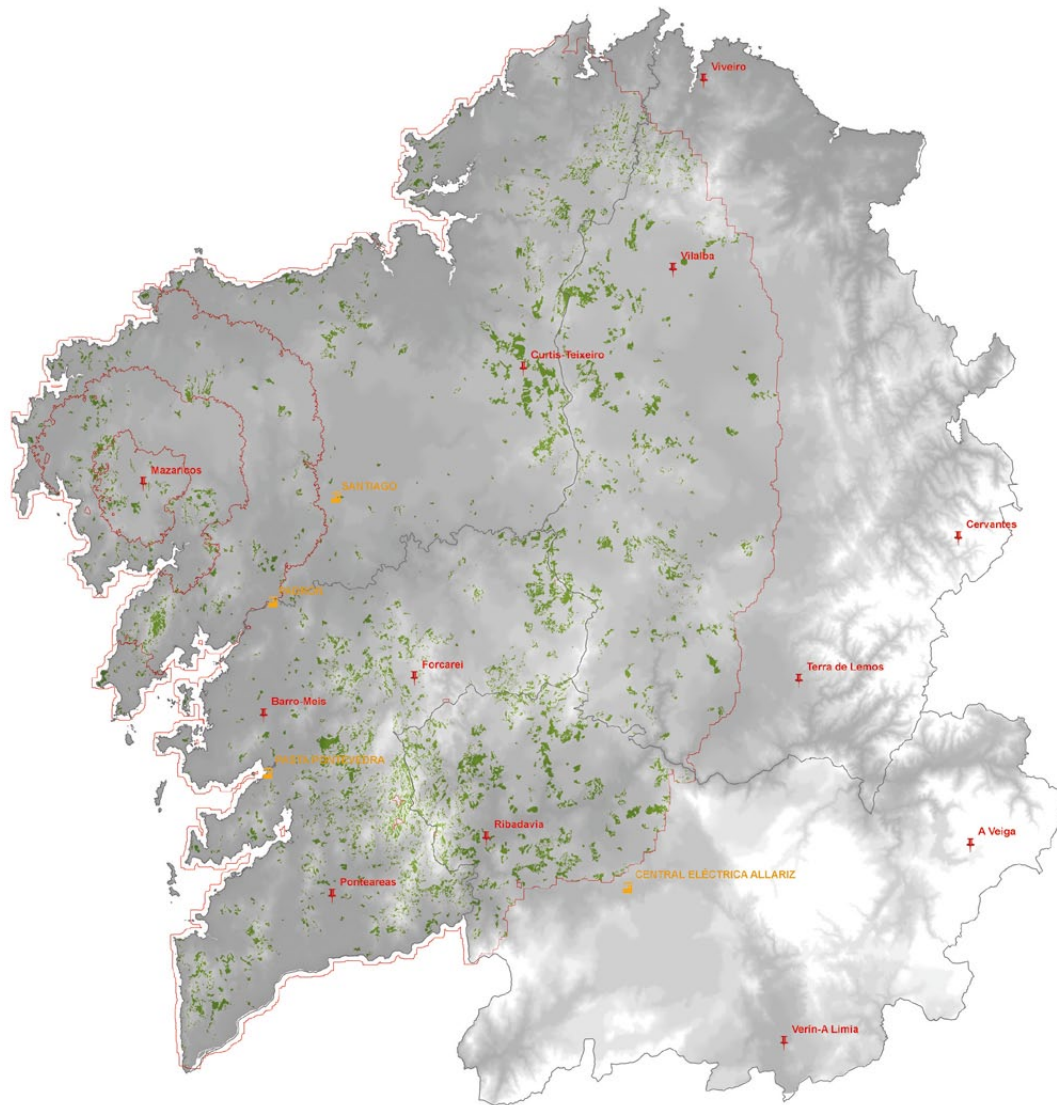
-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200

Existencias del BFP en la zona de influencia de la central de Mazaricos (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	8.000
15-30 km	35.000
30-50 km	78.000
50-160 km	395.000





Possibilidade de aproveitamento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS


Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Mazaricos


Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

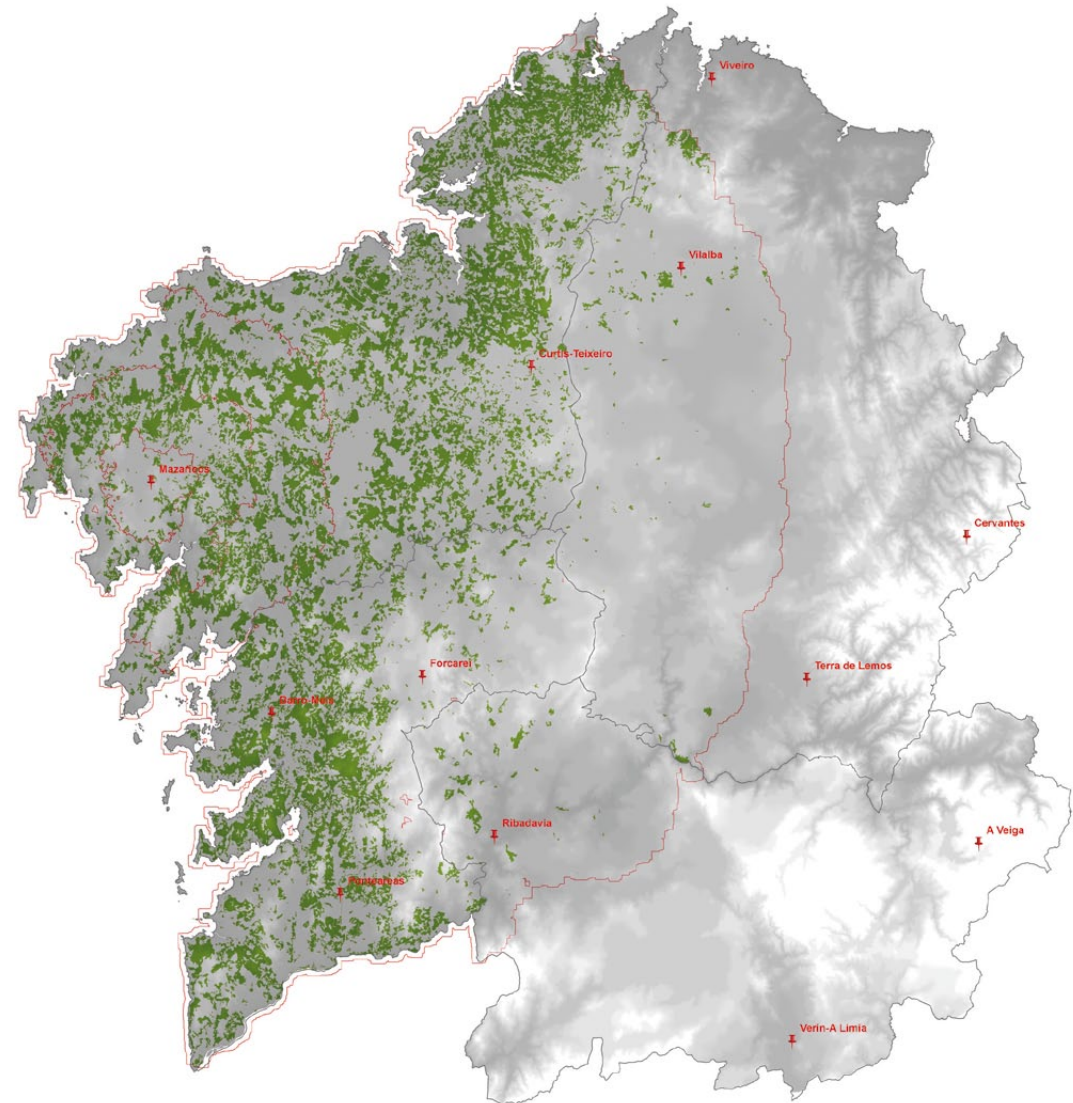
DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	12.000
15-30 km	26.000
30-50 km	39.000
50-160 km	641.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

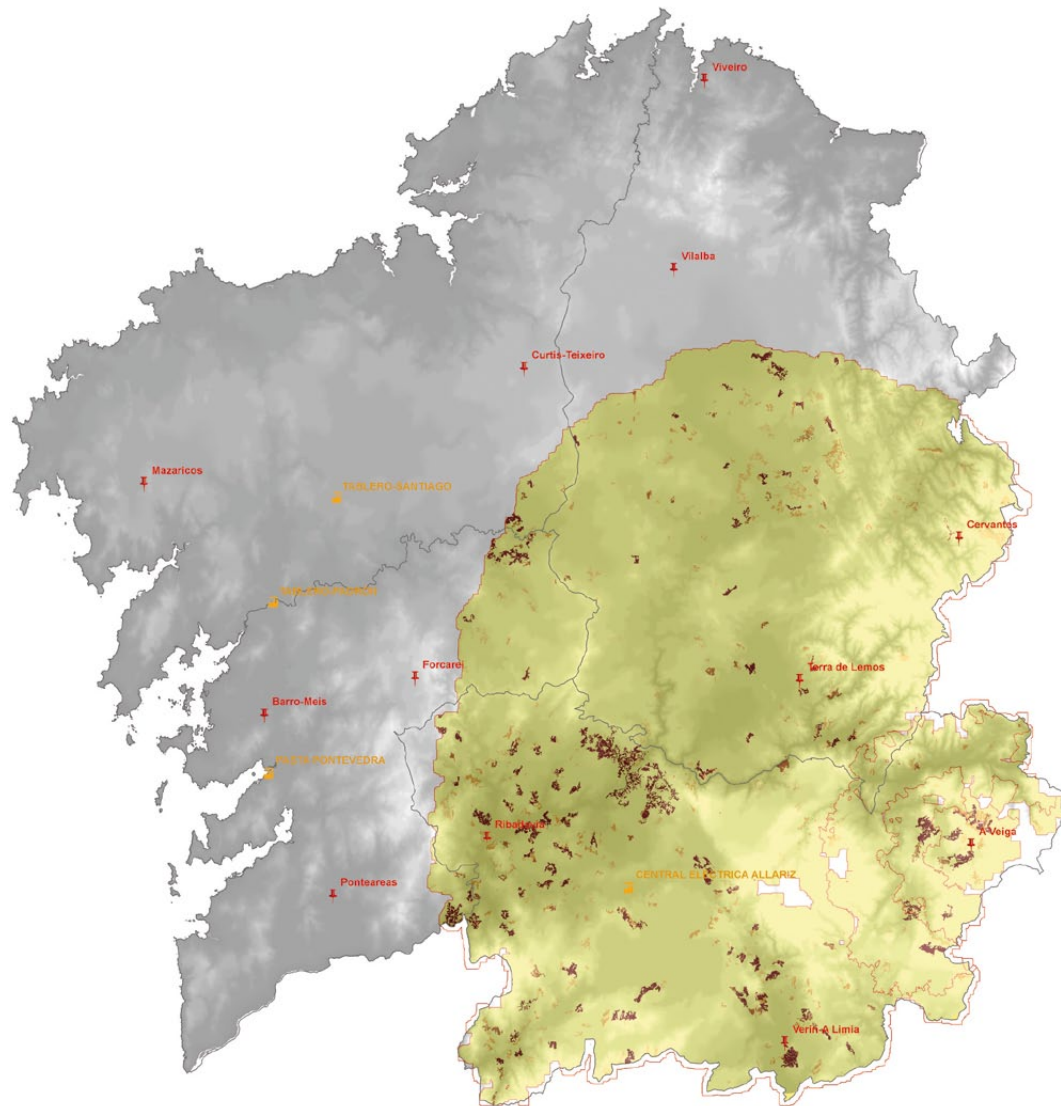
 SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO



Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Mazaricos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	19.300
15-30 km	215.200
30-50 km	378.600
50-160 km	1.760.000




12.1.2. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN A VEIGA






Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200




Existencias de BFP en la zona de influencia de la central de A Veiga (20% humedad)

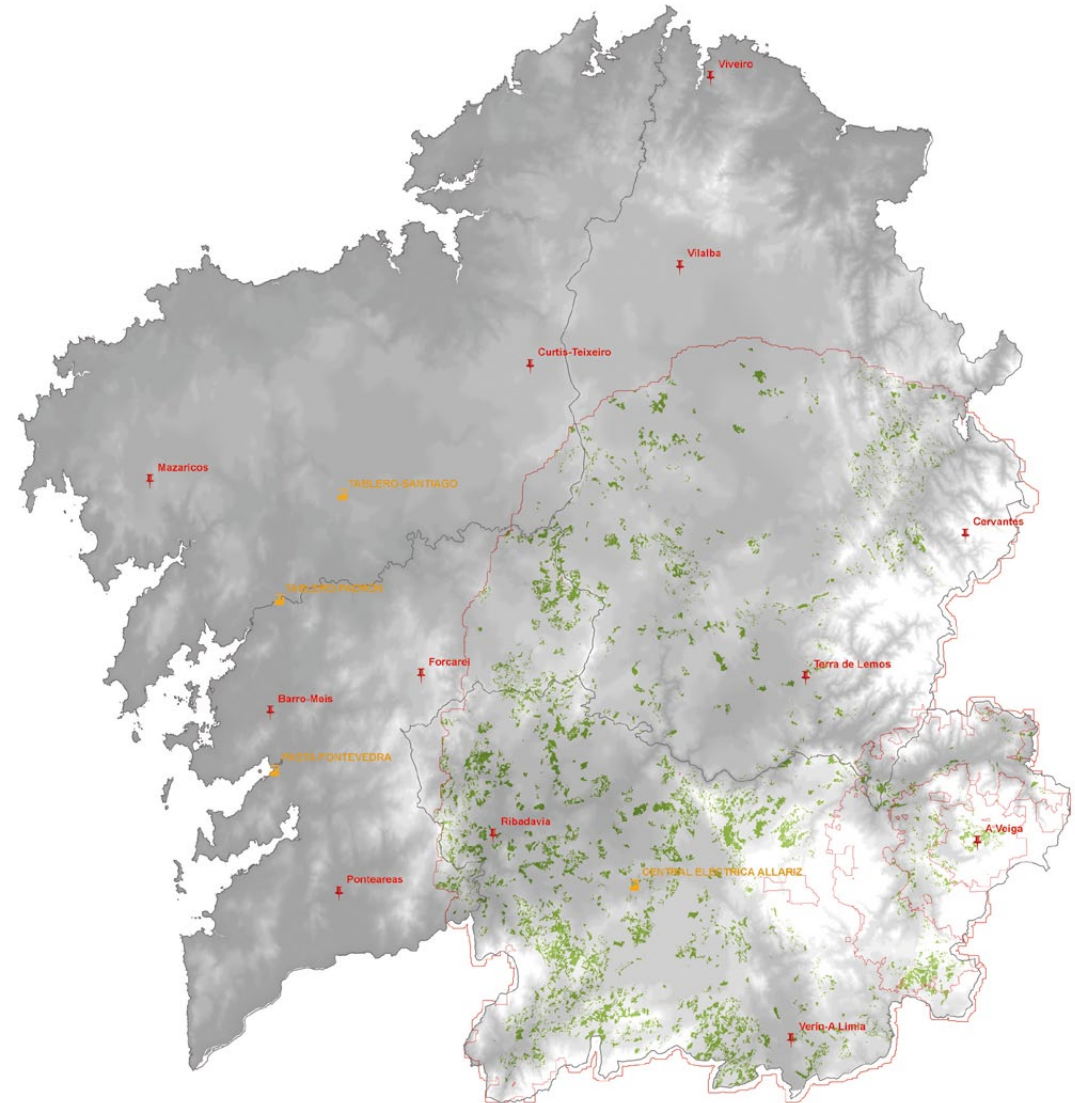
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	6.000
15-30 km	4.000
30-50 km	9.000
50-160 km	151.000

Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

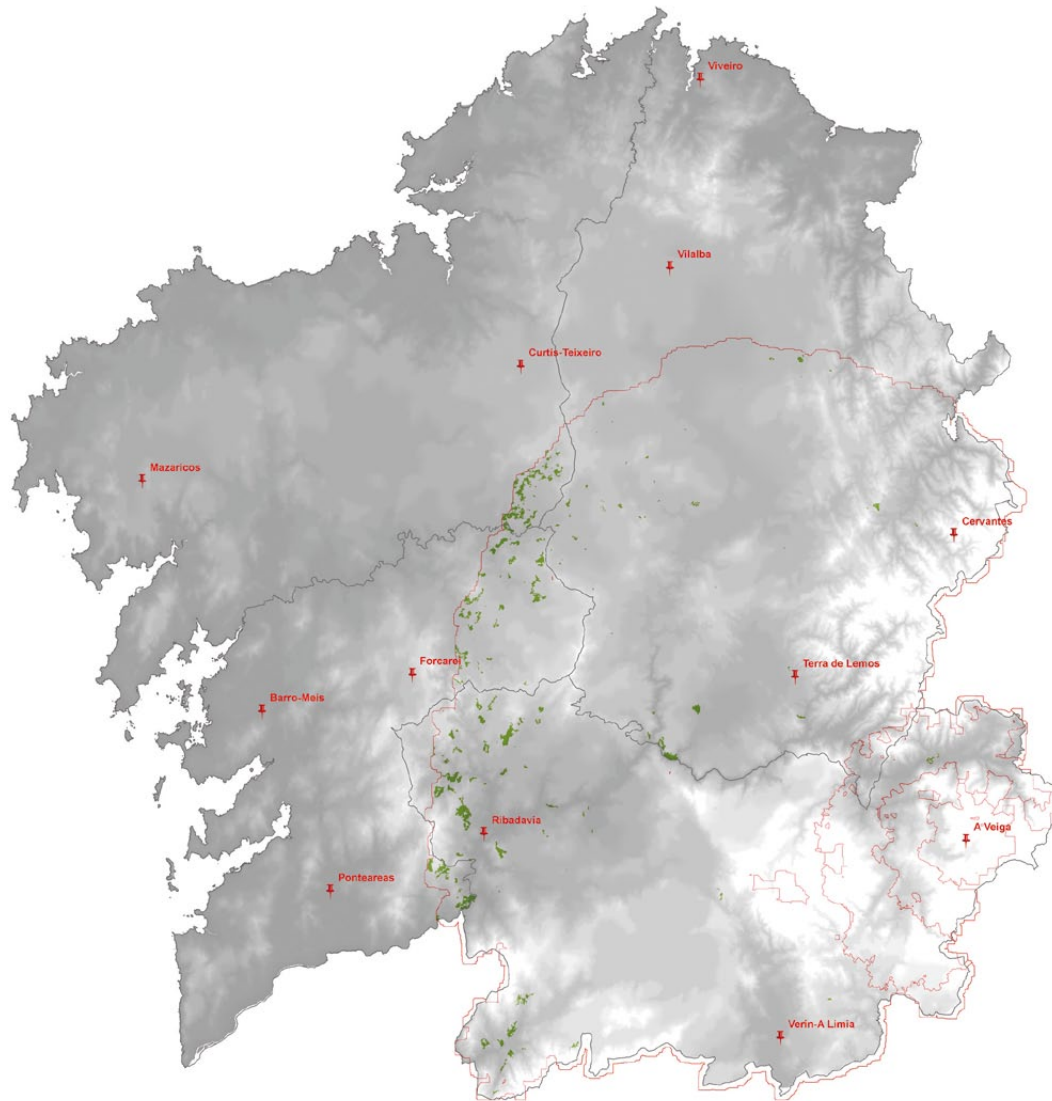
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en A Veiga



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	11.000
15-30 km	10.000
30-50 km	31.000
50-160 km	587.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO

Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de A Veiga



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	-
50-160 km	76.000






12.1.3. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN VIVEIRO

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

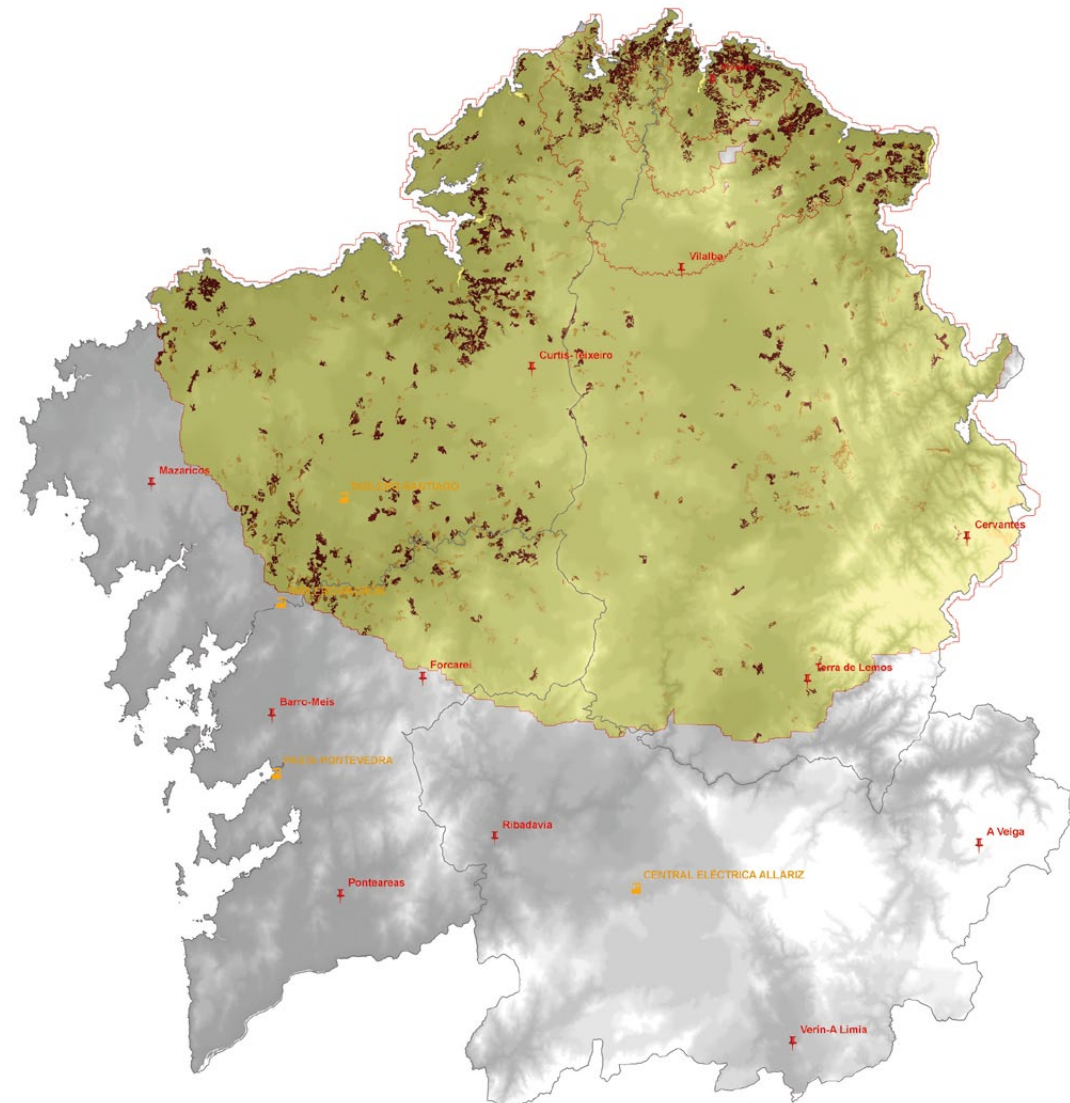
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

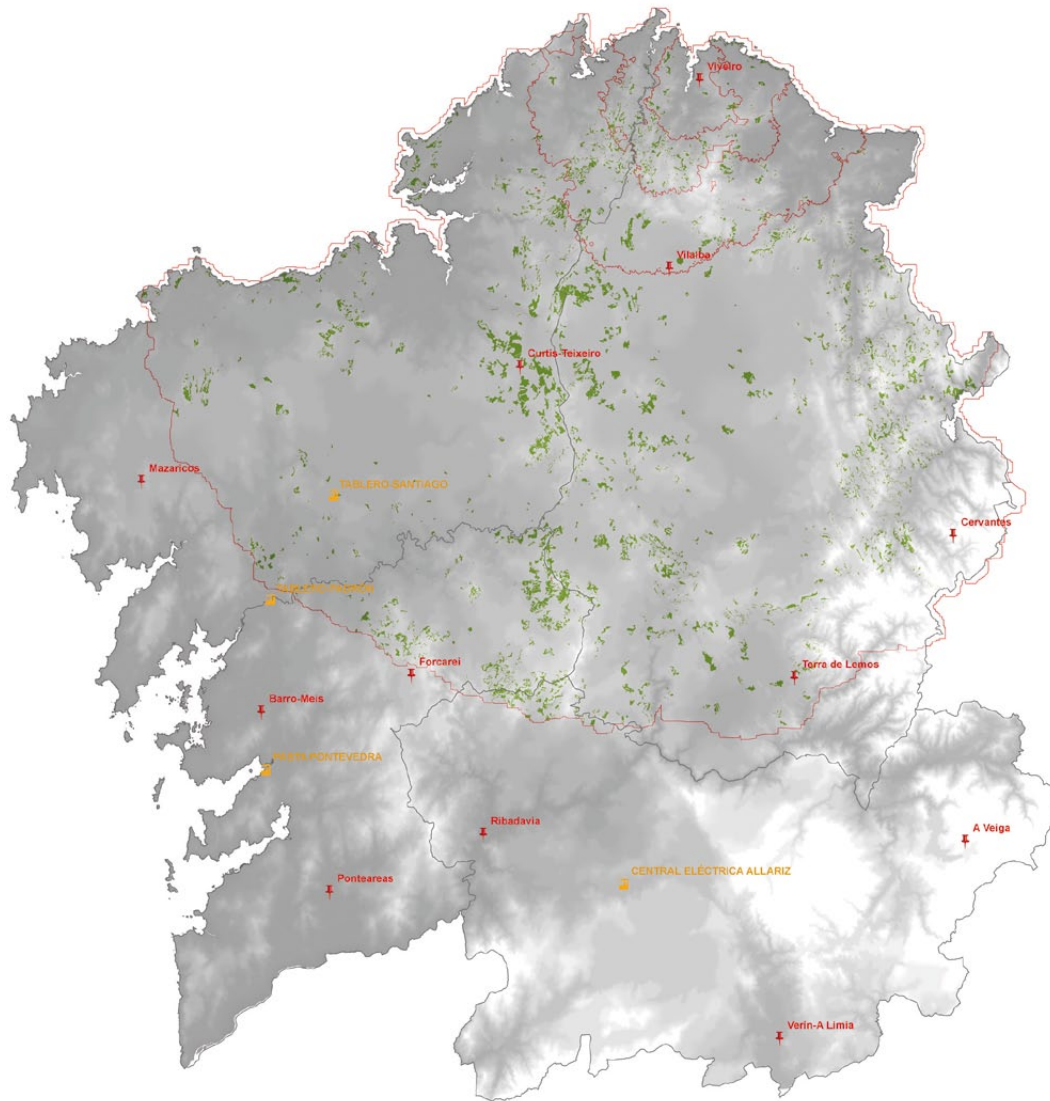
-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200

Existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Viveiro (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	27.000
15-30 km	56.000
30-50 km	52.000
50-160 km	261.000





Possibilidade de aproveitamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Viveiro

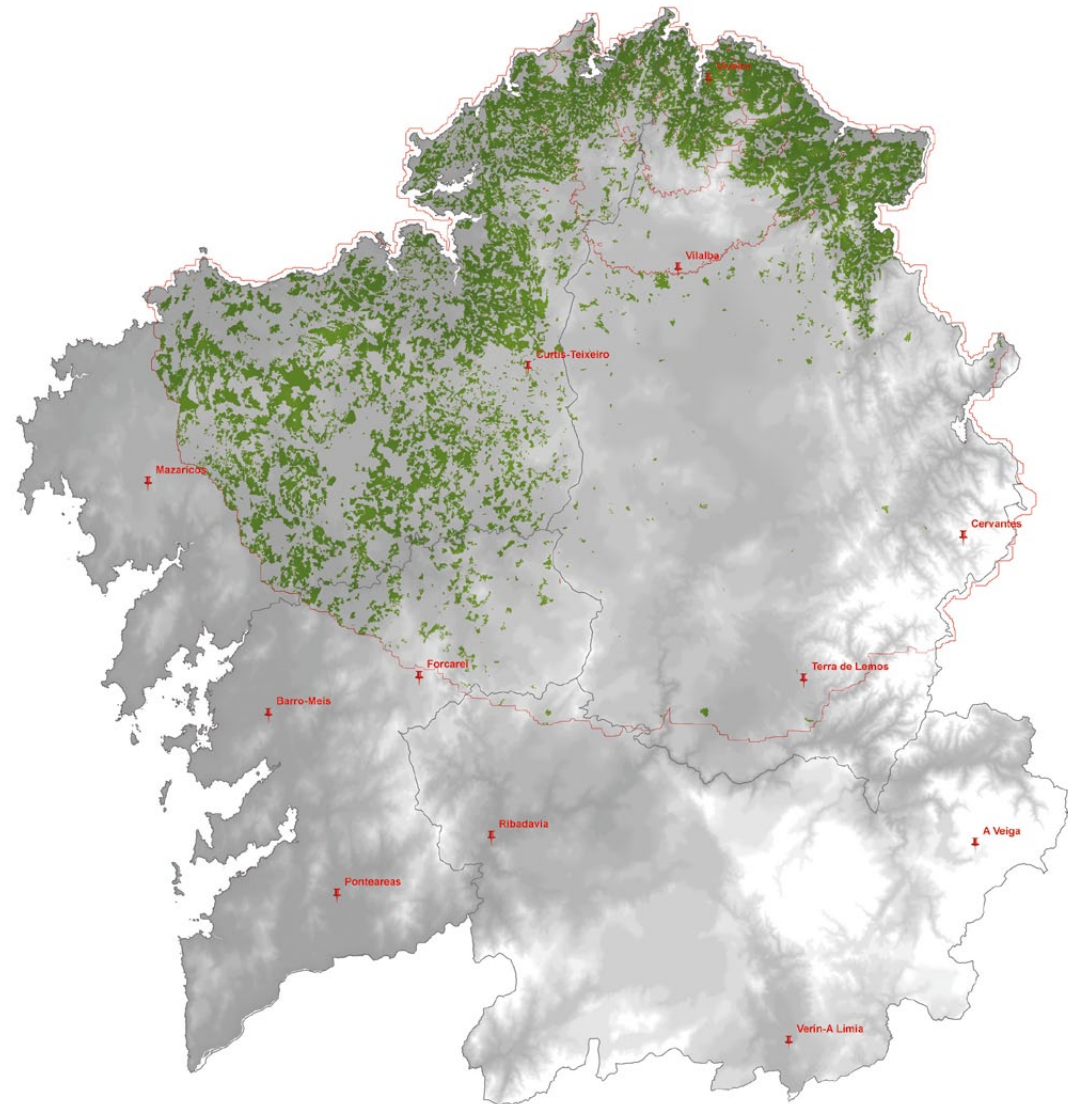
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	4.000
15-30 km	19.000
30-50 km	35.000
50-160 km	389.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3

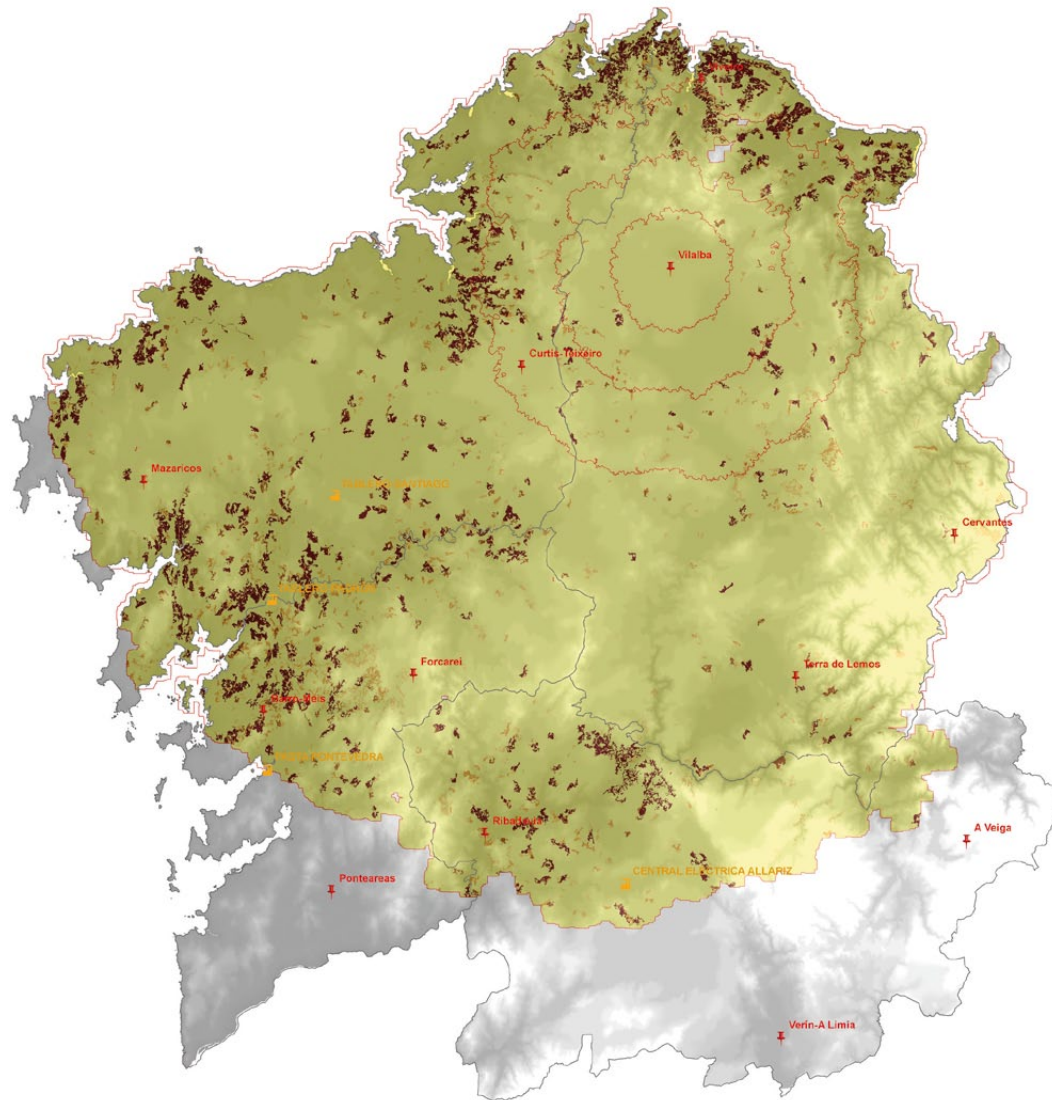
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO



Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Viveiro

Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	76.000
15-30 km	150.000
30-50 km	233.000
50-160 km	1.468.000




12.1.4. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN VILAIBA






Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200




Existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Viveiro (20% humedad)

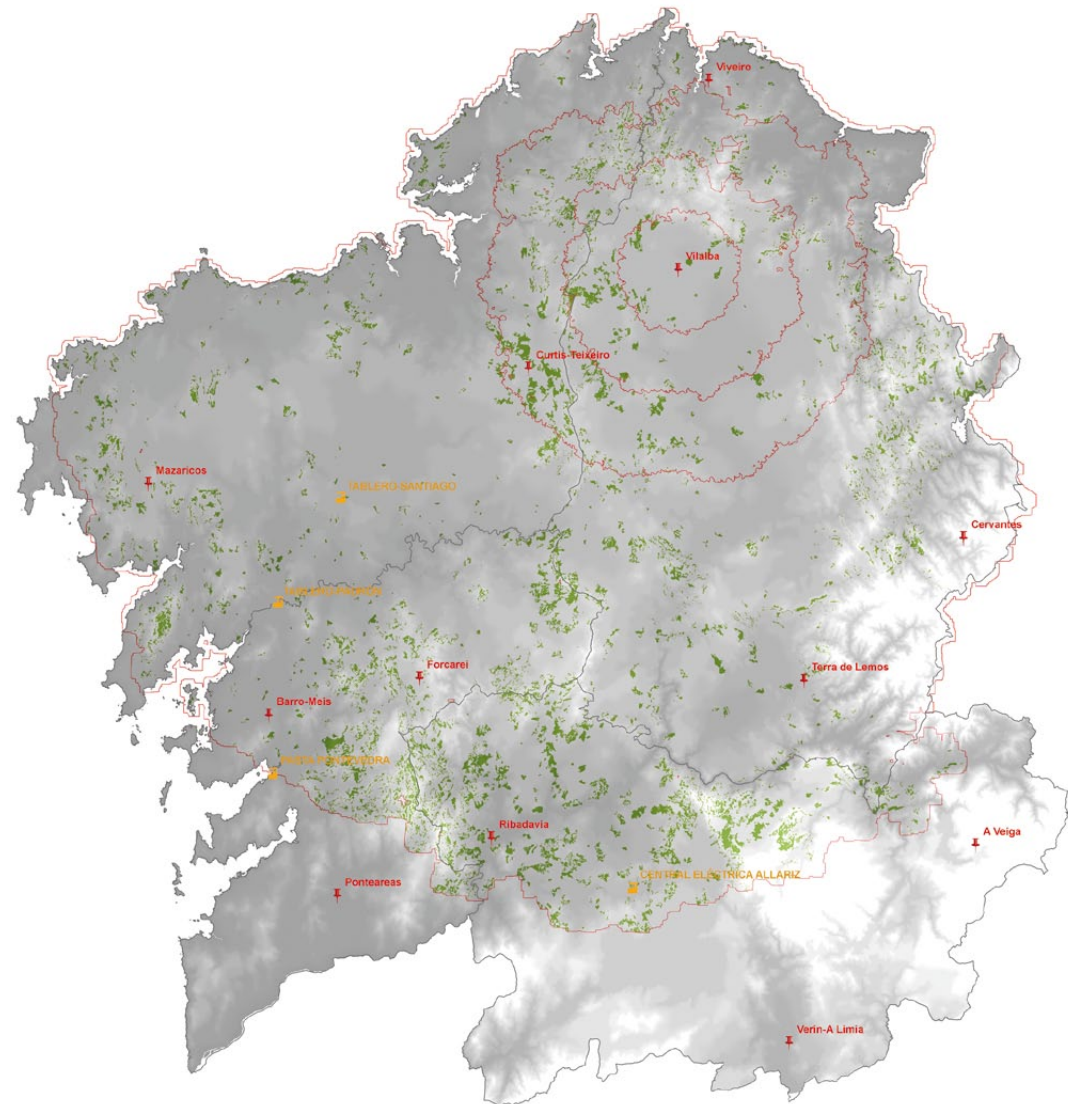
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	1.300
15-30 km	15.500
30-50 km	86.000
50-160 km	455.500

Possibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3

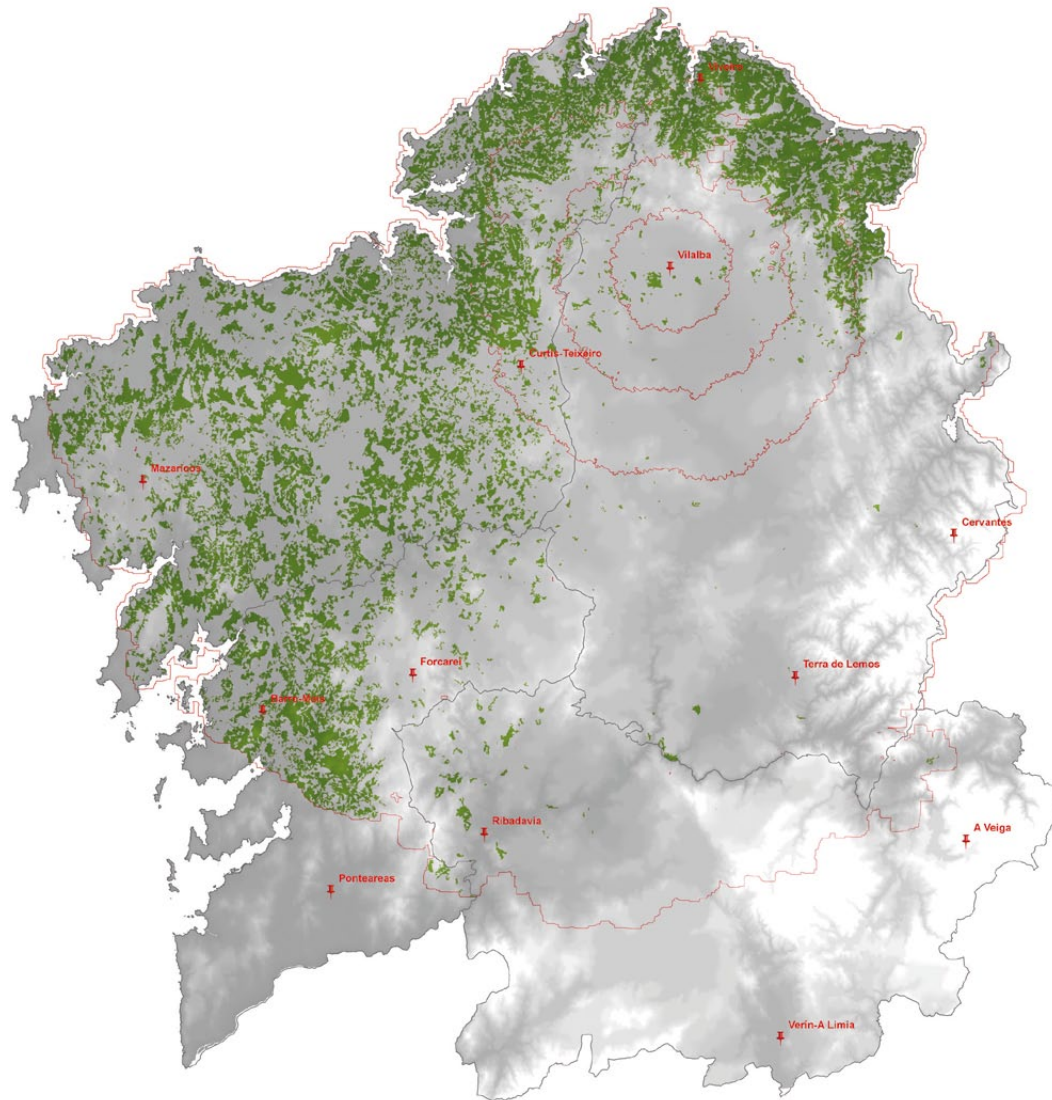
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Vilaíba



Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	14.000
15-30 km	46.000
30-50 km	132.000
50-160 km	637.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO

Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Vilalba



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	12.800
15-30 km	28.000
30-50 km	418.600
50-160 km	2.047.000






12.1.5. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN CERVANTES

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

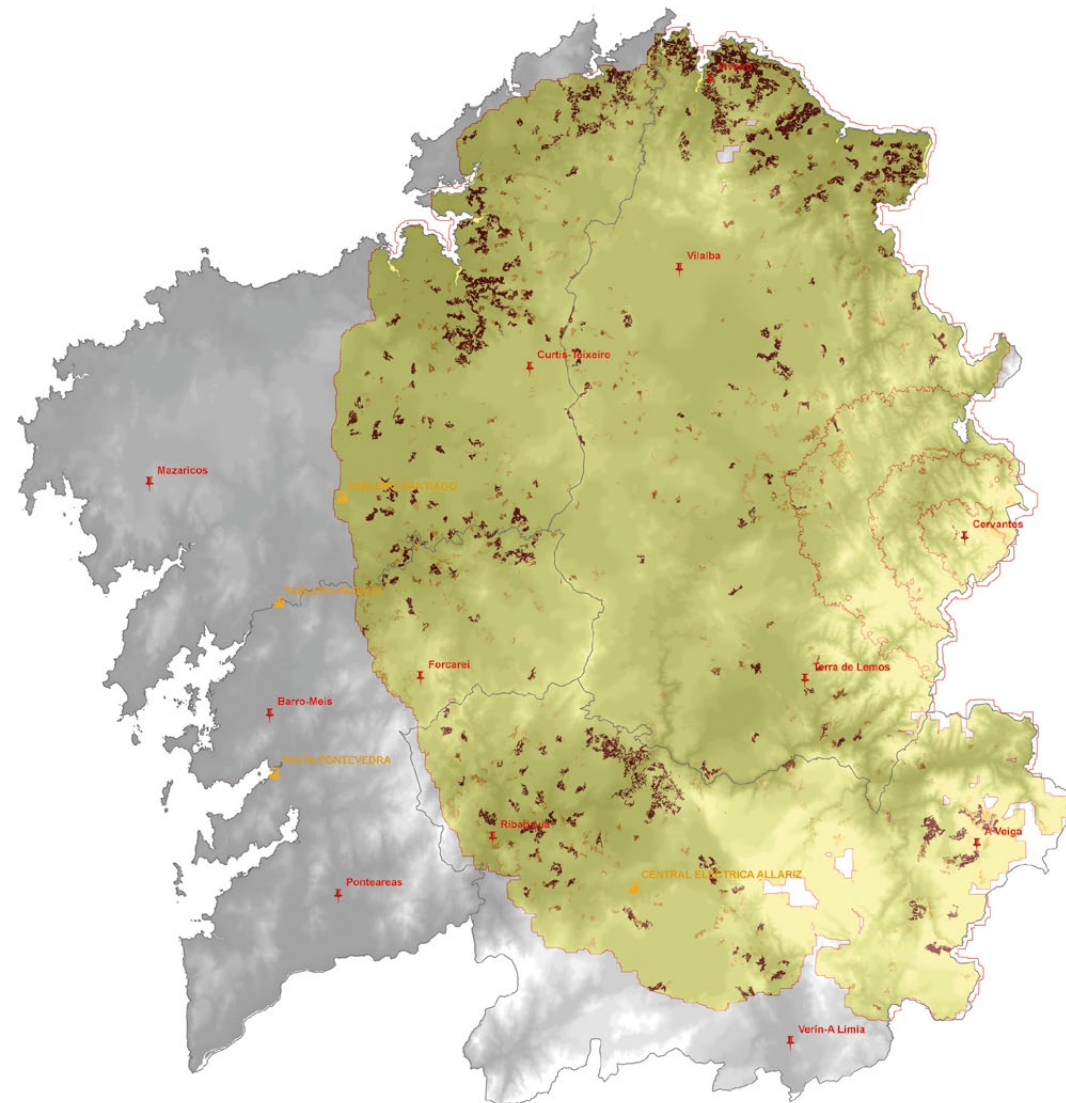
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

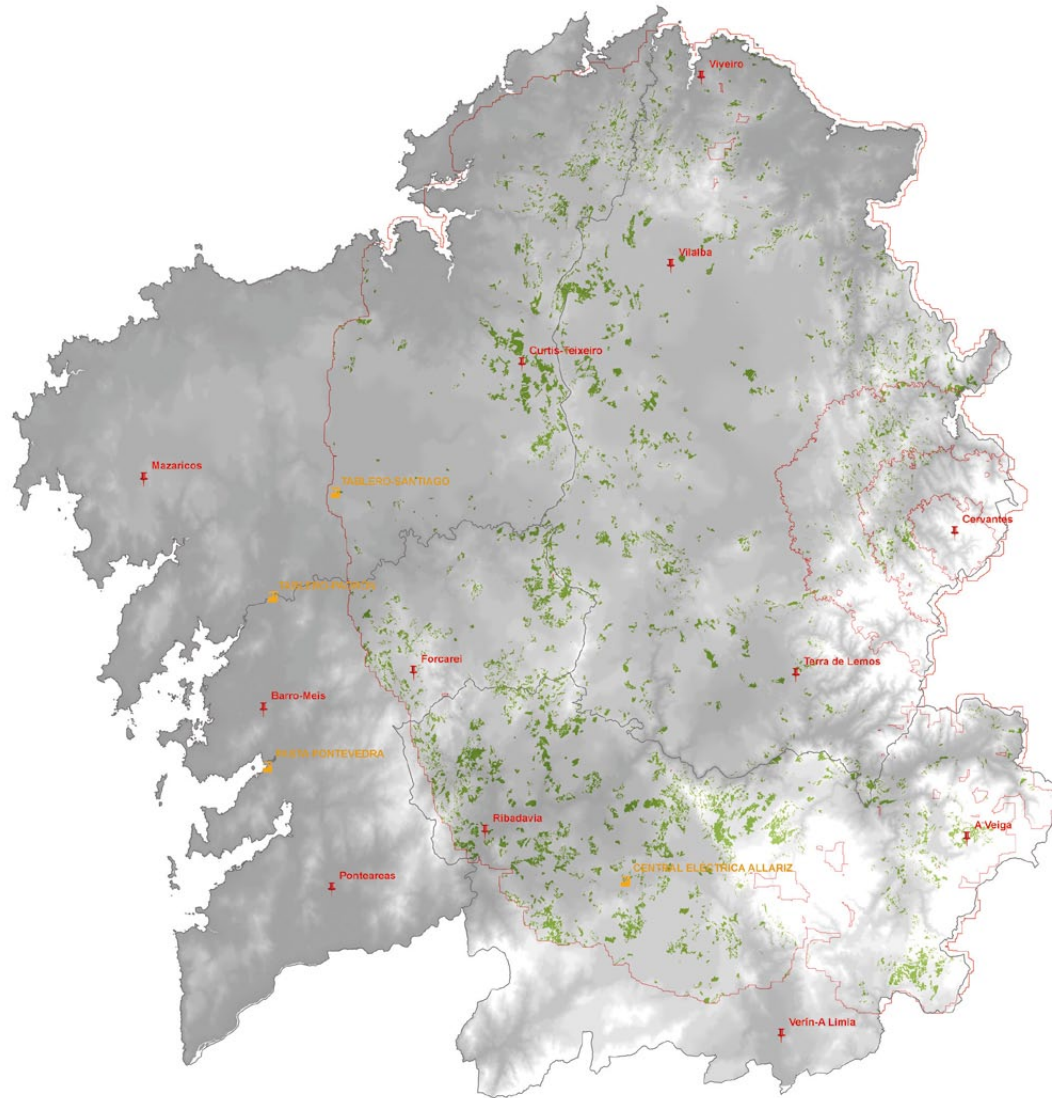
-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200

Existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Cervantes (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	1.000
15-30 km	5.000
30-50 km	10.000
50-160 km	349.000





Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Cervantes

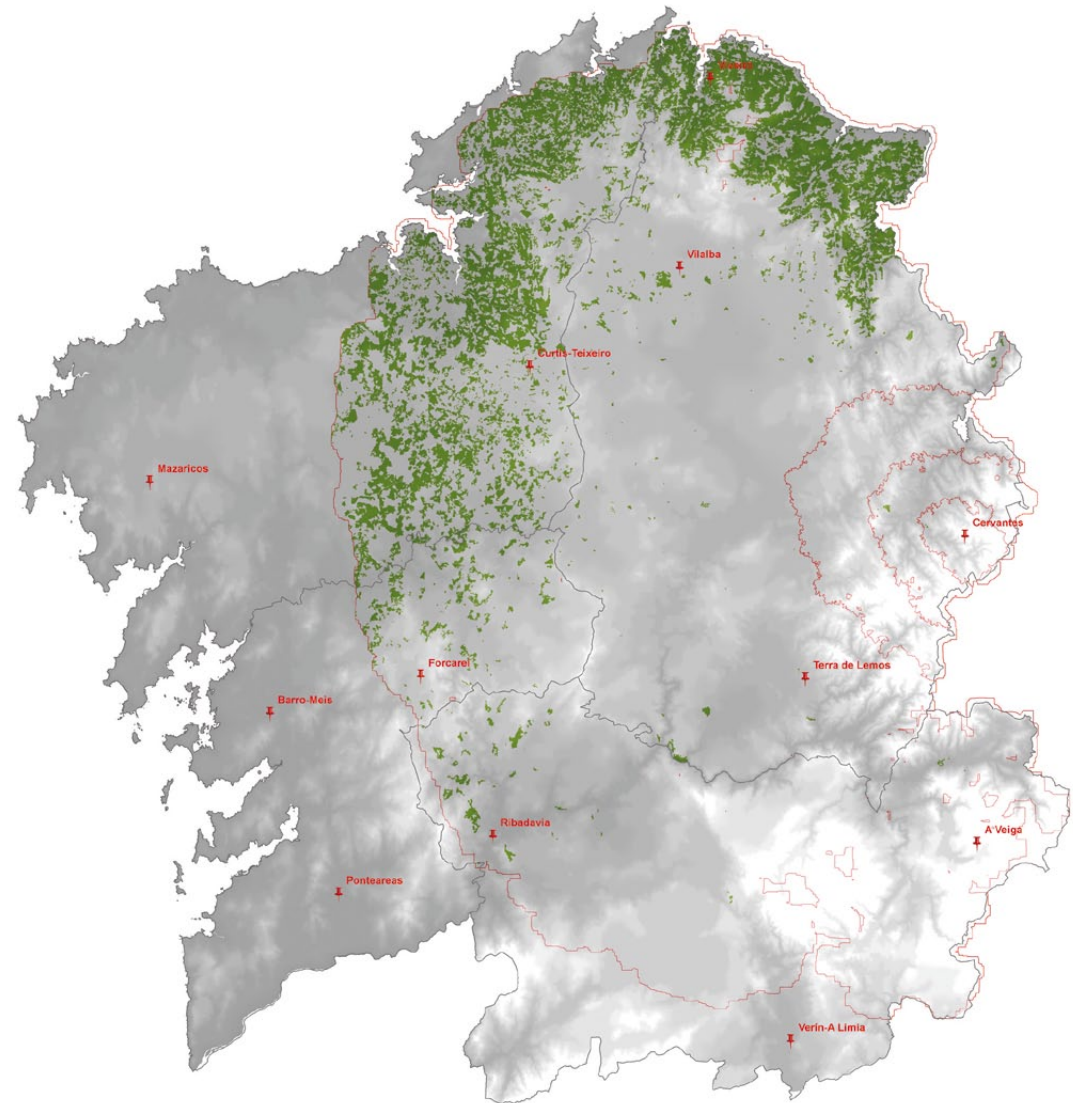
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	70
15-30 km	7.000
30-50 km	18.000
50-160 km	698.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

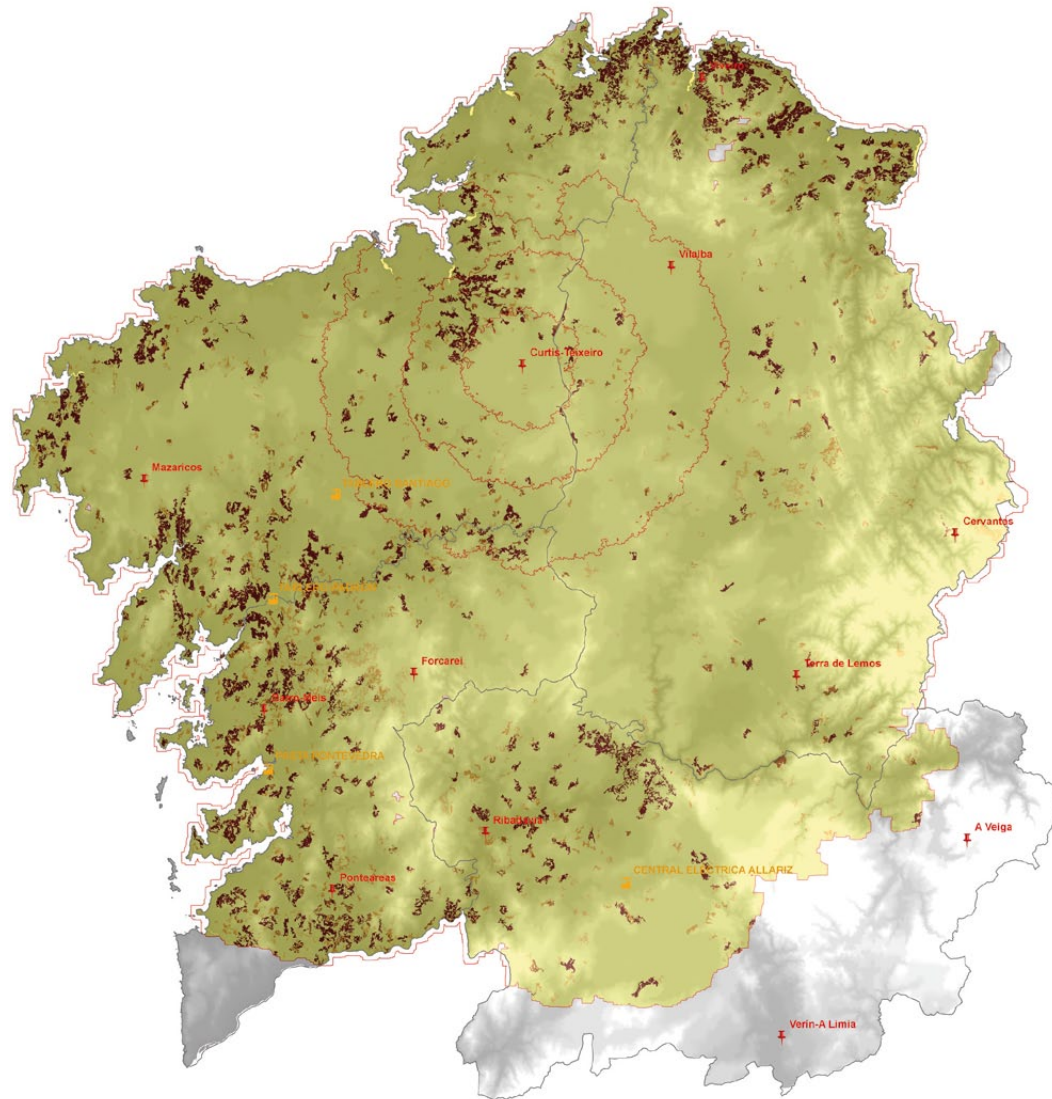
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO



Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Cervantes

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	500
50-160 km	1.423.939




12.1.6. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN CURTIS-TEIXEIRO






Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200




Existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Viveiro (20% humedad)

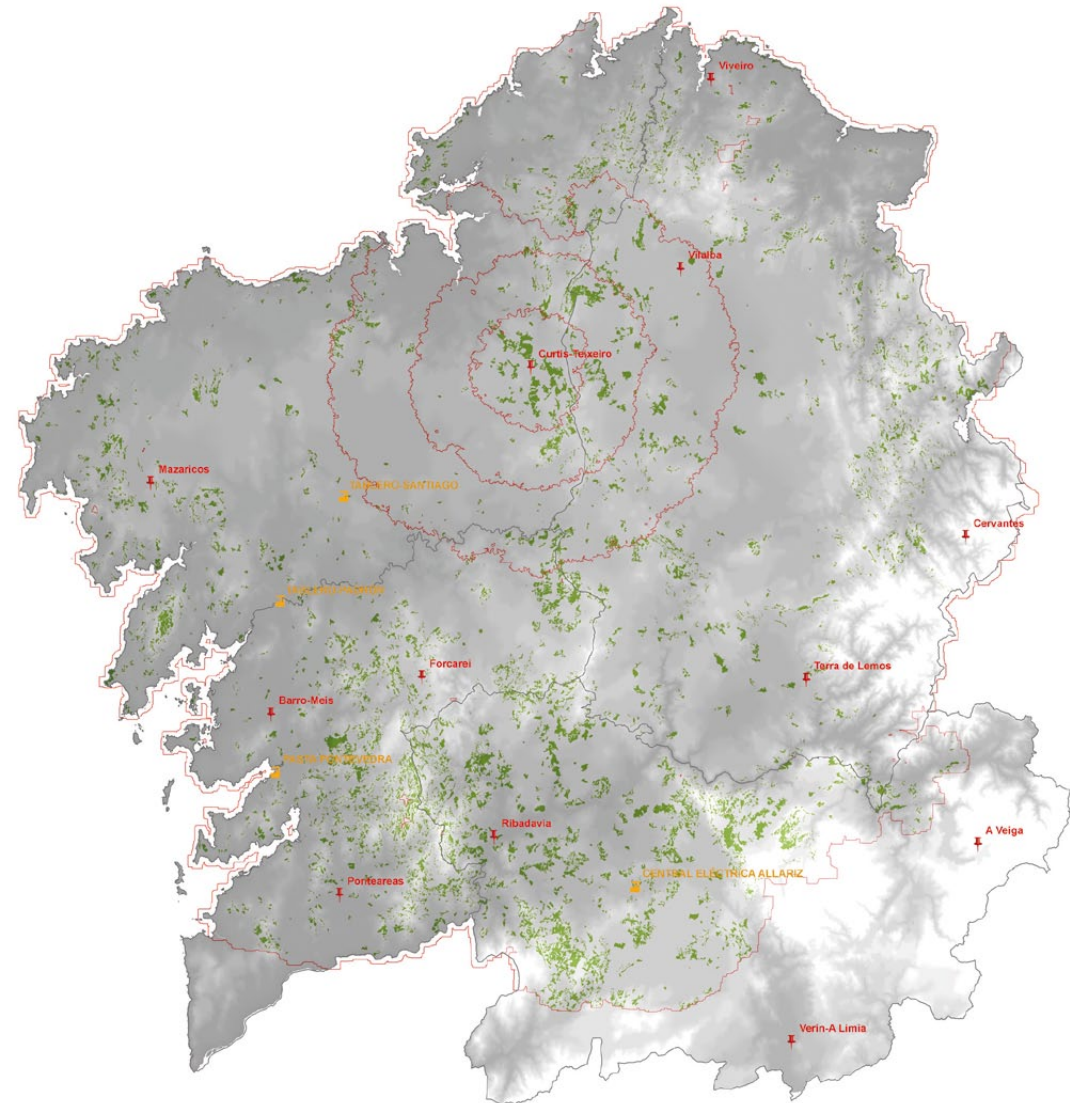
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	9.000
15-30 km	42.500
30-50 km	58.300
50-160 km	522.000

Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

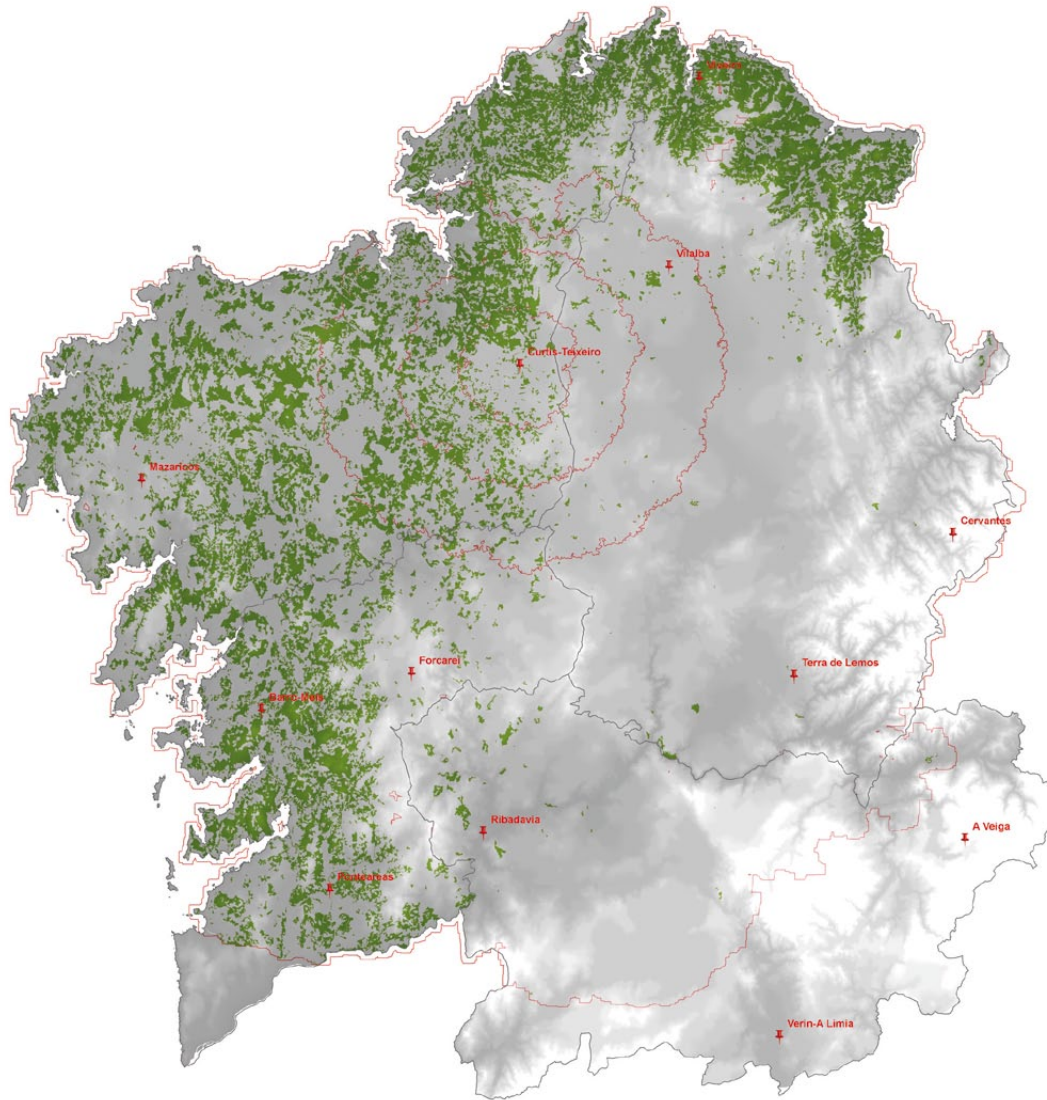
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Curtis - Teixeira



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	44.000
15-30 km	56.000
30-50 km	75.000
50-160 km	793.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO

Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Curtis-Teixeiro



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	60.000
15-30 km	216.500
30-50 km	374.000
50-160 km	2.125.000






12.1.7. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN FORCAREI

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

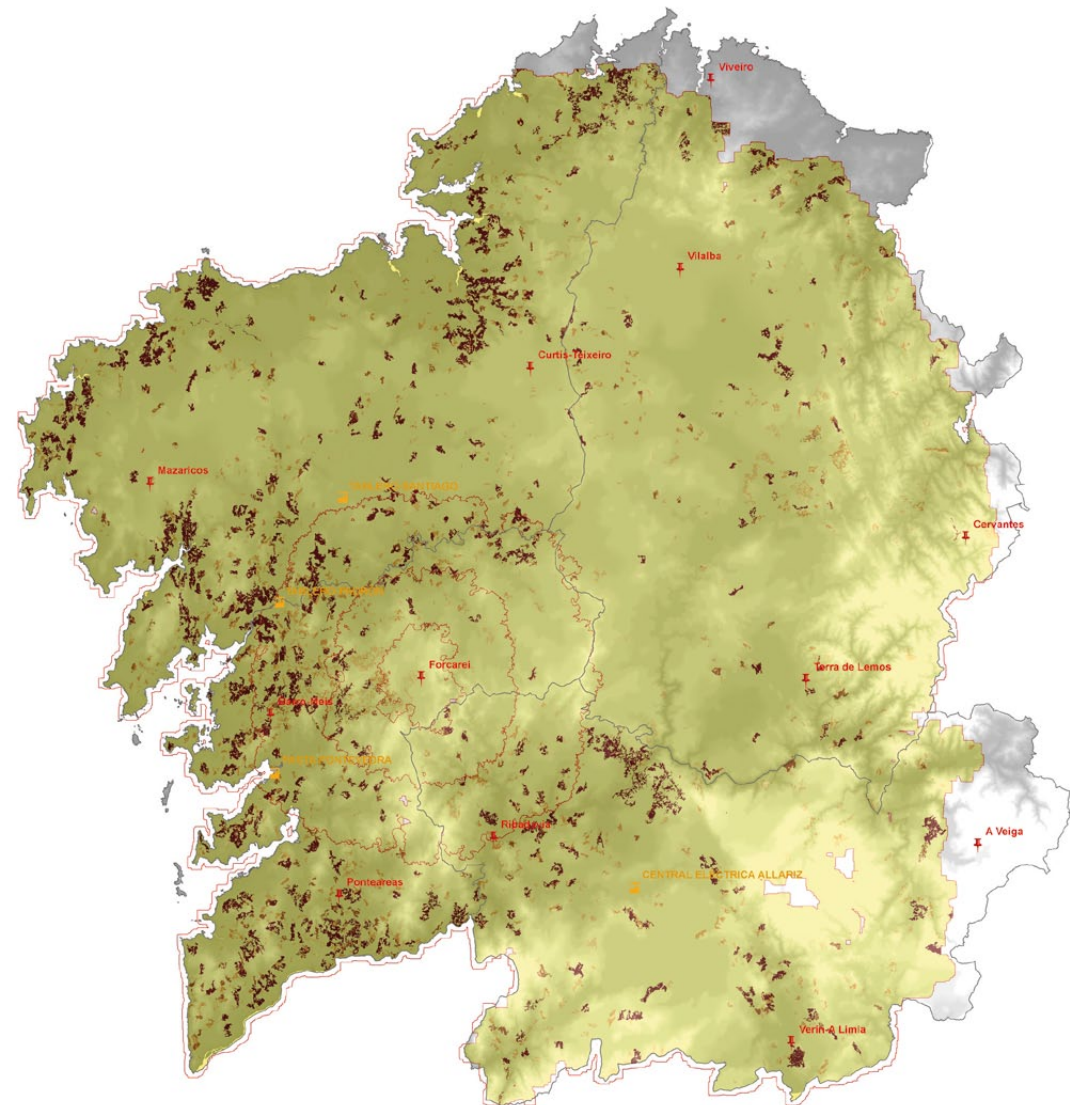
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

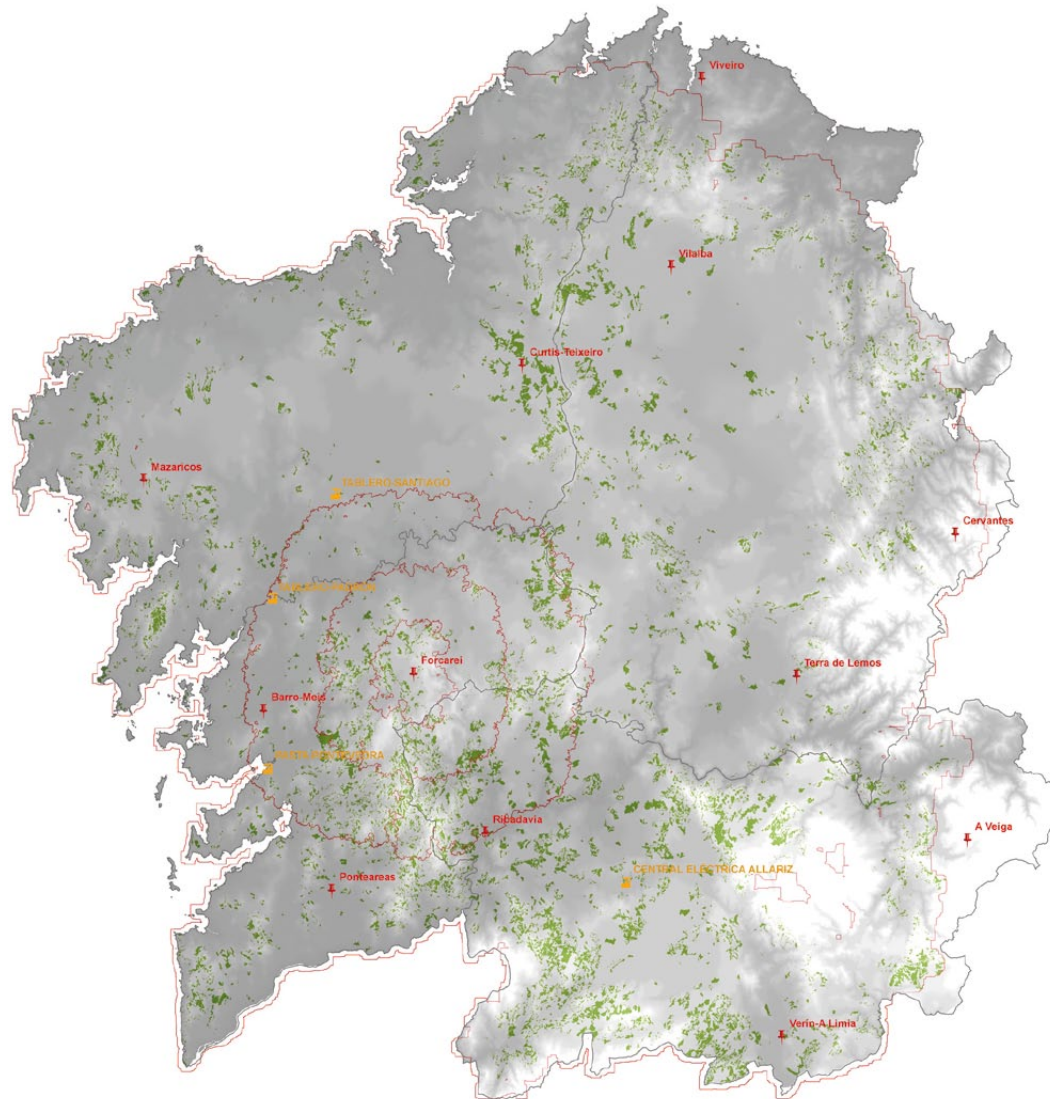
-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Forcarei (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	4.000
15-30 km	27.000
30-50 km	107.000
50-160 km	485.000





Possibilidade de aproveitamento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Forcarei

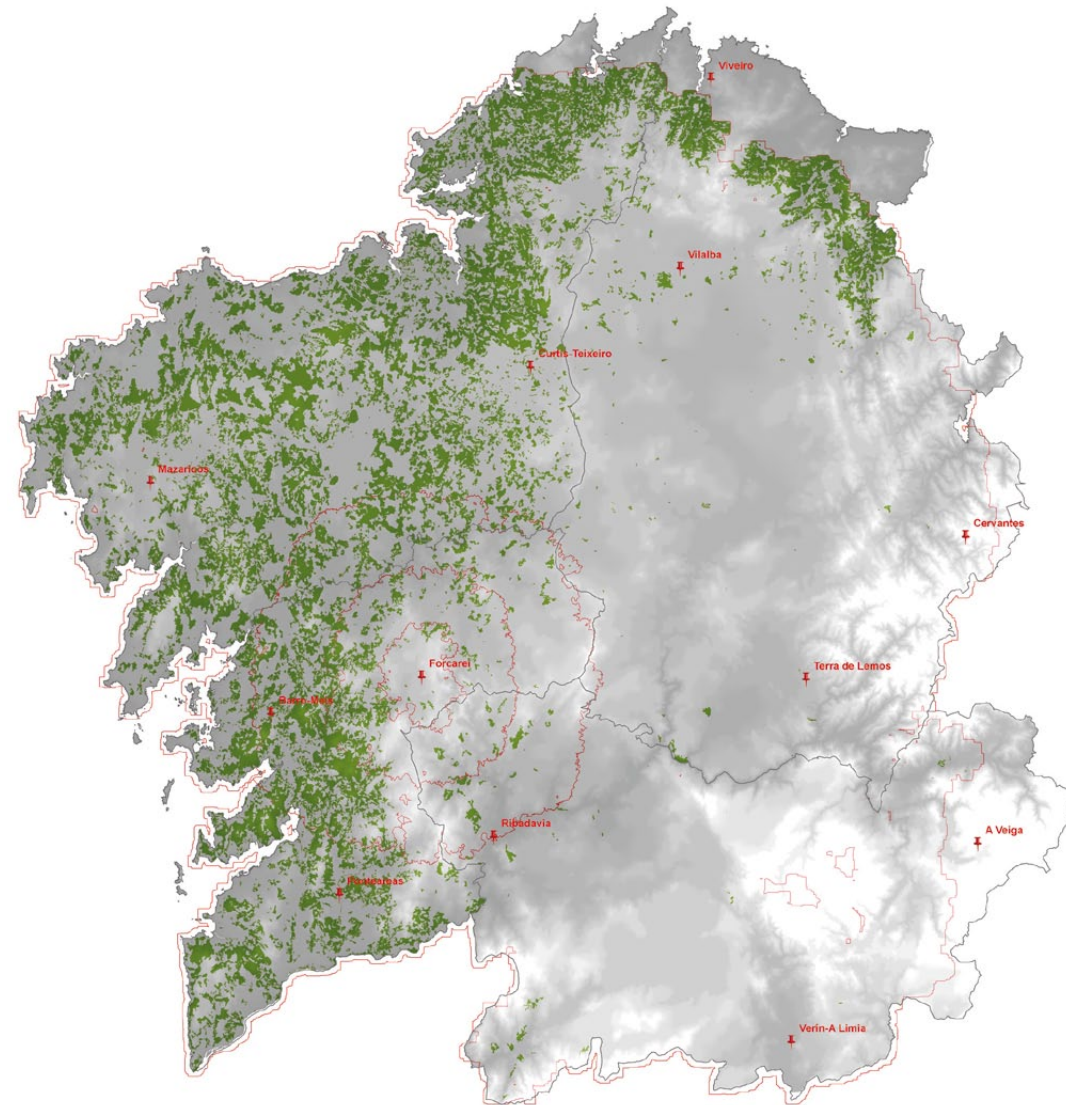
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	17.000
15-30 km	68.000
30-50 km	156.000
50-160 km	869.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

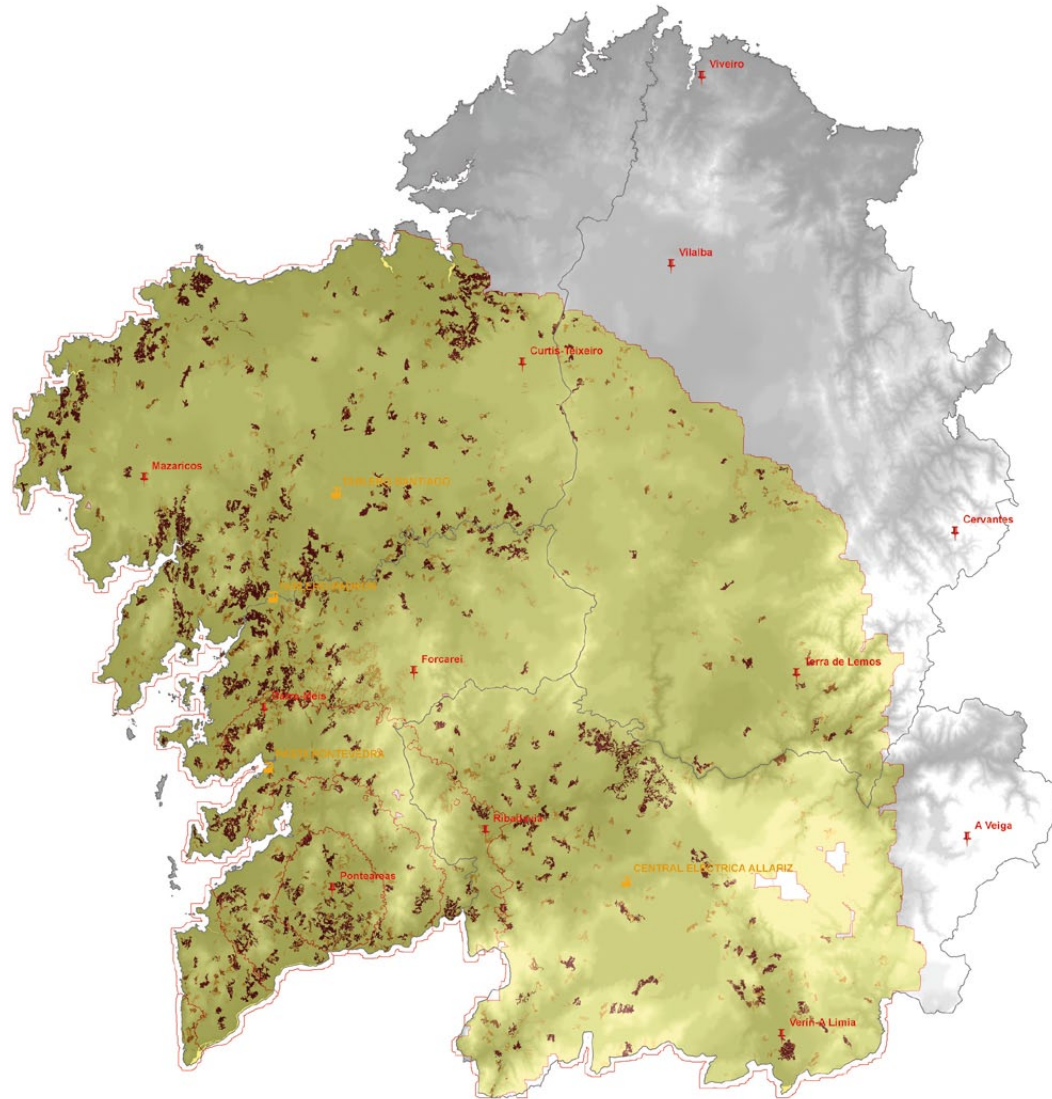
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO



Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Forcarei

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	8.200
15-30 km	99.900
30-50 km	370.000
50-160 km	2.074.000




12.1.8. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN PONTEAREAS






Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200




Existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Ponteareas (20% humedad)

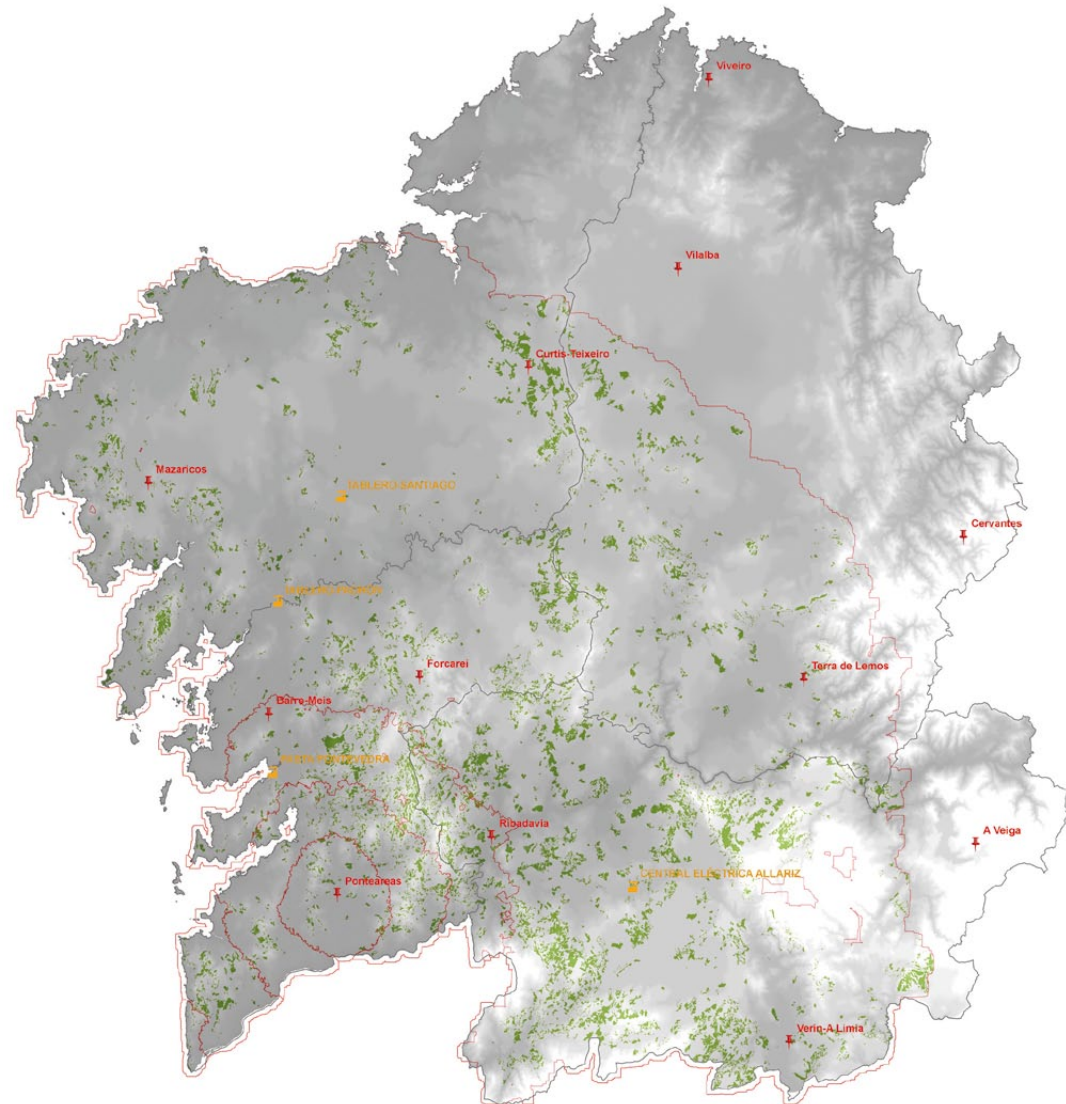
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	28.000
15-30 km	41.000
30-50 km	65.000
50-160 km	375.000

Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

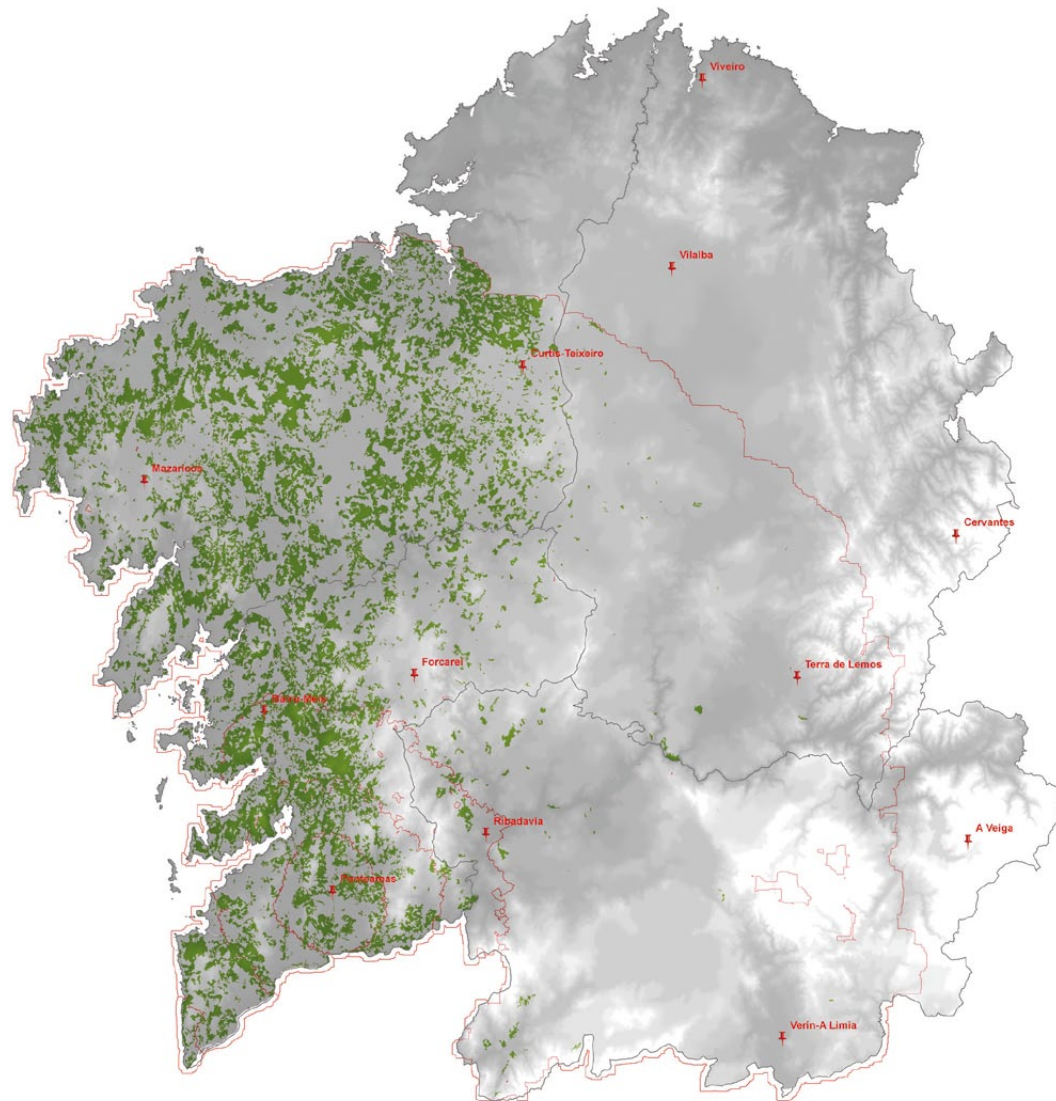
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Pontefareas



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	10.000
15-30 km	47.000
30-50 km	106.000
50-160 km	770.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO

Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Ponteareas


Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	77.000
15-30 km	137.000
30-50 km	241.000
50-160 km	1.529.000

12.1.9. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN BARRO – MEIS (PONTEVEDRA)






Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

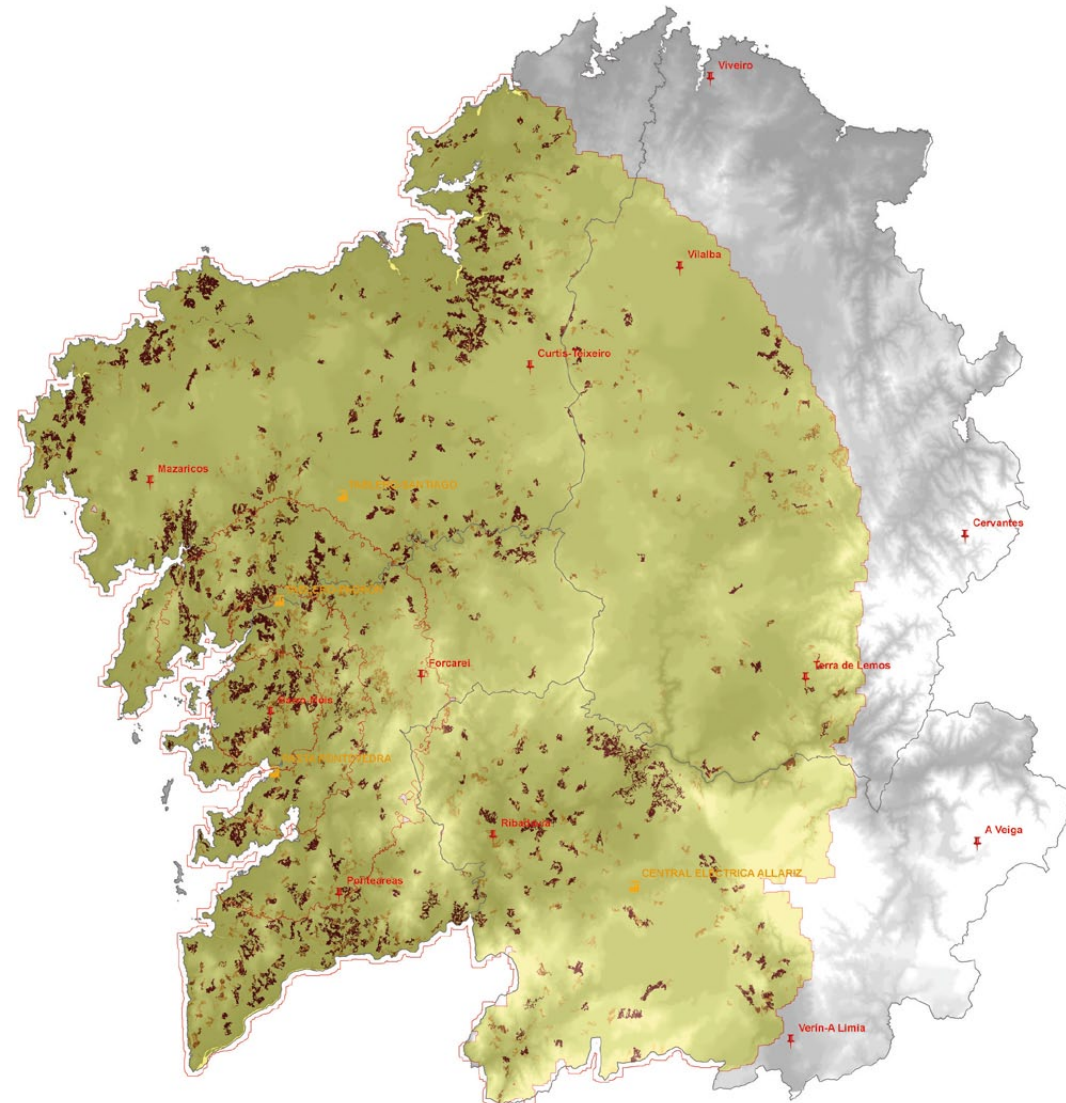
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

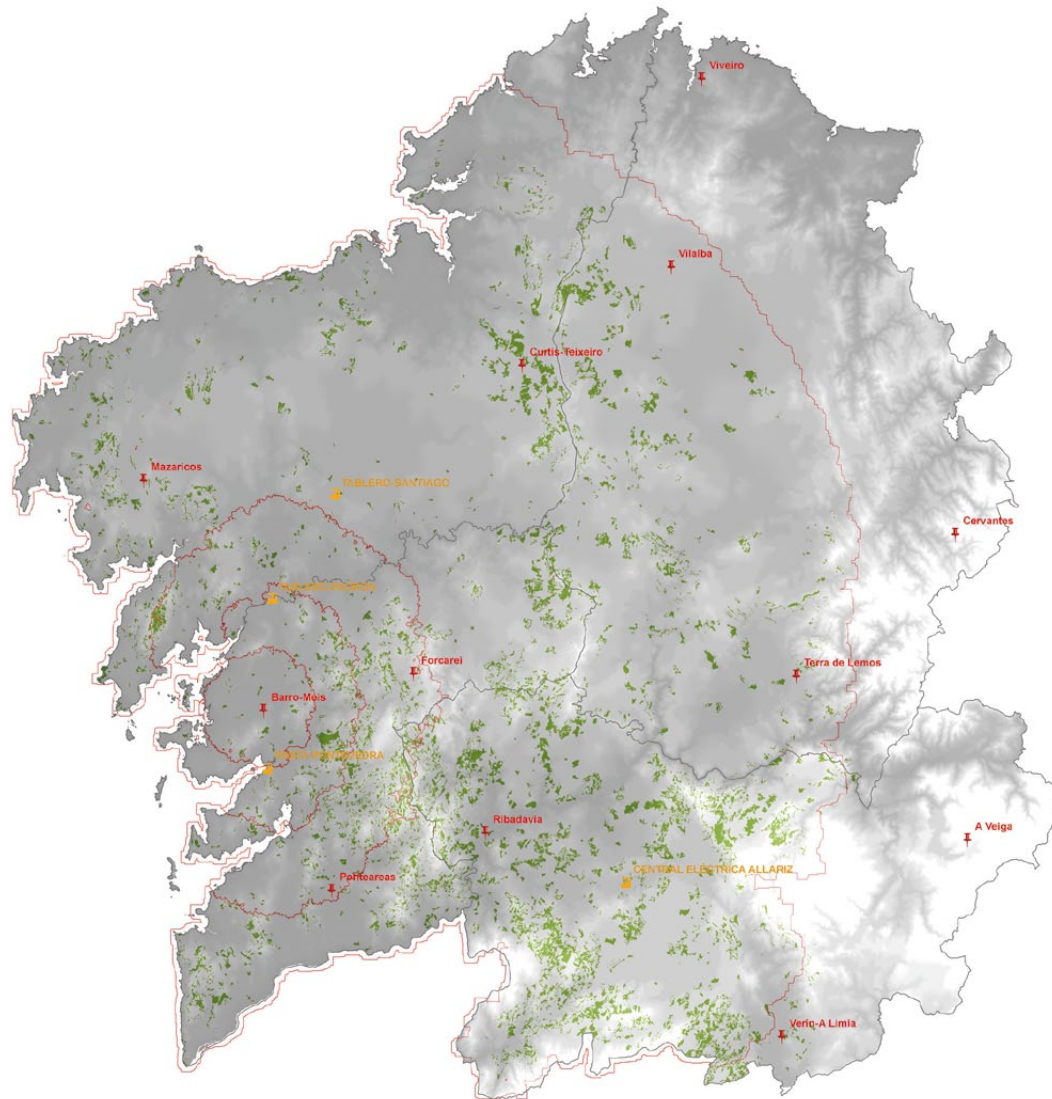
-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Barro - Meis (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	29.000
15-30 km	44.000
30-50 km	76.600
50-160 km	352.000






Possibilidade de aproveitamento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

 SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS


Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Barro - Meis


Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

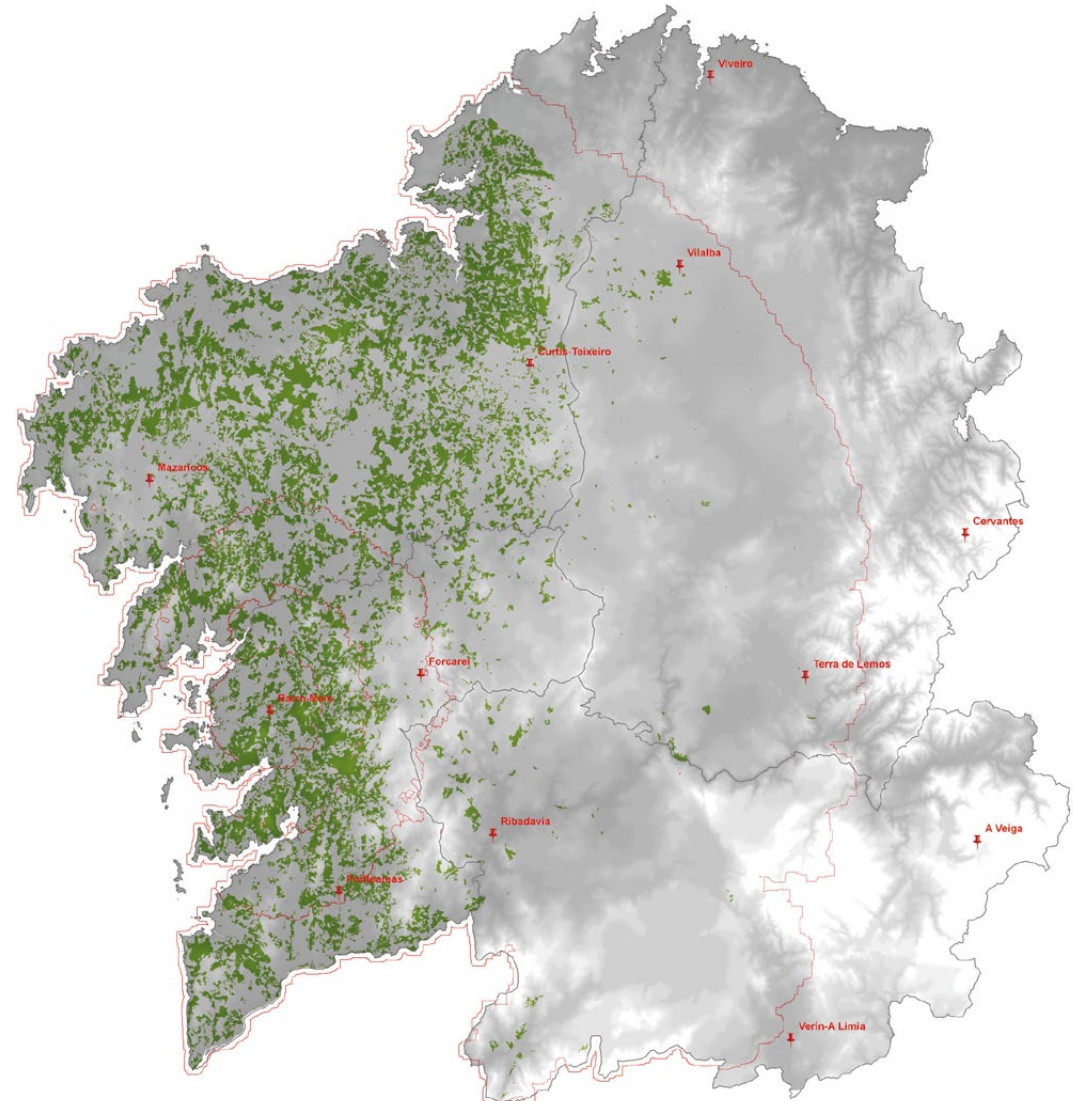
DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	6.000
15-30 km	52.000
30-50 km	116.000
50-160 km	765.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

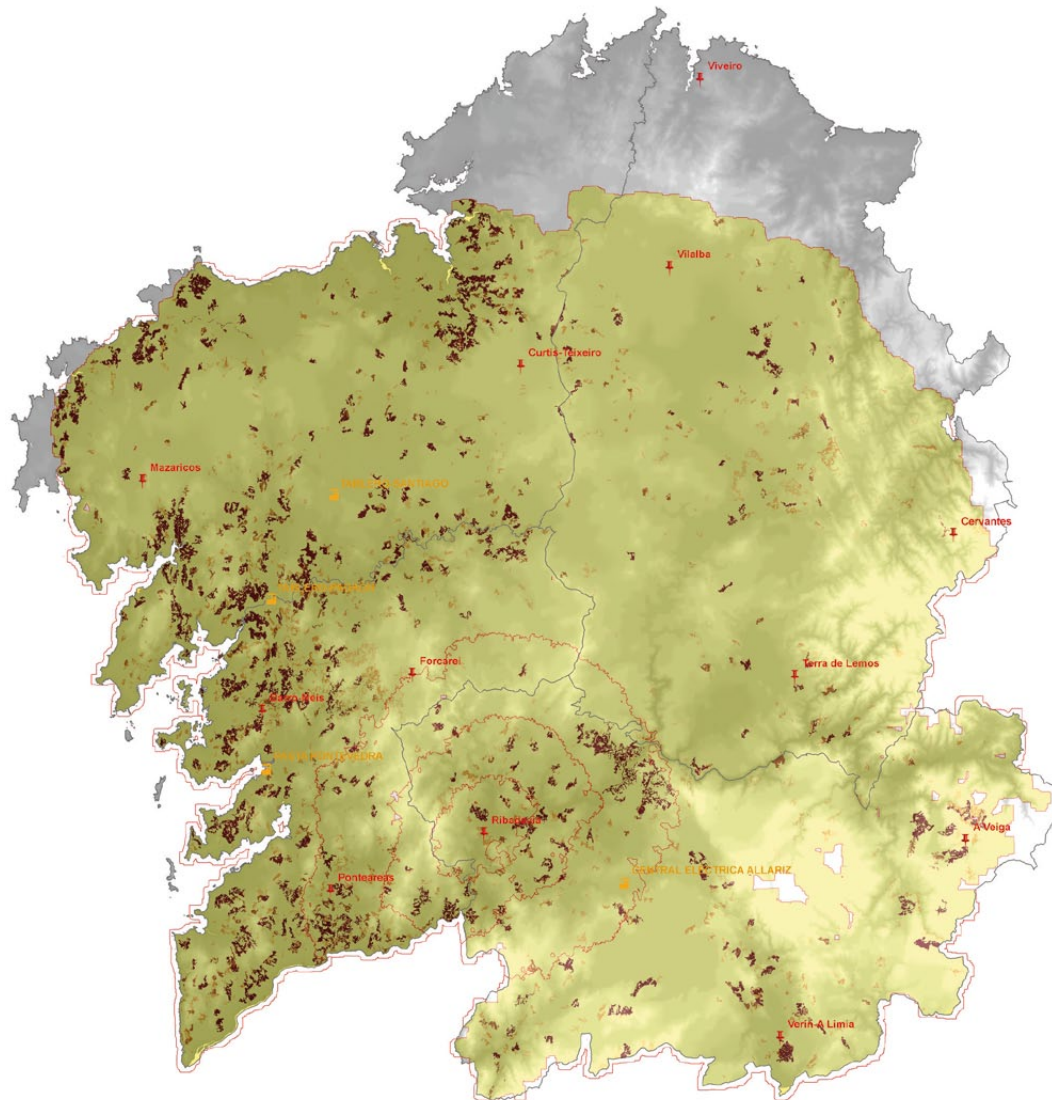
 SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO



Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Barro - Meis

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	69.000
15-30 km	184.000
30-50 km	289.000
50-160 km	1.593.000



12.1.10. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN RIBADAVIA

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

- < 50
- 50-100
- 100-150
- 150-200
- >200




Existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Ribadavia (20% humedad)

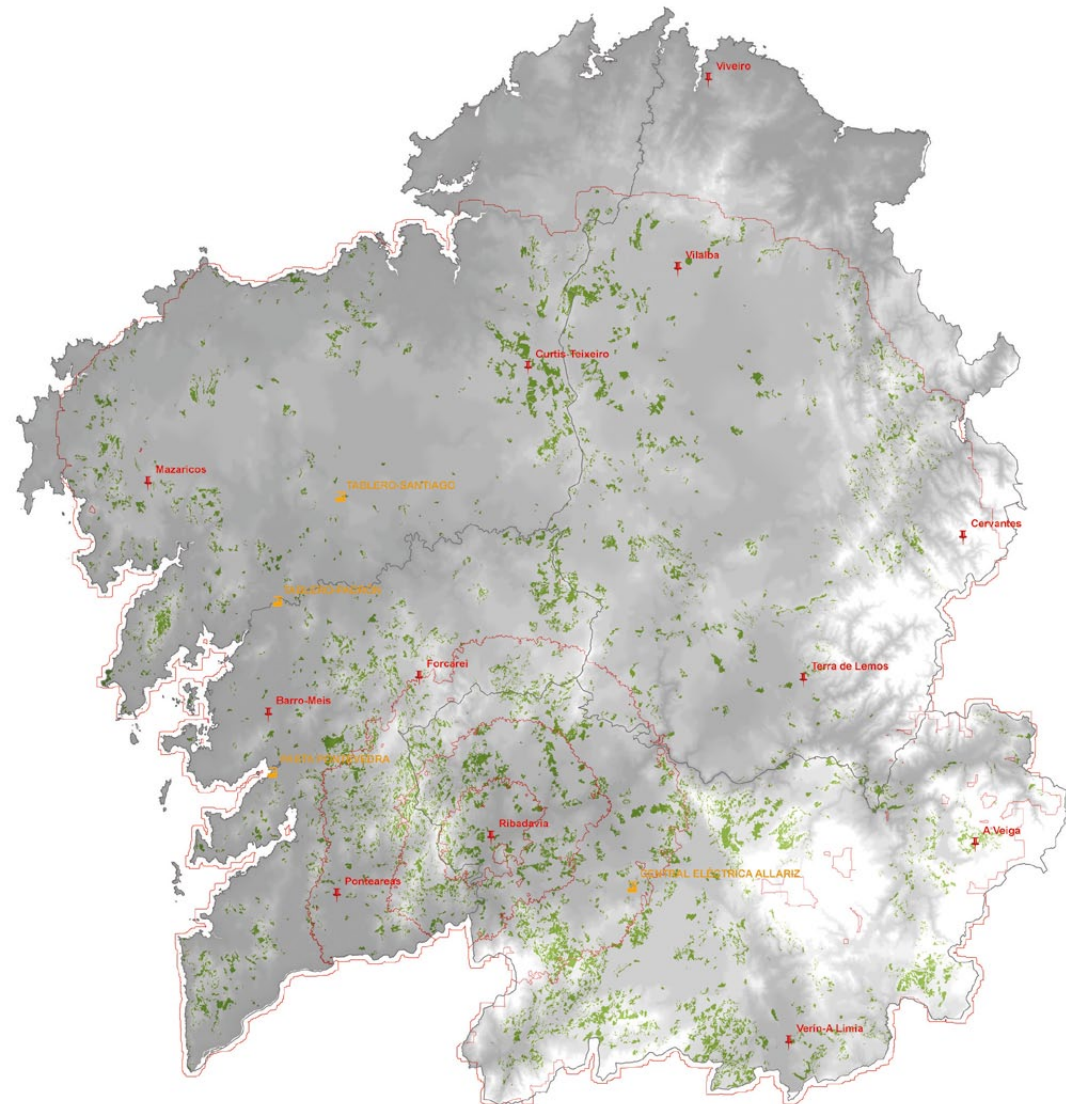
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	9.000
15-30 km	30.500
30-50 km	56.000
50-160 km	453.000

Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3

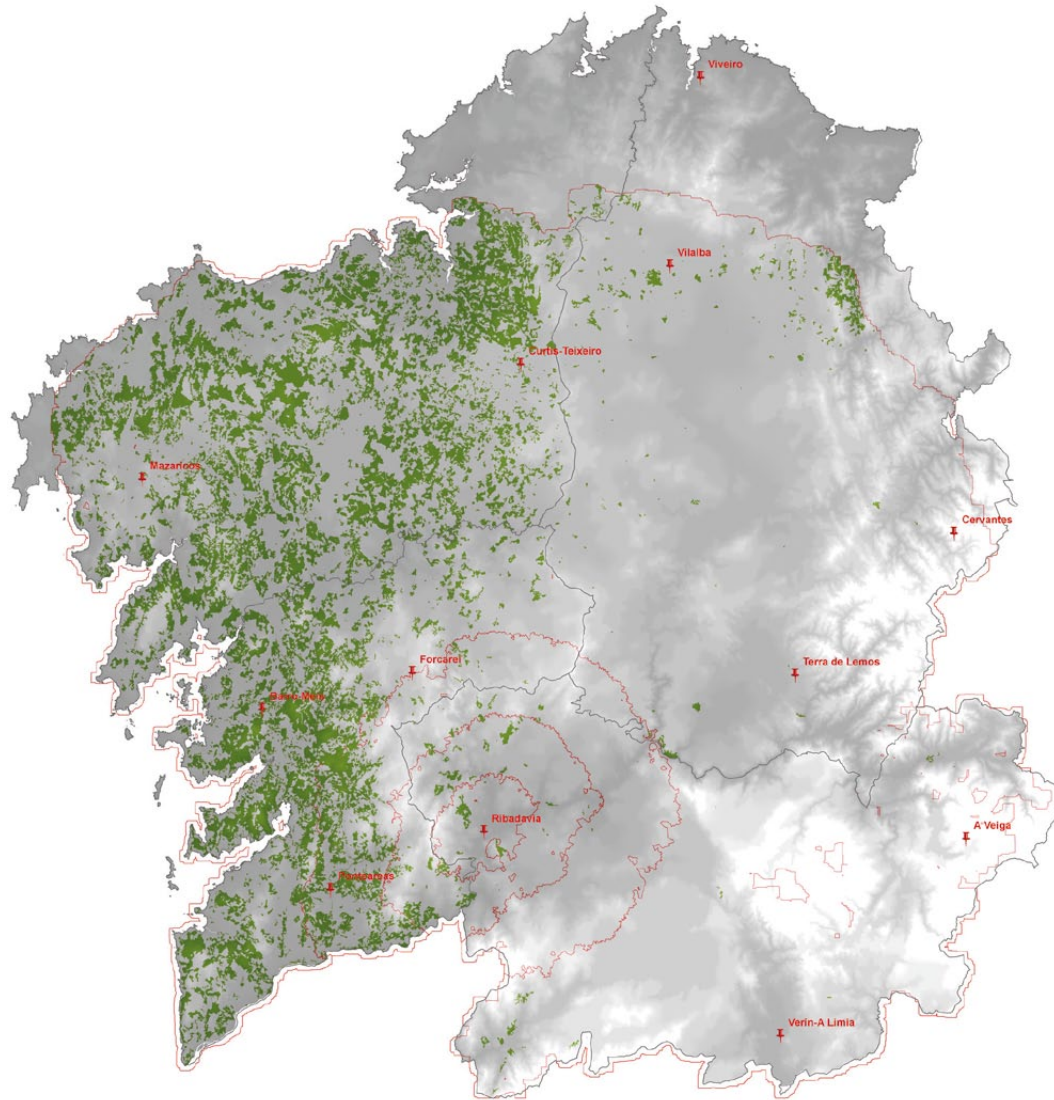
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Ribadavia


Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	23.000
15-30 km	91.000
30-50 km	177.000
50-160 km	766.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO

Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Ribadavia



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	7.600
15-30 km	29.400
30-50 km	146.000
50-160 km	1.908.000






12.1.11. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN TERRA DE LEMOS

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

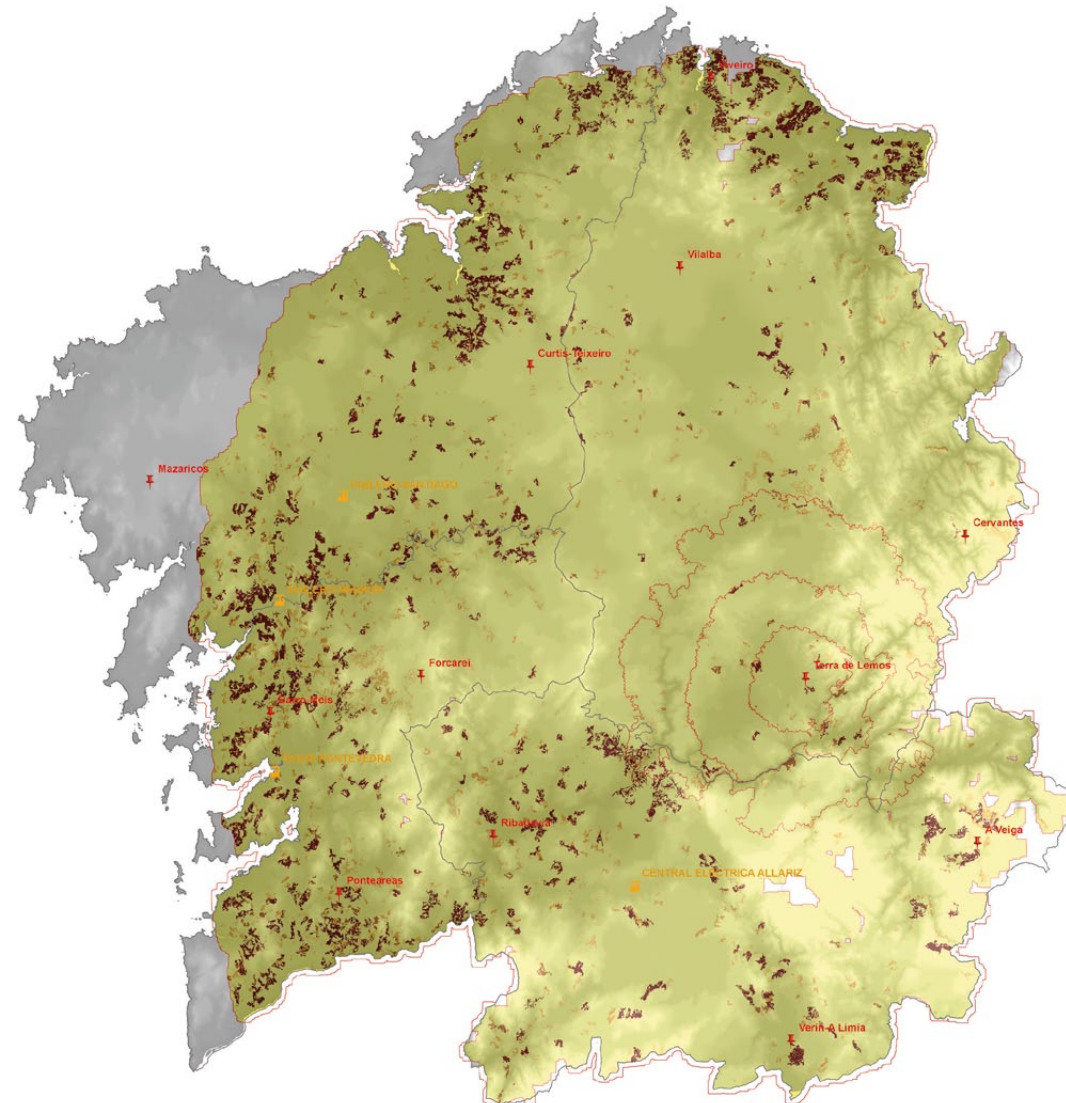
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

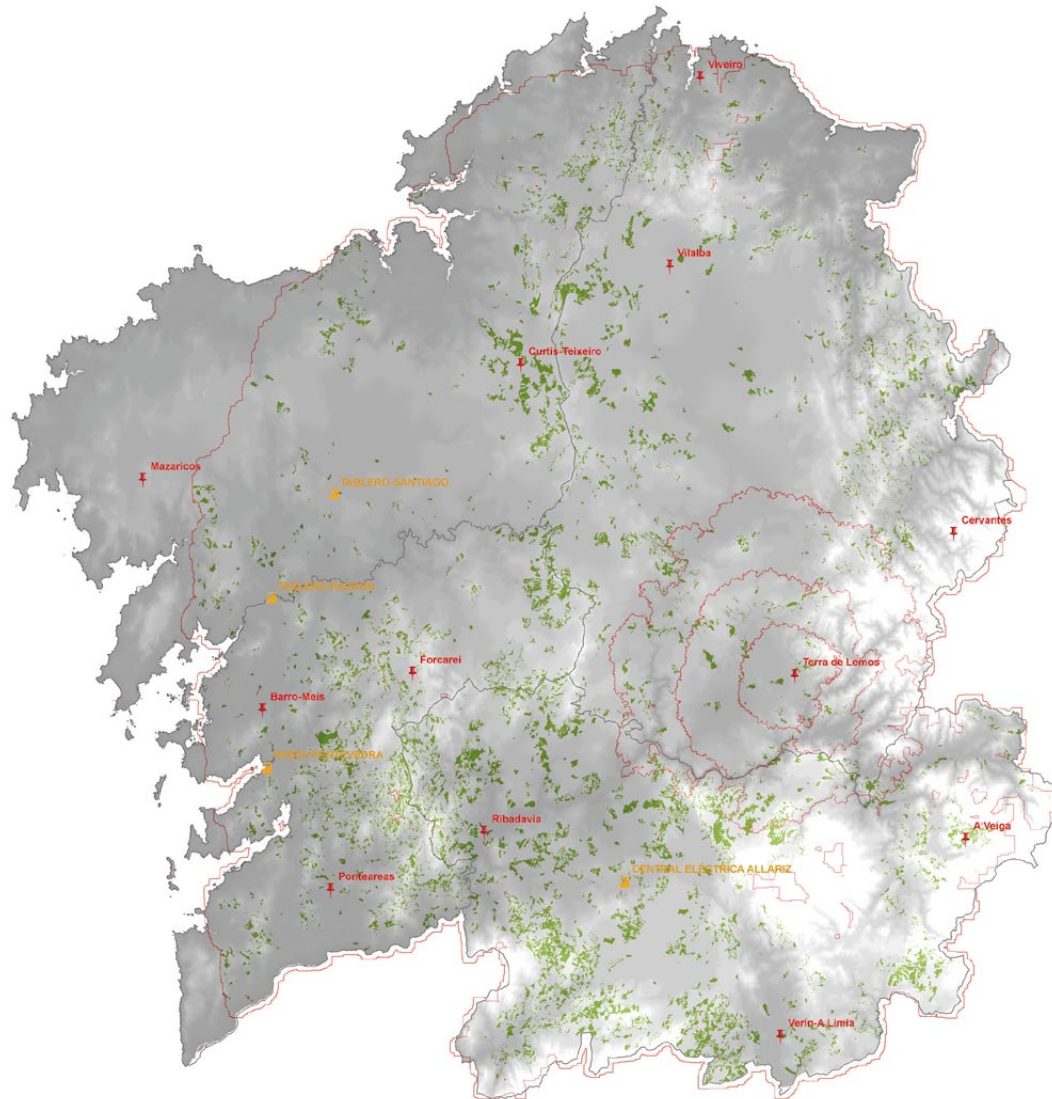
-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Terra de Lemos (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	4.000
15-30 km	8.000
30-50 km	15.000
50-160 km	560.000





Possibilidade de aproveitamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS


Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Terra de Lemos


Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

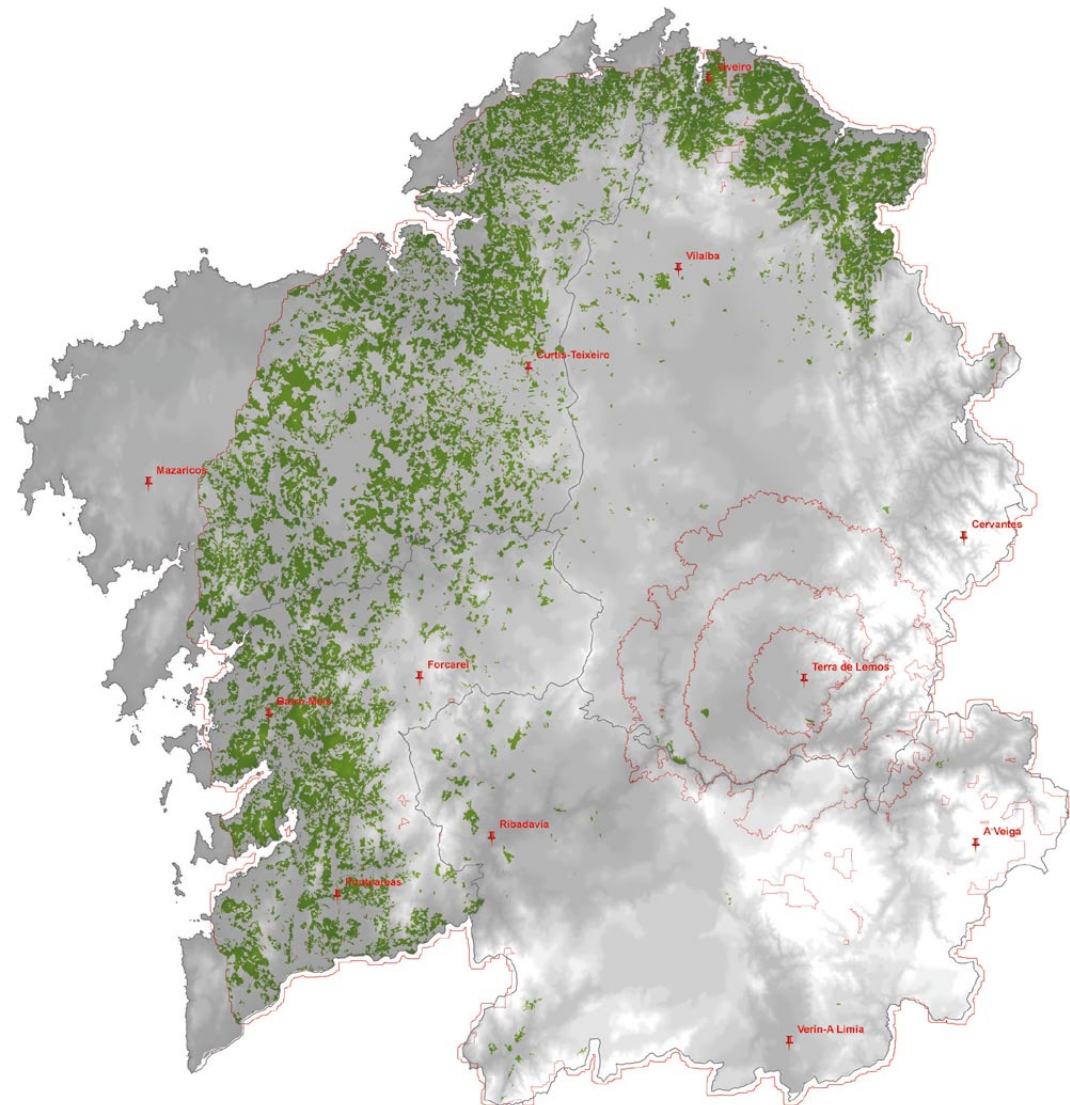
DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	5.000
15-30 km	16.000
30-50 km	47.000
50-160 km	980.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

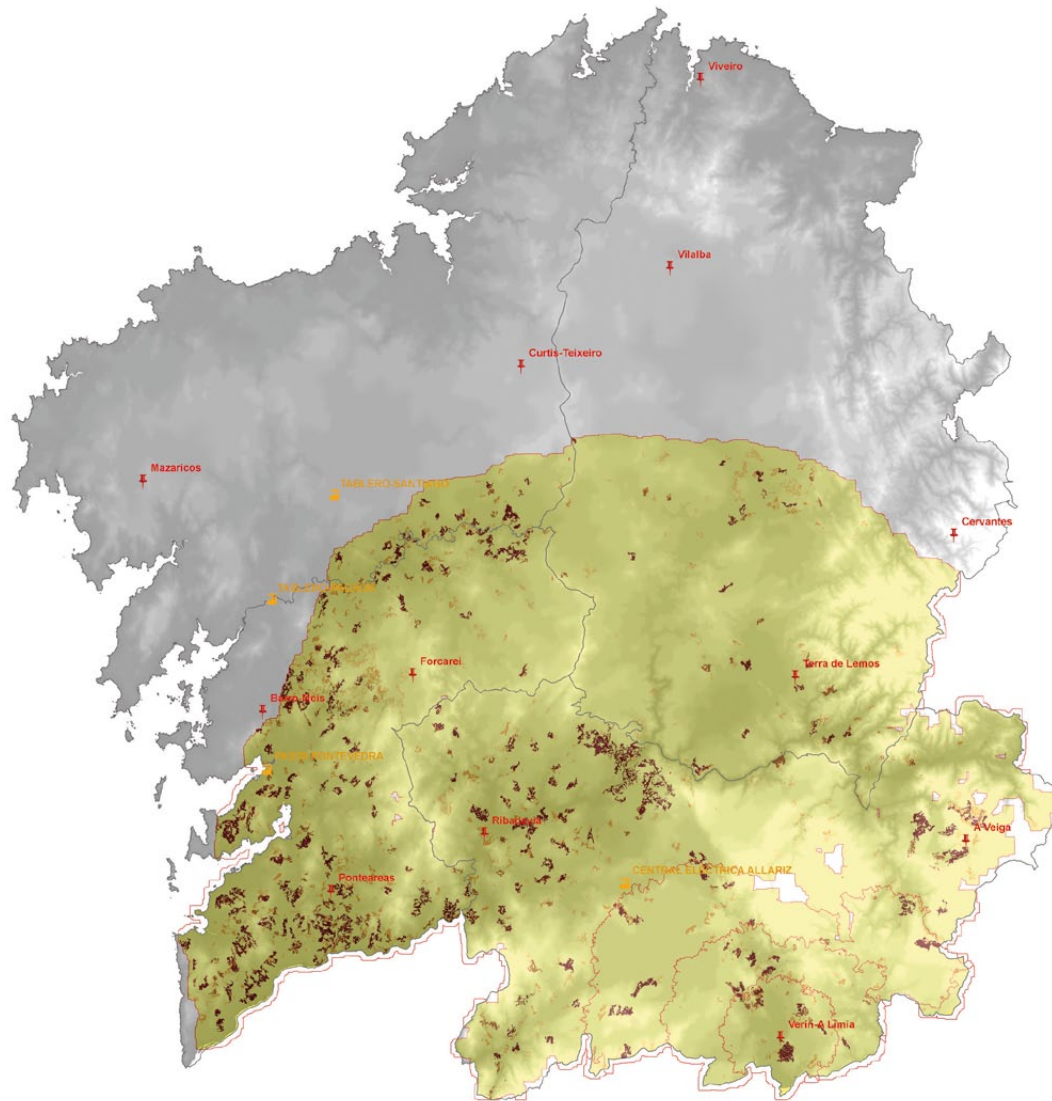
 SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO



Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Terra de Lemos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	-
50-160 km	2.326.500




12.1.12. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES. CENTRAL DE BIOMASA EN VERÍN-A LIMIA






Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200




Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Verín-A Limia (20% humedad)

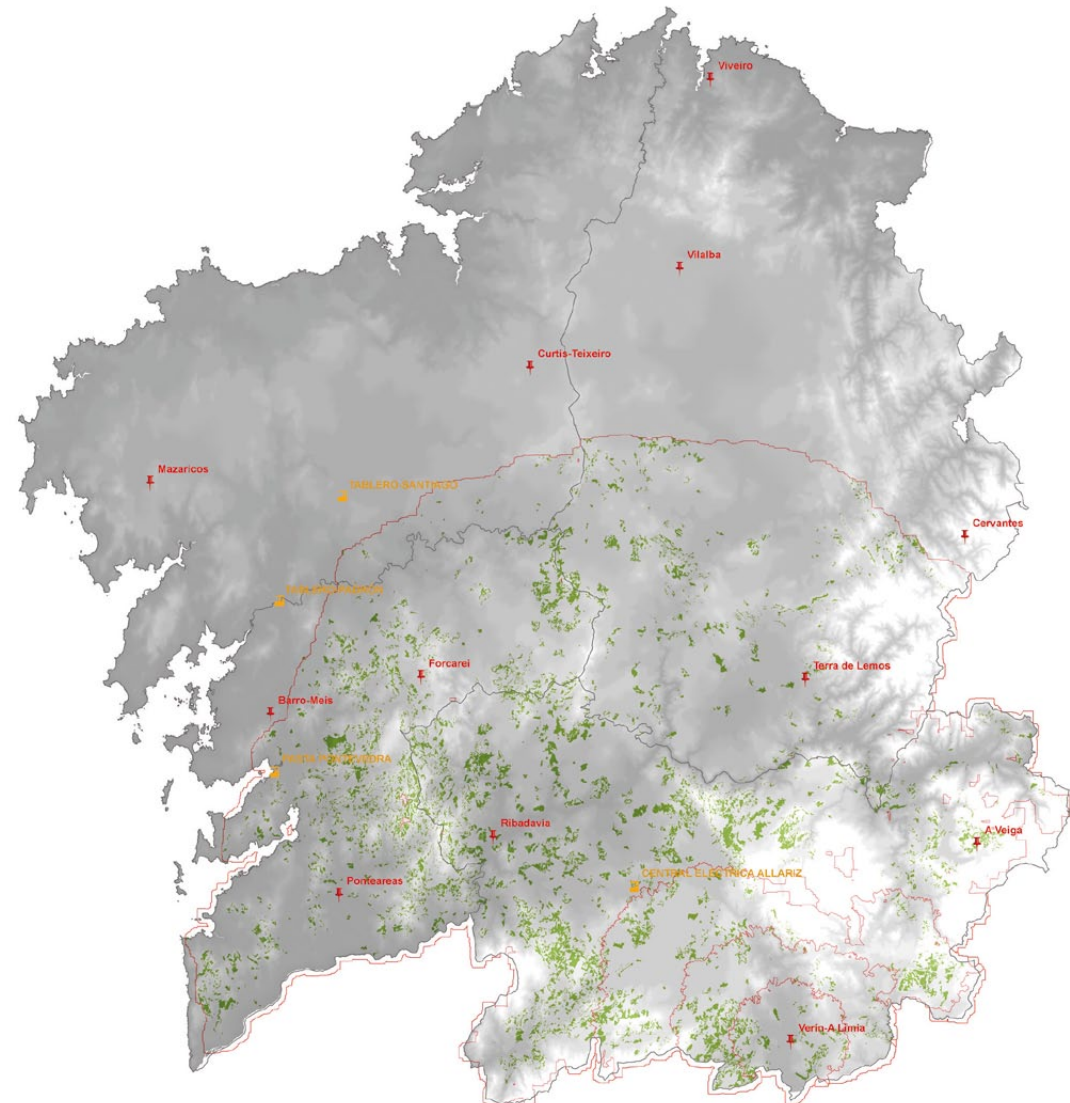
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	11.000
15-30 km	12.000
30-50 km	14.000
50-160 km	255.000

Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

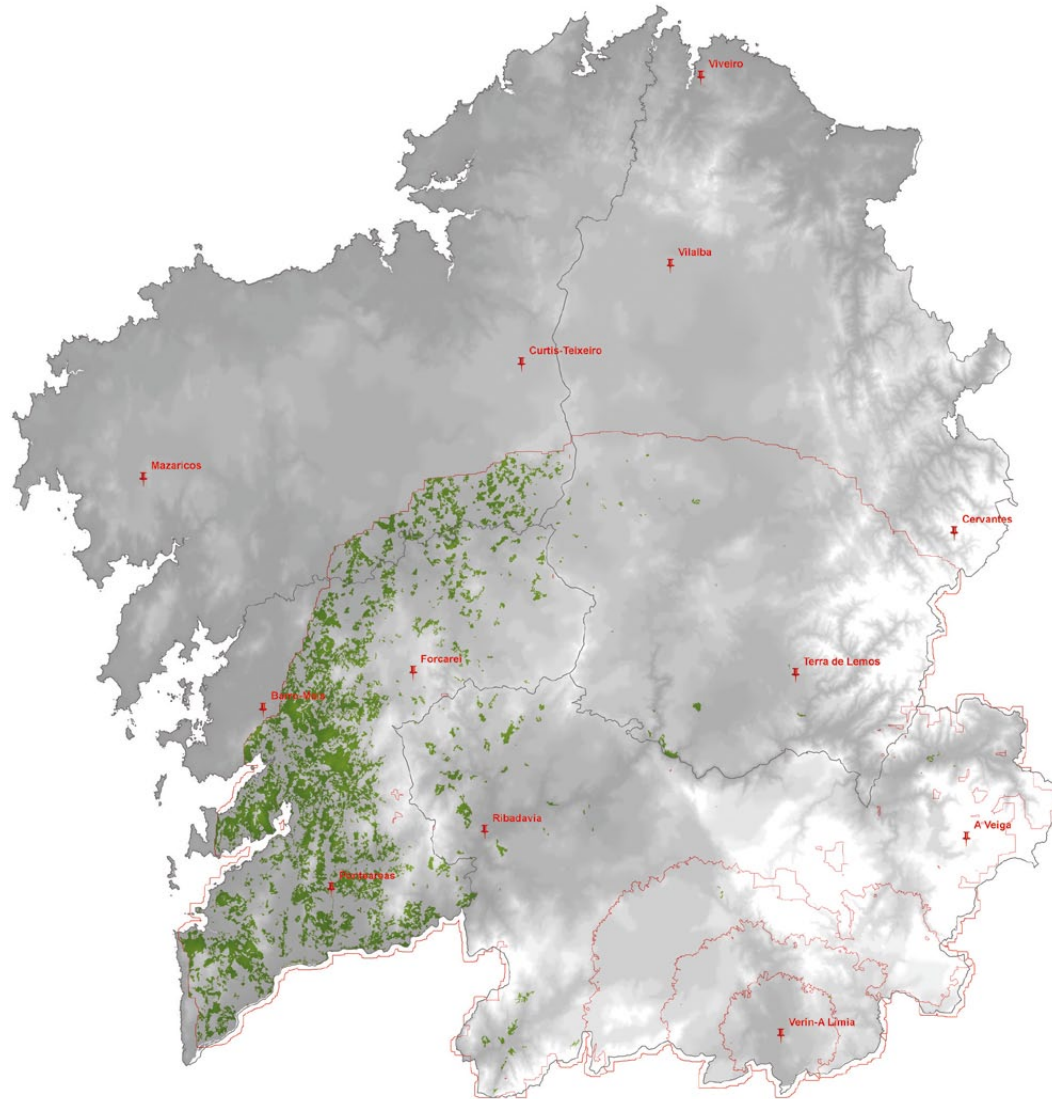
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central propuesta en Verín - A Limia



Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	22.000
15-30 km	46.000
30-50 km	82.000
50-160 km	630.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO

Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Verín-A Limia

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	400
50-160 km	657.000


12.2. ESTIMACIÓN DE EXISTENCIAS DIPONIBLES EN CENTROS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE BFP

12.2.1. CENTRAL DE ALLARLUZ

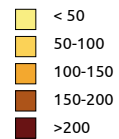
Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

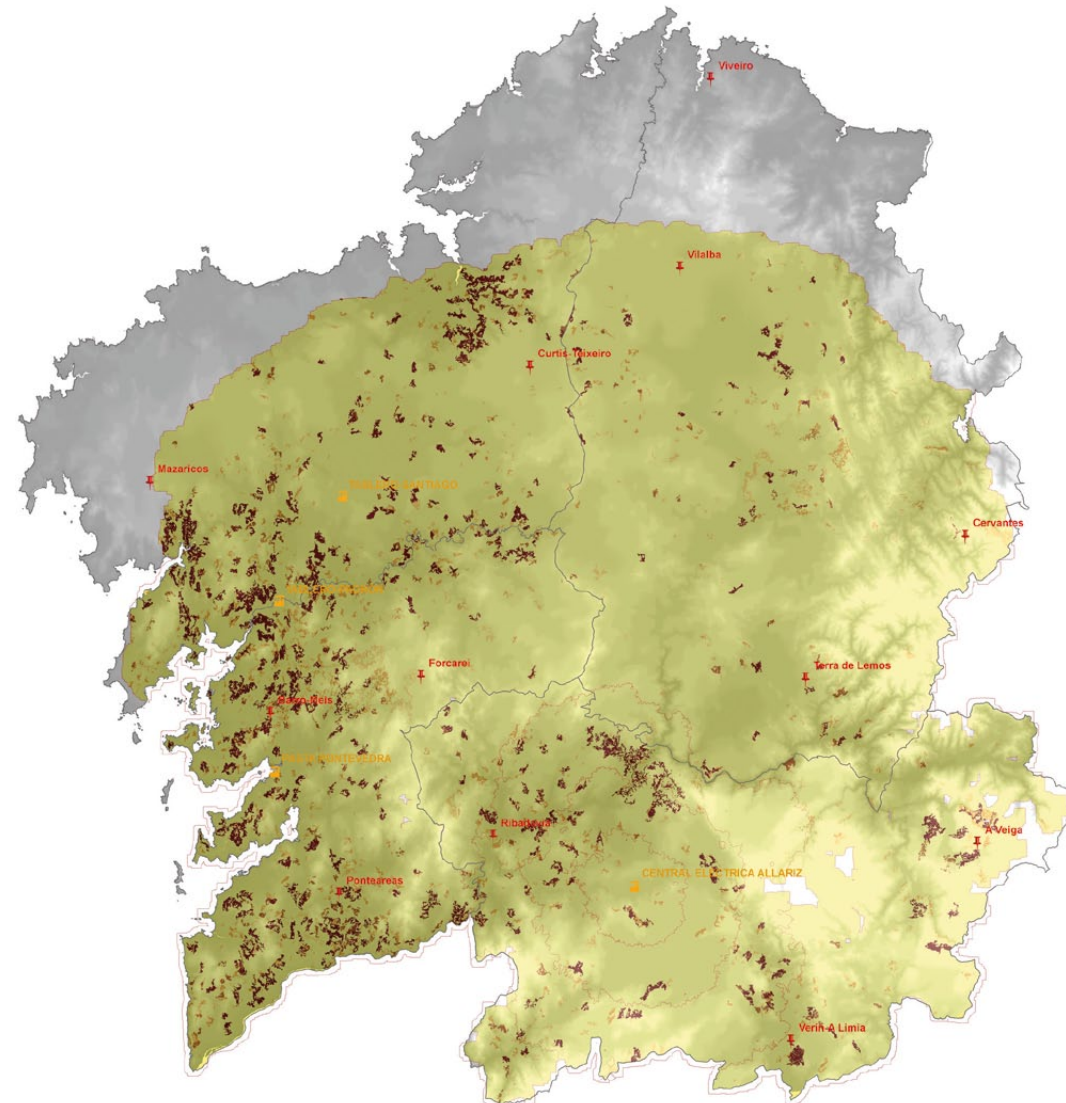
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

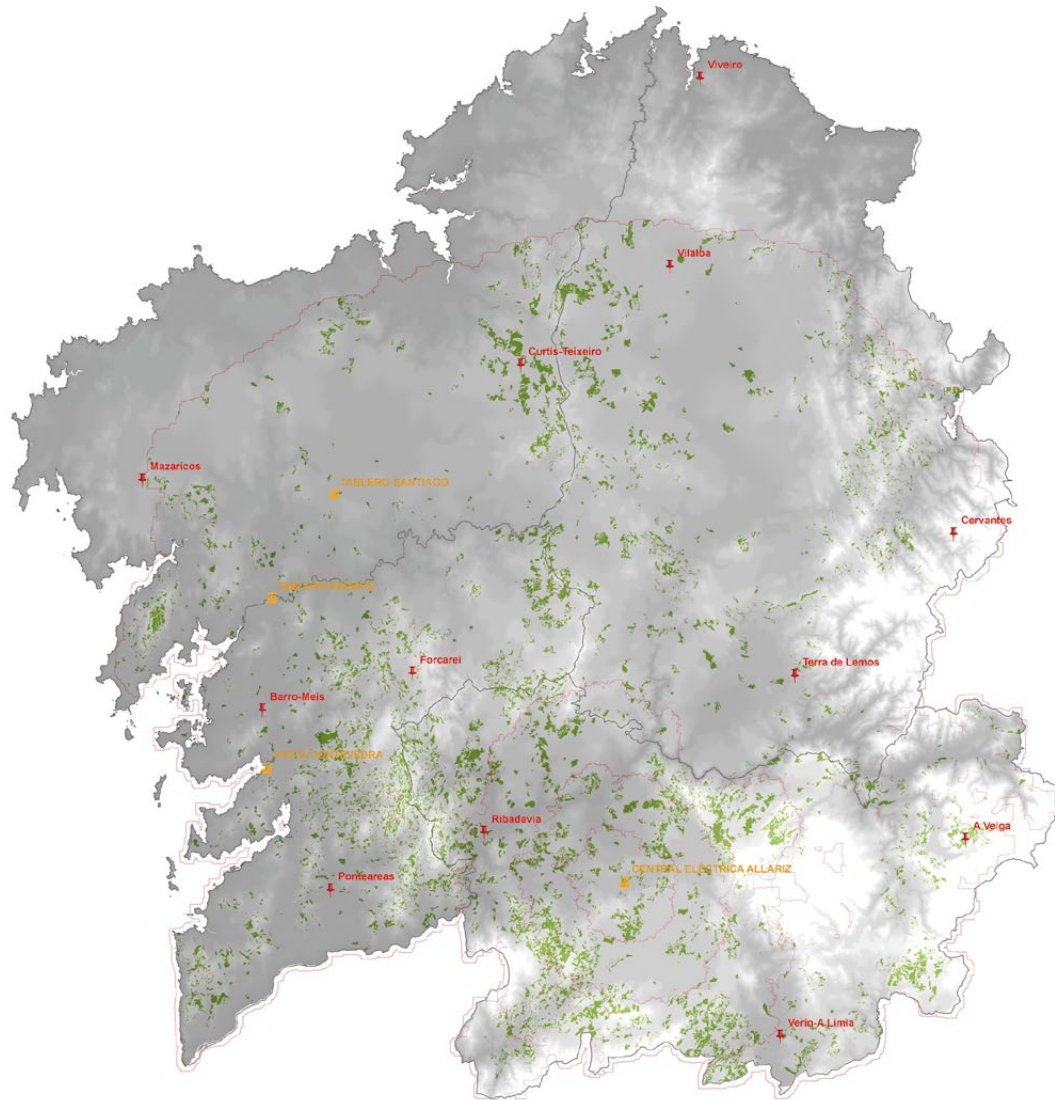


Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central de Allarluz (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	5.000
15-30 km	21.000
30-50 km	50.000
50-160 km	425.000





Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central de Allariz

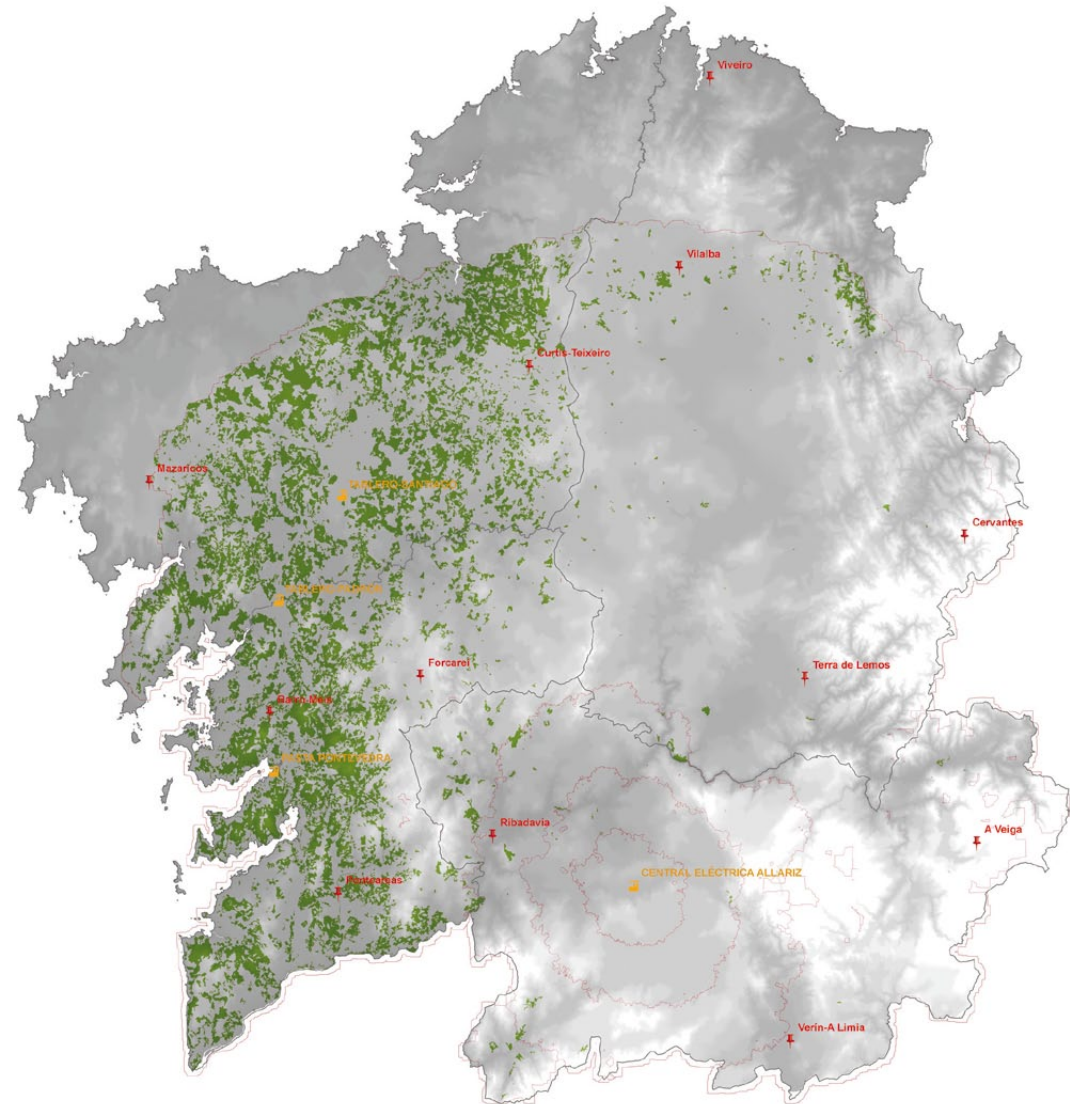
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	24.000
15-30 km	103.000
30-50 km	196.000
50-160 km	687.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

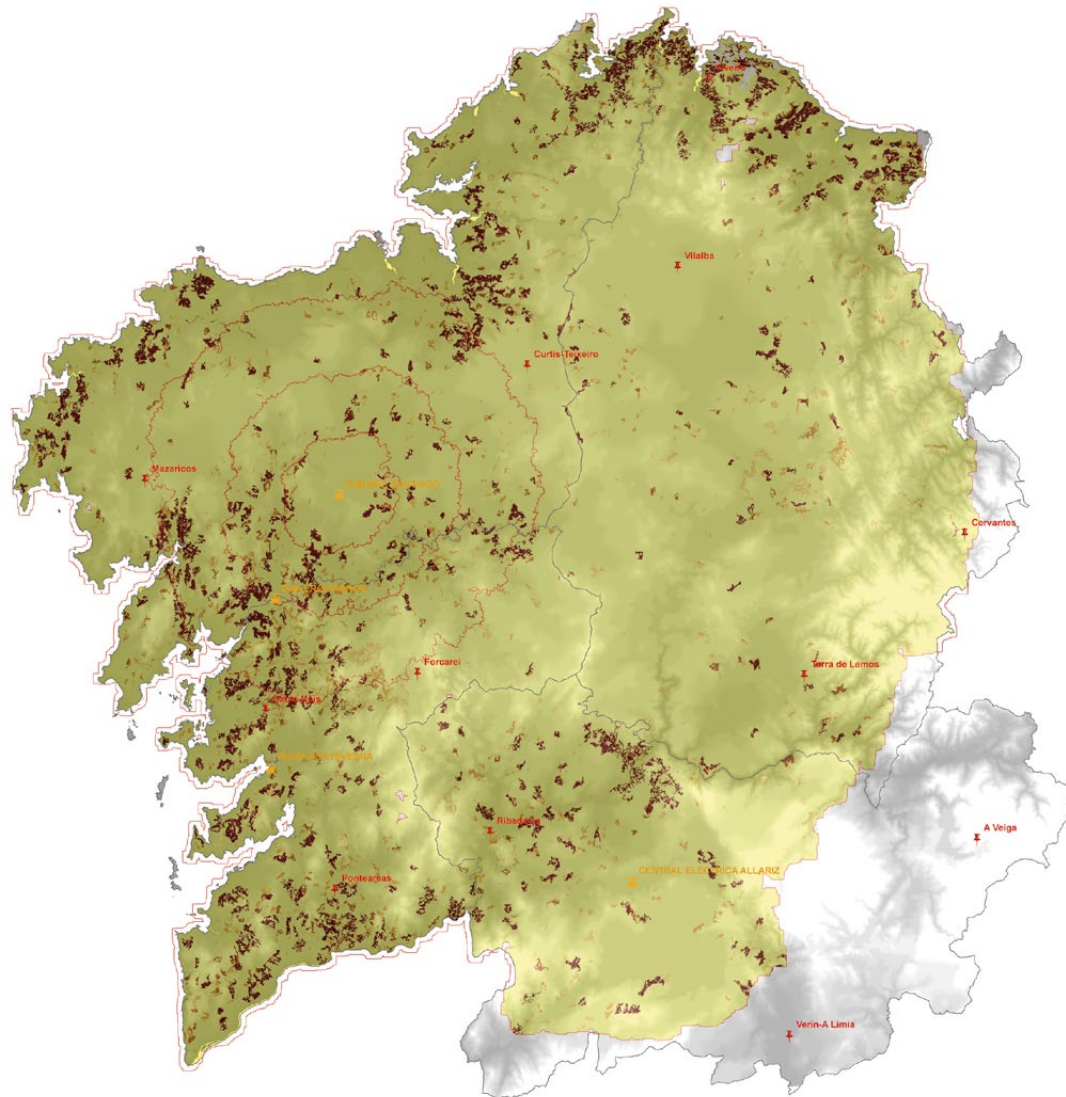
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  SUPERFICIES DE EUCALIPTO SUSCEPTIBLES DE APROVECHAMIENTO



Incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Allariz

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	10.500
50-160 km	1.740.000




12.2.2. CENTRAL DE TABLERO SANTIAGO

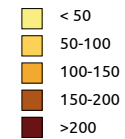
Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)






Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central de Tablero Santiago (20% humedad)

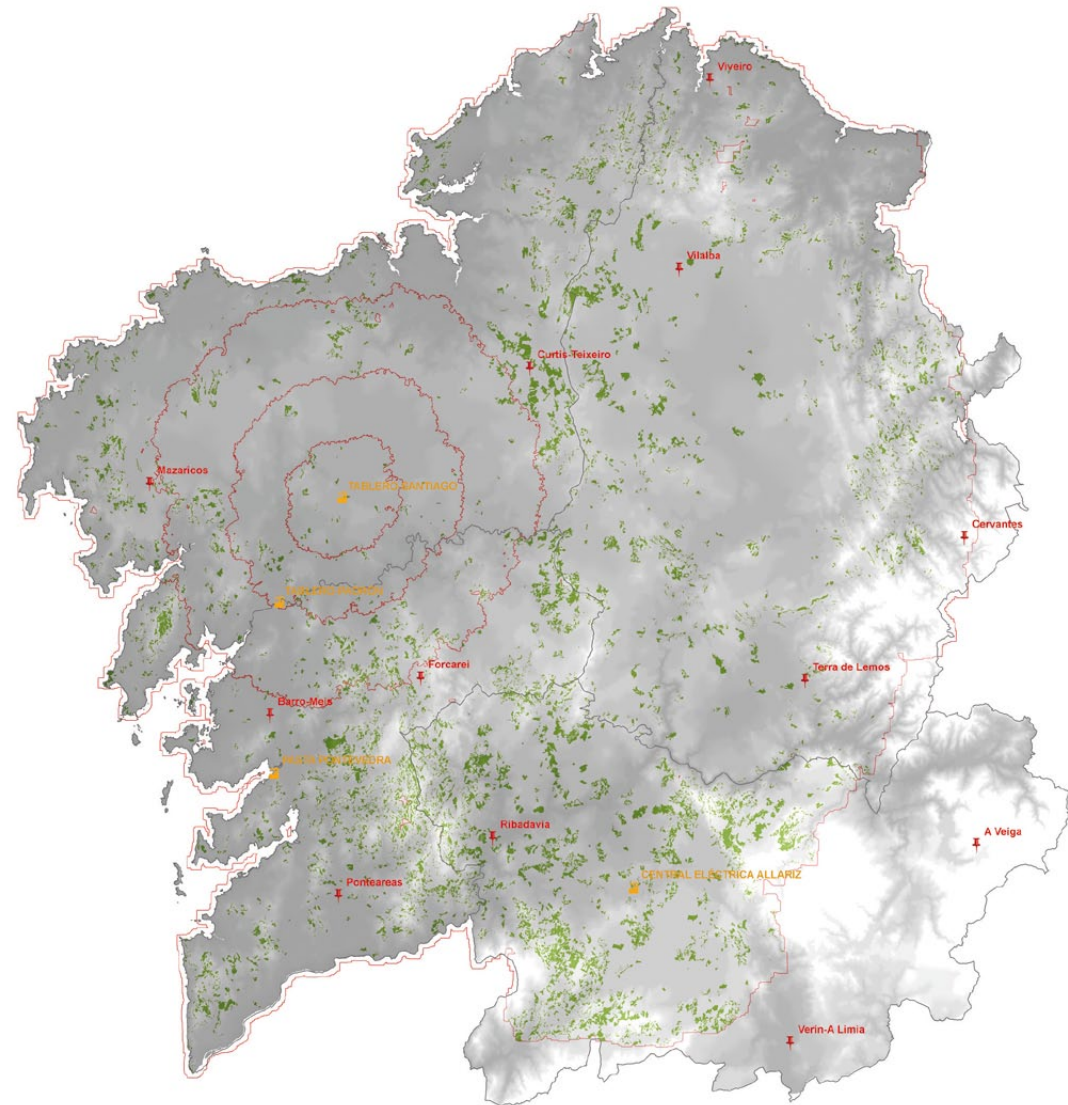
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	12.500
15-30 km	59.000
30-50 km	120.000
50-160 km	484.000

Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

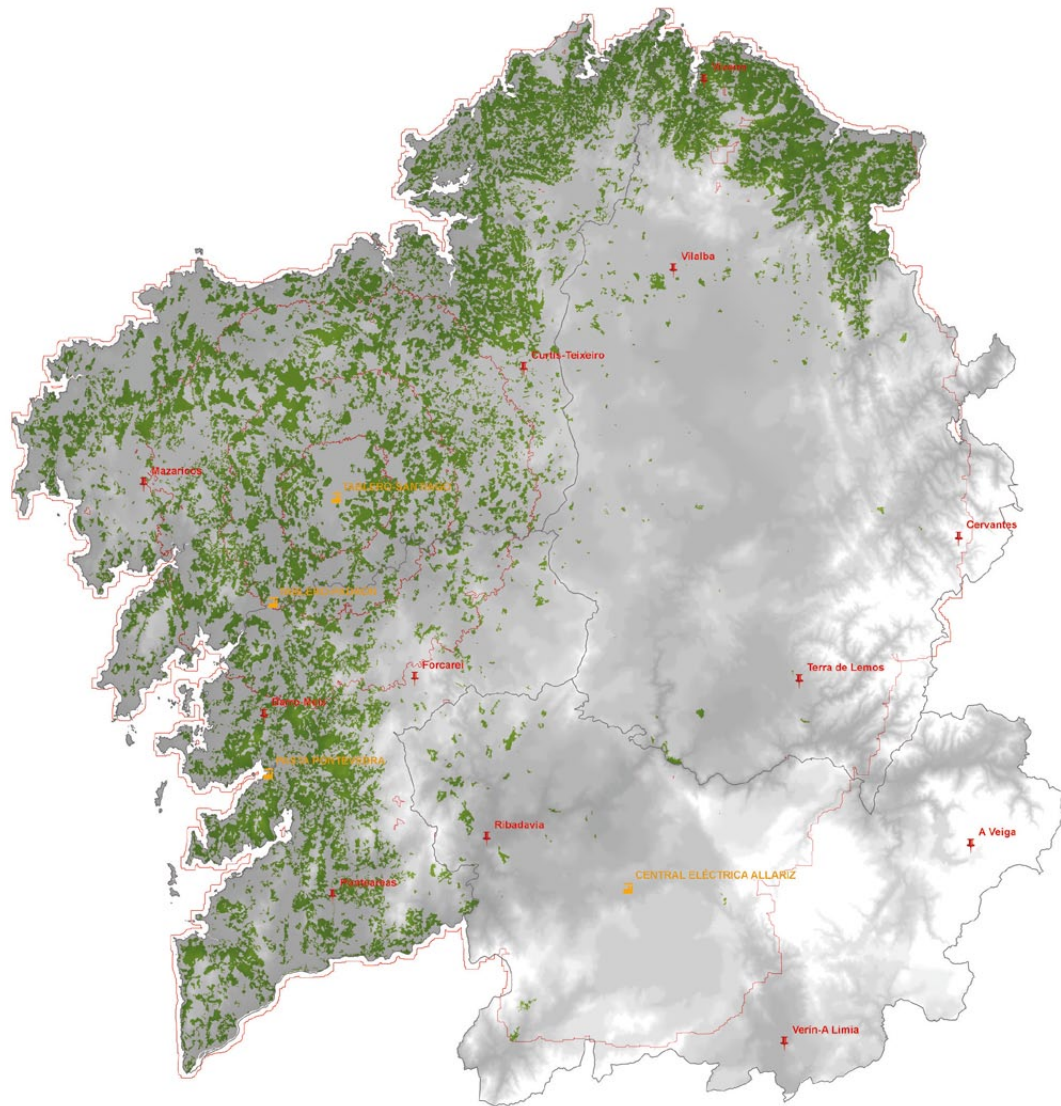
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central de Tablero Santiago




Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	4.500
15-30 km	9.000
30-50 km	75.000
50-160 km	933.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Tablero Santiago


Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	96.000
15-30 km	315.000
30-50 km	613.000
50-160 km	1.821.000

12.2.3. CENTRAL DE TABLERO PADRÓN

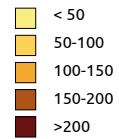
Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

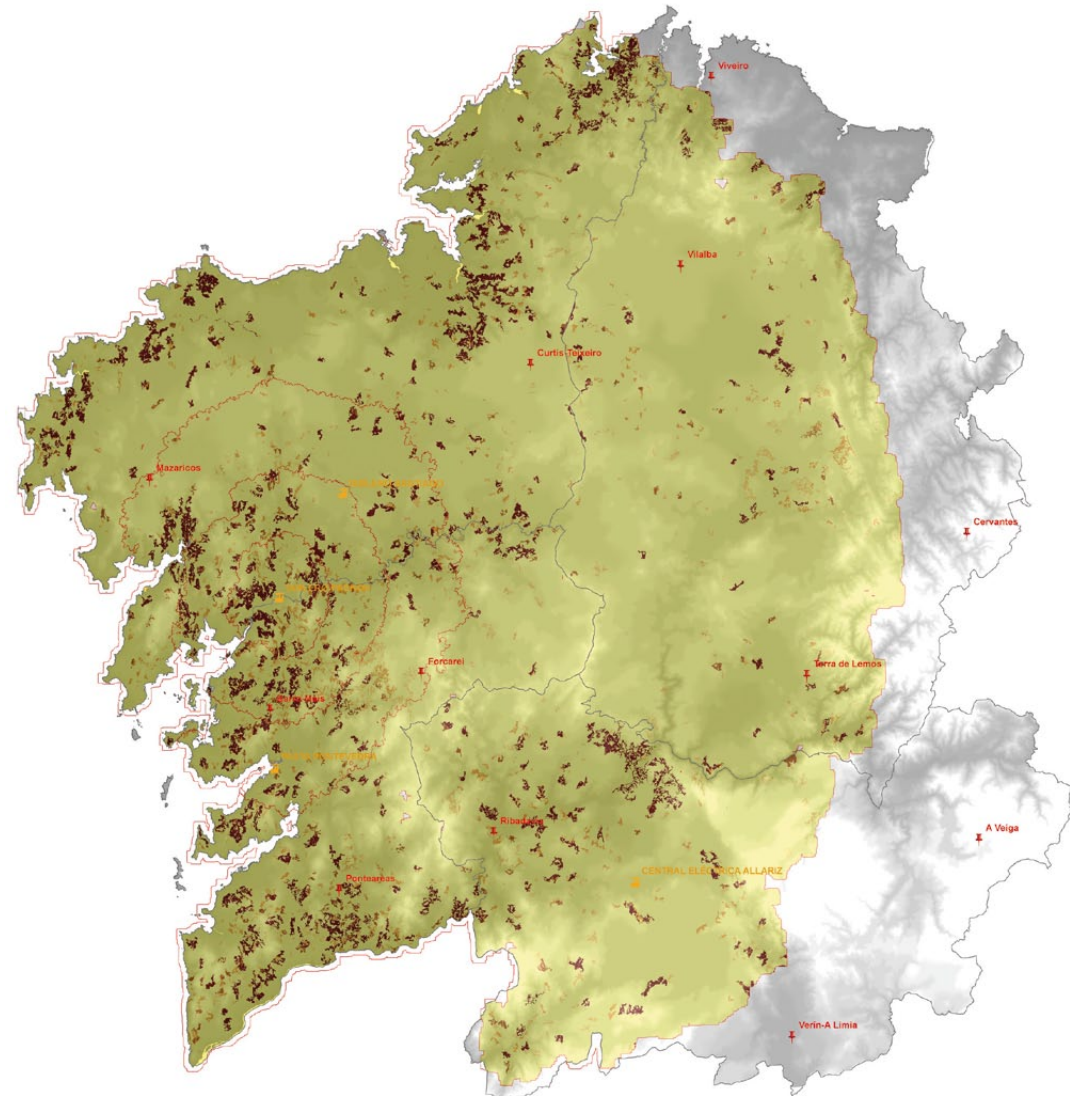
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

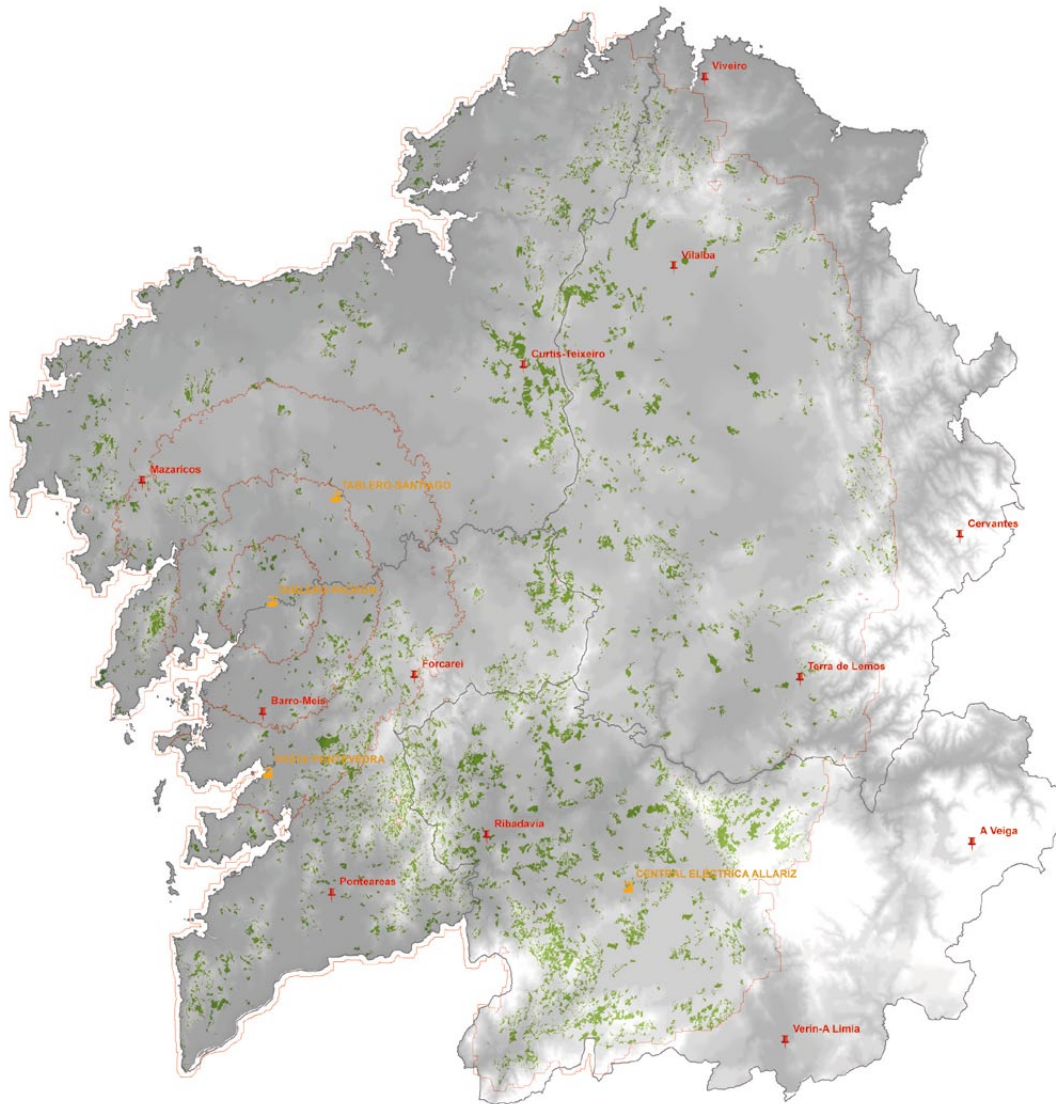


Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central de Tablero Padrón (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	33.500
15-30 km	73.000
30-50 km	82.000
50-160 km	393.000





Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS




Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central de Tablero Padrón

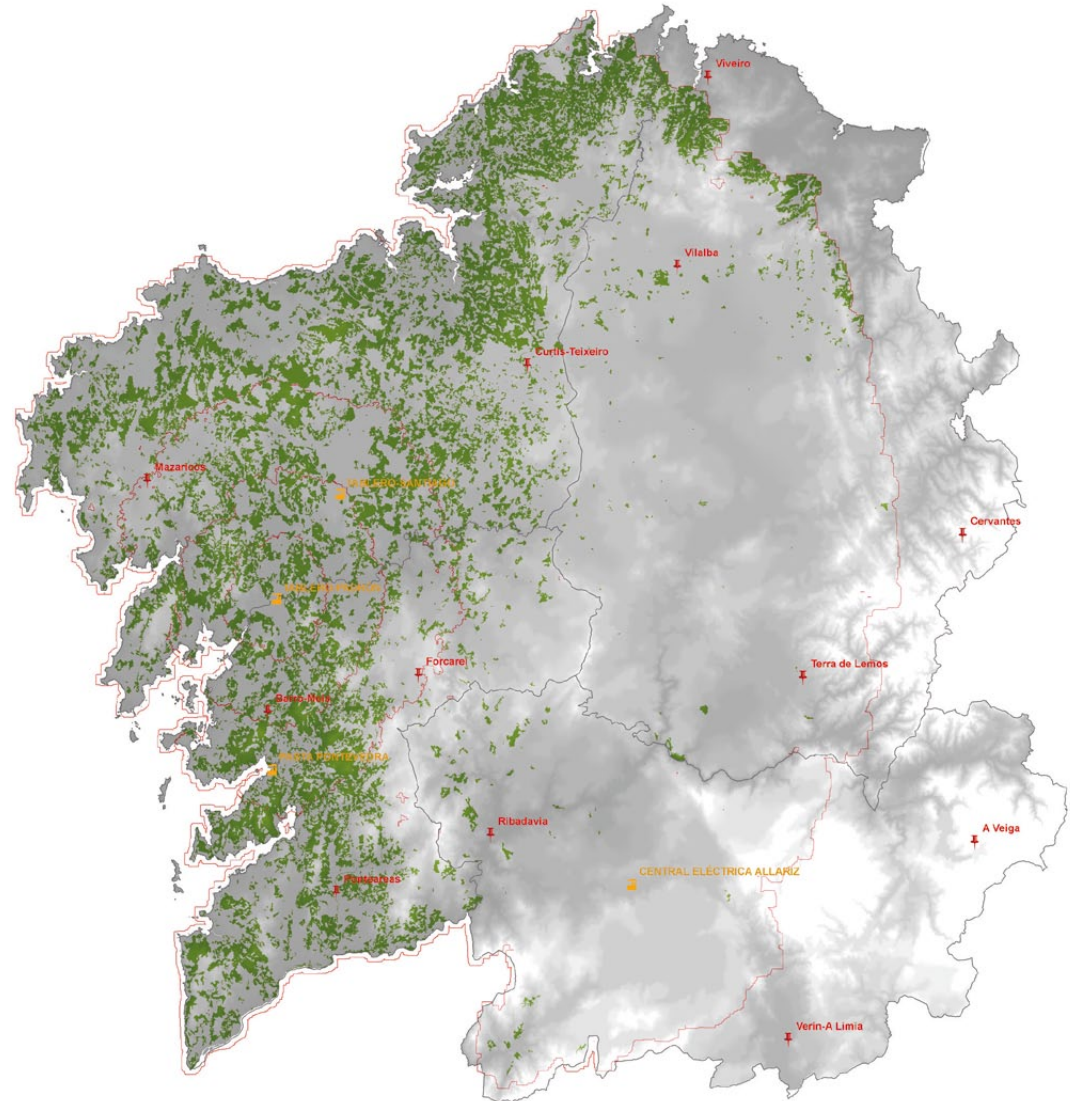
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	6.000
15-30 km	23.000
30-50 km	85.000
50-160 km	874.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

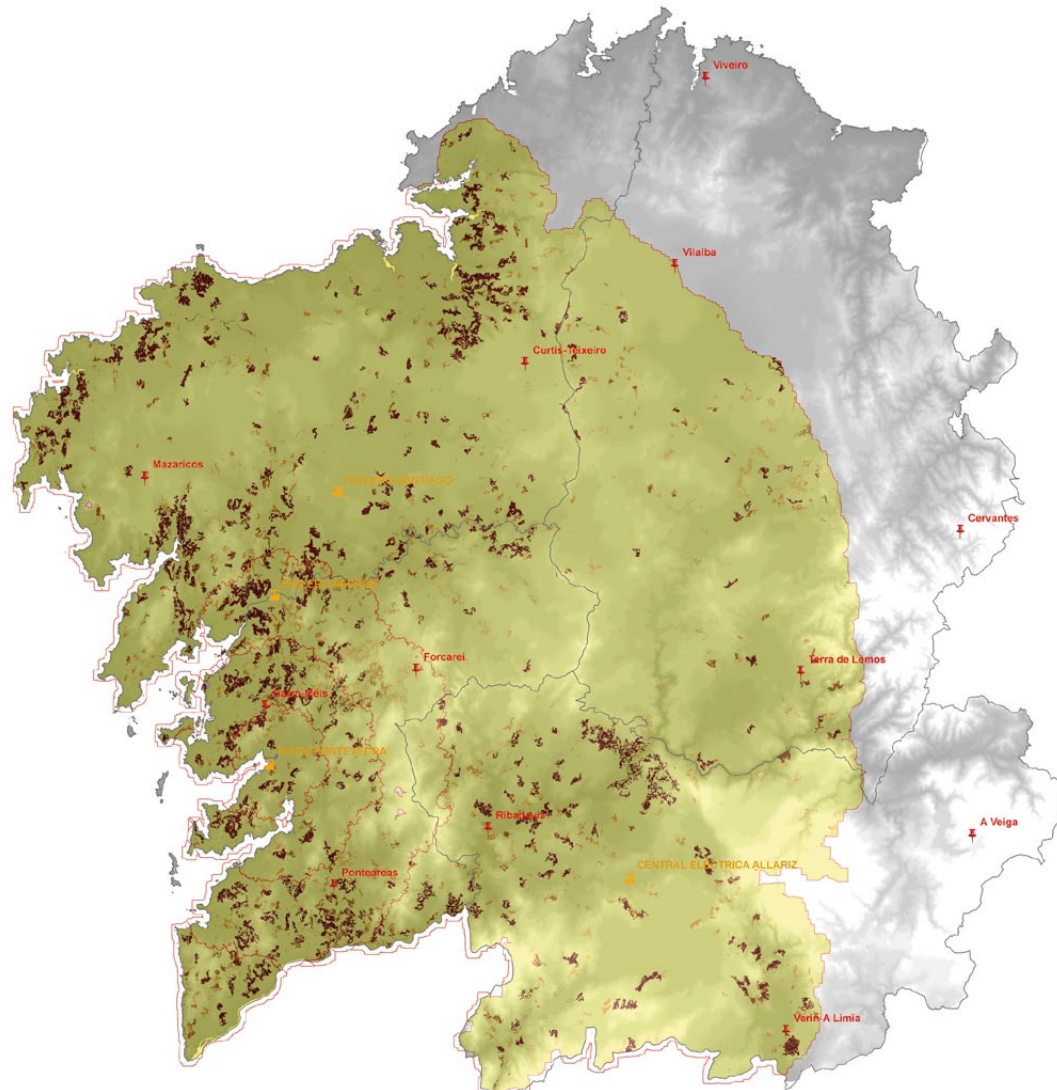
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central de Tablero Padrón

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3



DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	85.000
15-30 km	248.000
30-50 km	480.000
50-160 km	1.684.000








12.2.4. CENTRAL EXISTENTE EN LA FÁBRICA DE PASTA Y PAPEL DE PONTEVEDRA

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200




Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central existente en la fábrica de pasta y papel de Pontevedra (20% humedad)

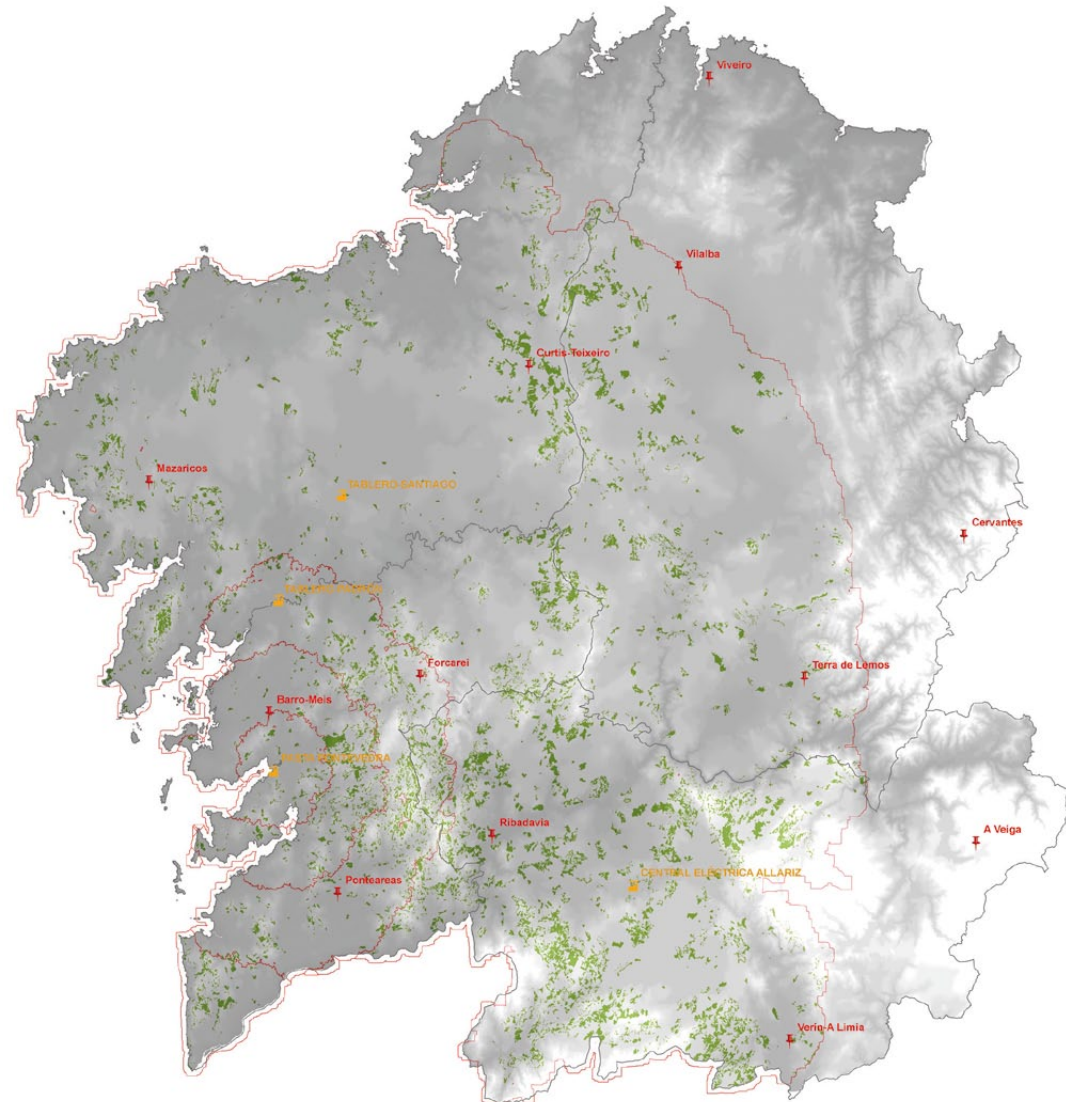
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	20.000
15-30 km	62.000
30-50 km	94.000
50-160 km	360.000

Posibilidad de aprovechamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3

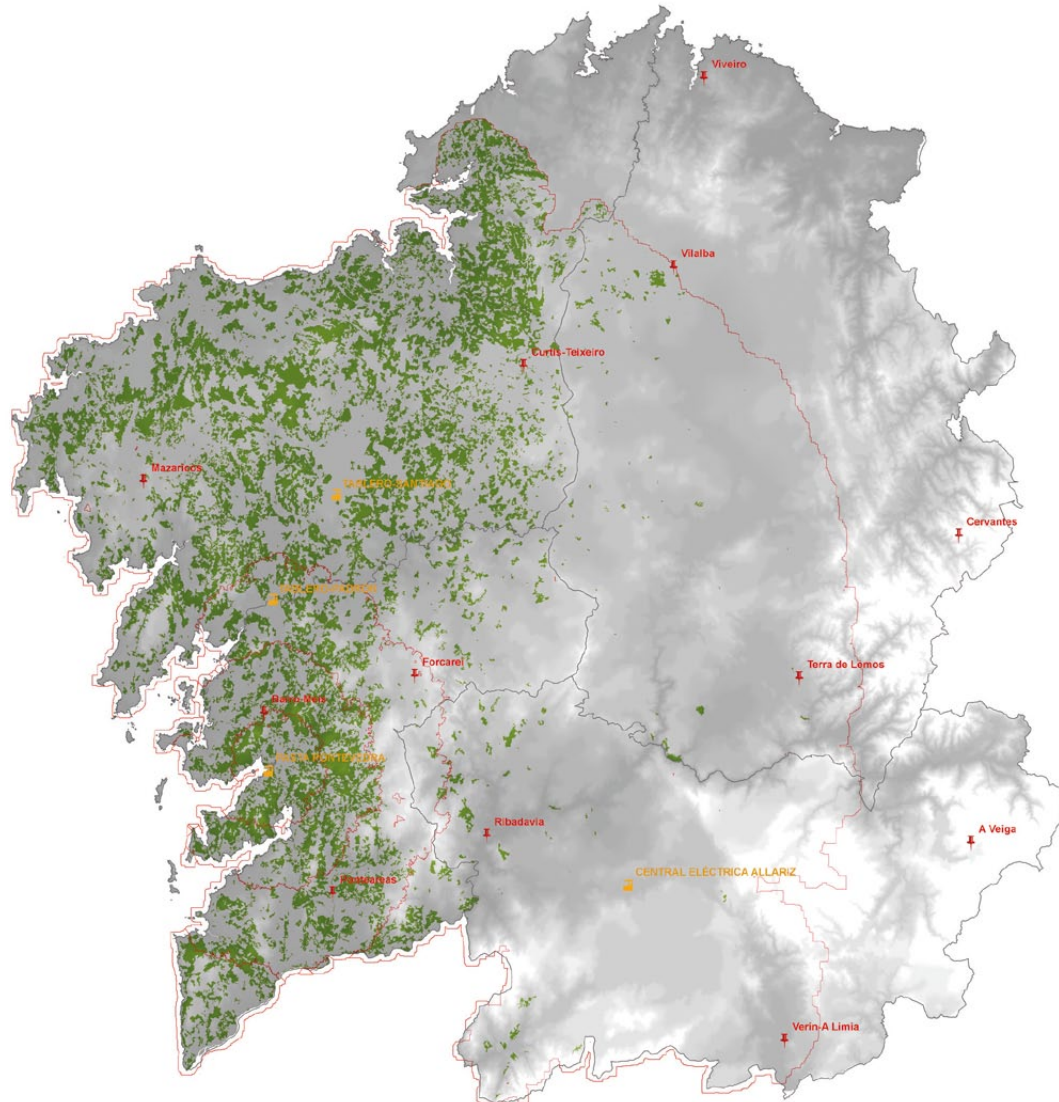
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central existente en la fábrica de pasta y papel de Pontevedra




Fuente, TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	7.000
15-30 km	42.000
30-50 km	108.000
50-160 km	795.000



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central existente en la fábrica de pasta y papel de Pontevedra


Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3


DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	88.000
15-30 km	232.000
30-50 km	253.000
50-160 km	1.593.000

12.2.5. EXISTENTE EN LA FÁBRICA DE PASTA Y PAPEL DE NAVIA






Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central.

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

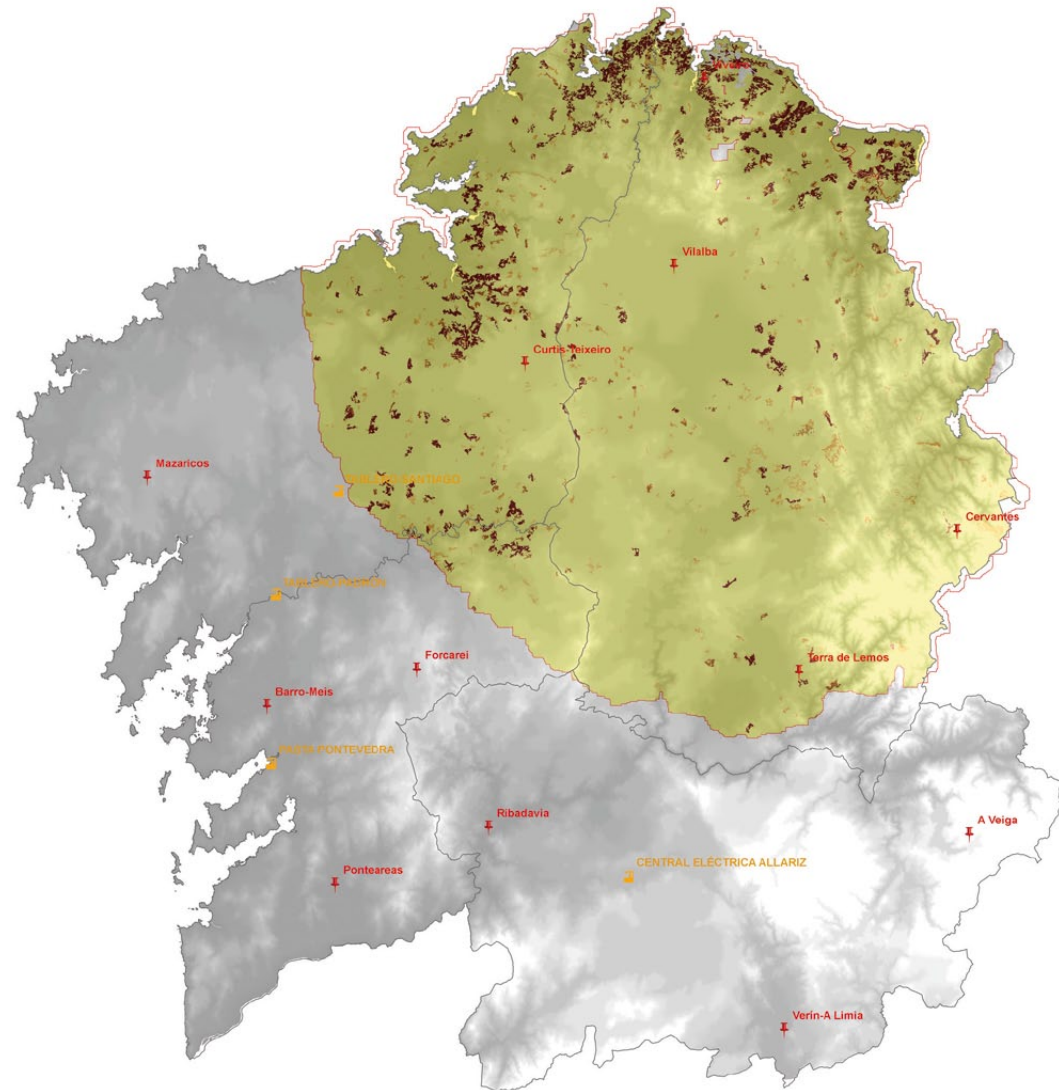
BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

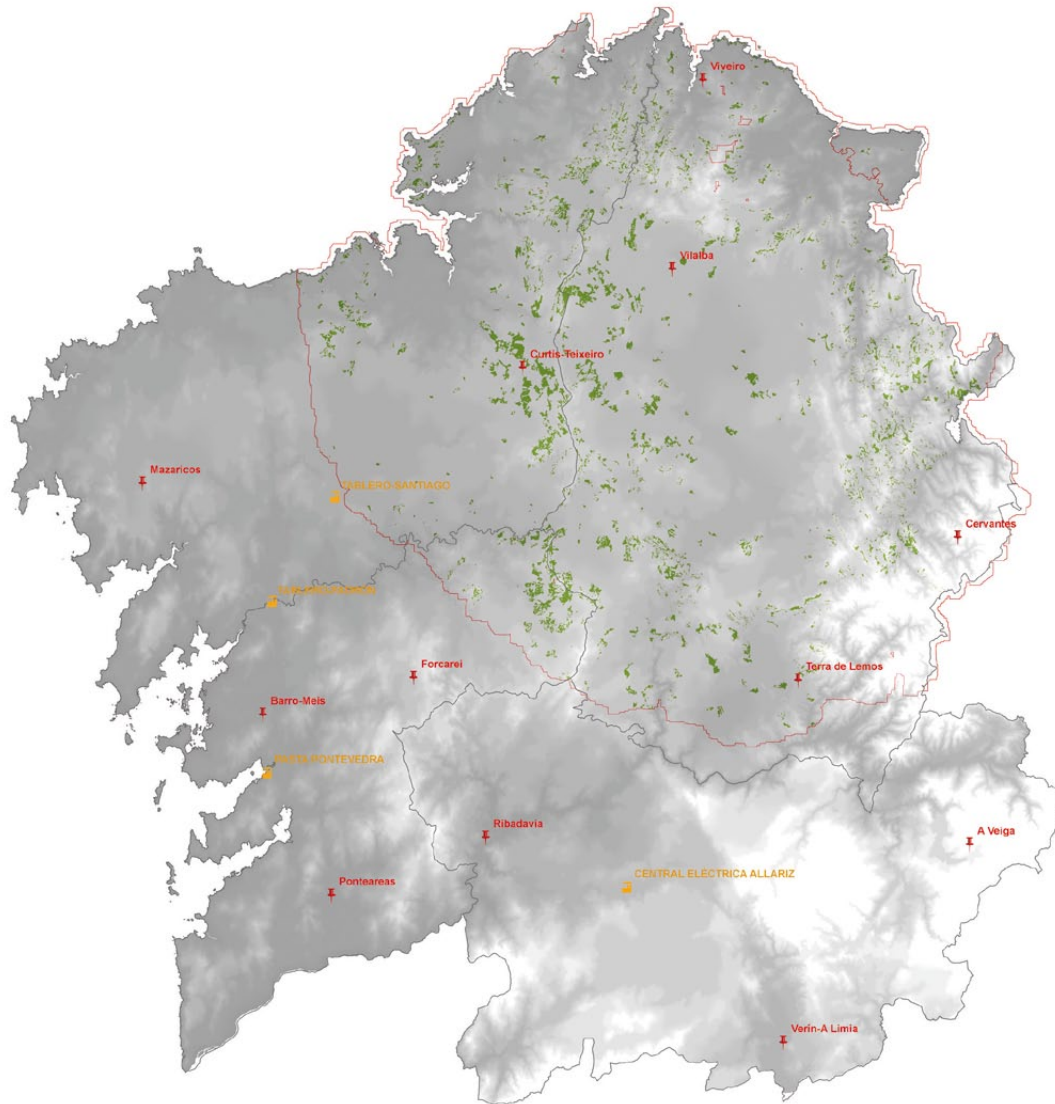
-  < 50
-  50-100
-  100-150
-  150-200
-  >200

Estimación de existencias de BFP en la zona de influencia de la central existente en la fábrica de pasta y papel de Navia (20% humedad)

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3




DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	14.000
50-160 km	180.000





Possibilidade de aproveitamiento de zonas abandonadas como zonas de implantación de cultivos energéticos

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS




Estimación de producción potencial anual de biomasa a partir de cultivos energéticos en la zona de influencia de la central existente en la fábrica de pasta y papel de Navia

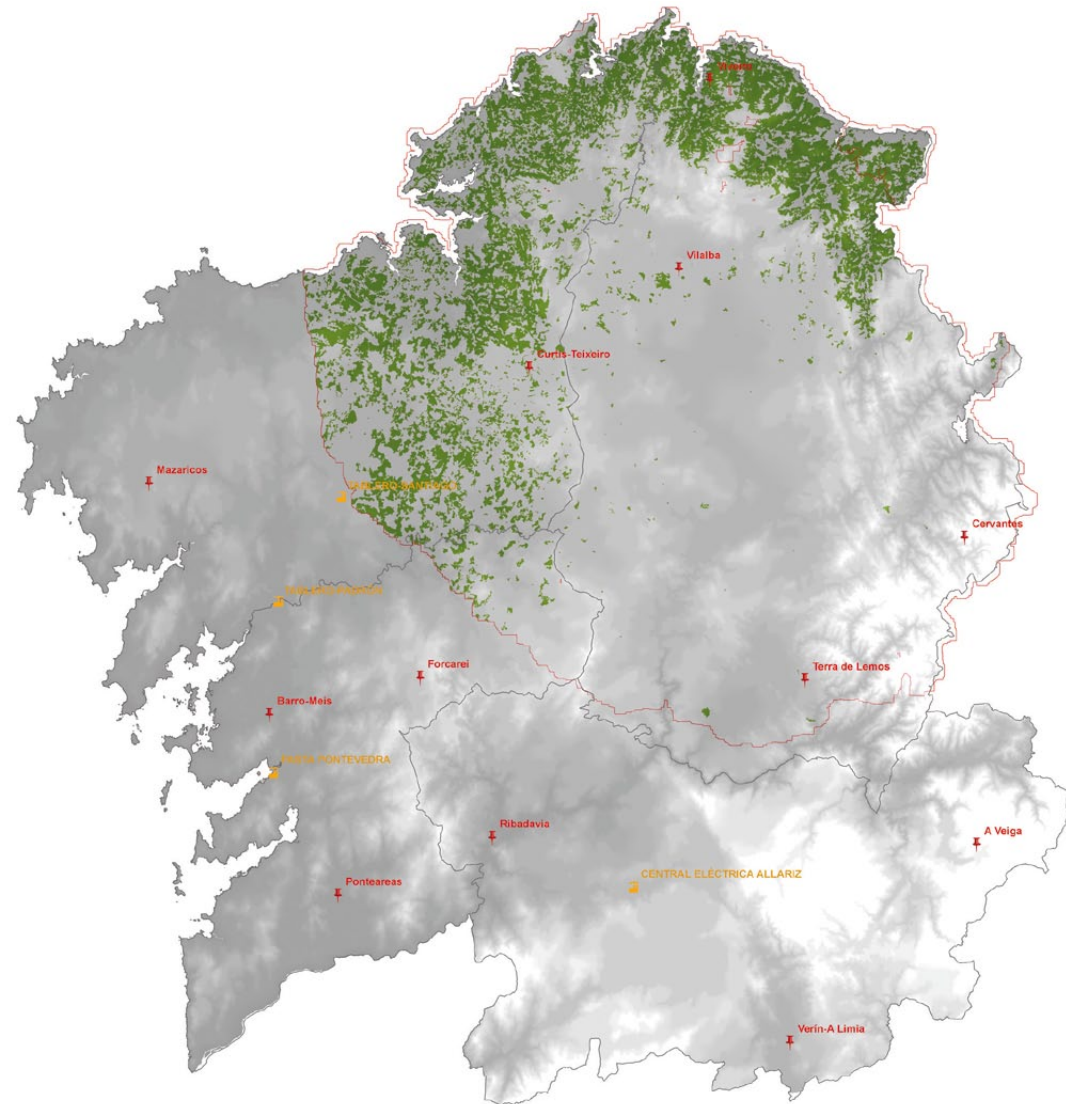
Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	500
50-160 km	384.000

Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  SUPERFICIE POTENCIAL PARA LA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS



Estimación del incremento anual de Vcc de *Eucalyptus globulus* en la zona de influencia de la central existente en la fábrica de pasta y papel de Navia

Fuente. TRAGSATEC 2011. IFN3

DISTANCIA	PRODUCTIVIDAD POTENCIAL ANUAL (t/año)
< 15 km	-
15-30 km	-
30-50 km	49.000
50-160 km	1.428.000

ESTIMACIÓN DE LAS EXISTENCIAS NECESARIAS
PARA EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO
DE LAS CENTRALES EXISTENTES / POTENCIALES DE GALICIA

13



En la tabla siguiente se realiza una síntesis de las centrales propuestas que utilizan biomasa para la producción de energía eléctrica en Galicia.

Caracterización de las centrales existentes/propuestas que utilizan biomasa

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRALES EXISTENTES

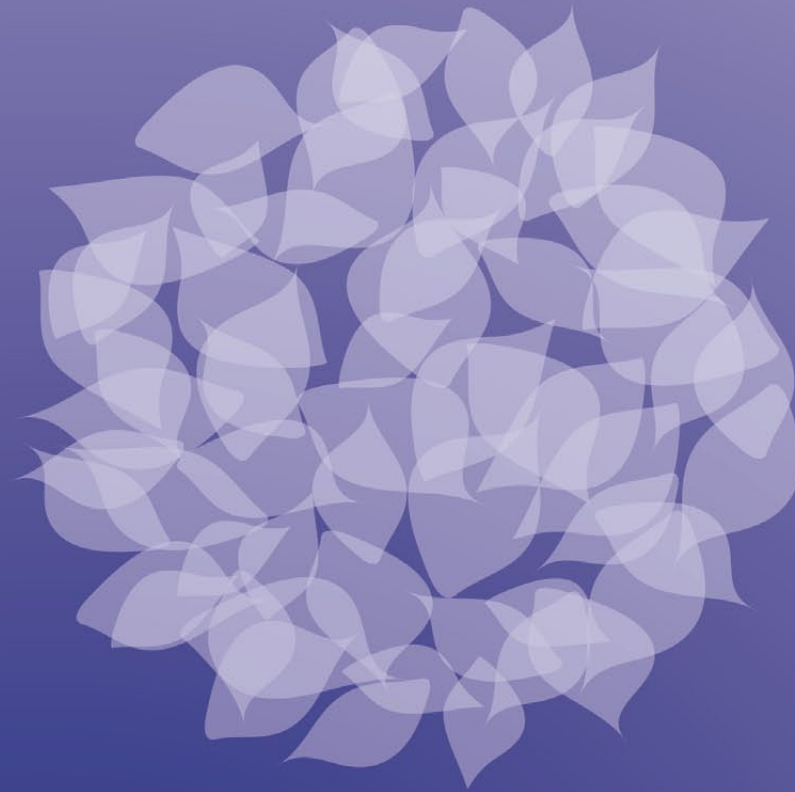
TIPO DE INDUSTRIA	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%H)
ALLARLUZ	2,35	21.150

CENTRALES PROPUESTAS

Nombre de la planta	Localización	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%H)
Mazaricos	Pino de Val, Mazarico	10,000	90.000
Viveiro	Viveiro	10,000	90.000
Curtis-Teixeiro	Curtis	10,000	90.000
Vilalba	Vilalba	10,000	90.000
Cervantes	Cervantes	2,000	18.000
Forcarei	Forcarei	2,000	18.000
Terra de Lemos	A Pobra de Brollón	5,000	45.000
Barro-Meis	Barro-Meis	10,000	90.000
Ribadavia	Ribadavia (Ourense)	5,016	45.144
Ponteareas	Ponteareas	10,000	90.000
Verín-A Limia	P.I. Tamagos, Verín	5,000	45.000
A Veiga	A Veiga	0,984	8.856

ESTIMACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE BIOMASA
EN ÁREAS DE INFLUENCIA POR CENTRALES SEGÚN NECESIDADES

14



**Caracterización de las centrales existentes/propuestas que utilizan biomasa.
Disponibilidad del recurso a <30 km**

ESTIMACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE BIOMASA EN ÁREAS DE INFLUENCIA POR CENTRALES SEGÚN NECESIDADES

A continuación se realiza una síntesis de la disponibilidad de recurso biomásico en el área de influencia de las futuras centrales de producción de energía eléctrica a partir de biomasa en Galicia.

Caracterización de las centrales existentes/propuestas que utilizan biomasa. Disponibilidad del recurso a <30 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRALES EXISTENTES

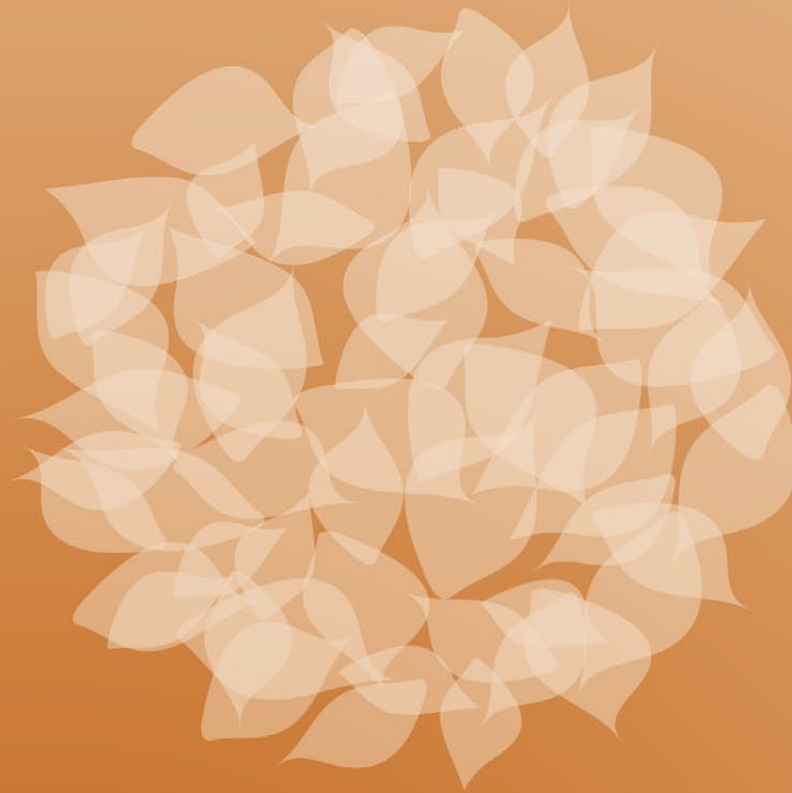
TIPO DE INDUSTRIA	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%H)	BIOMASA DISPONIBLE <15 km			BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km		
			BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	Eg	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	Eg
ALLARLUZ	2,35	21.150	5.000	24.000	---	21.000	103.000	---

CENTRALES PROPUESTAS

TIPO DE INDUSTRIA	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%H)	BIOMASA DISPONIBLE <15 km			BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km		
			BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	Eg	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	Eg
Mazaricos	10,000	90.000	8.000	12.000	19.300	35.000	26.000	215.200
Viveiro	10,000	90.000	27.000	4.000	76.600	56.000	19.000	150.000
Curtis-Teixeiro	10,000	90.000	9.000	44.000	60.000	42.500	56.000	216.500
Vilalba	10,000	90.000	1.300	14.000	12.800	15.500	46.000	28.000
Cervantes	2,000	18.000	1.000	70	---	5.000	7.000	---
Forcarei	2,000	18.000	4.000	17.000	8.200	27.000	68.000	99.900
Terra de Lemos	5,000	45.000	4.000	5.000	---	8.000	16.000	---
Barro-Meis	10,000	90.000	29.000	6.000	69.000	44.000	52.000	184.000
Ribadavia	5,016	45.144	9.000	23.000	7.600	30.500	91.000	29.400
Ponteareas	10,000	90.000	28.000	10.000	77.000	41.000	47.000	137.000
Verín-A Limia	5,000	45.000	11.000	22.000	---	12.000	46.000	---
A Veiga	0,984	8.856	6.000	11.000	---	4.000	10.000	---

ESTIMACIÓN DE DISPONIBILIDAD SUMINISTRO
DE BIOMASA POR CENTRAL. RELACIÓN OFERTA - DEMANDA

15



Para conocer las necesidades de biomasa en cada central, se realiza un análisis de necesidades para cada una de ellas, de este modo, se puede valorar la adecuación de las mismas a la zona de influencia de cada una de ellas.

Para realizar el radio en el que se podría abastecer en la práctica una central de biomasa es necesario realizar una serie de suposiciones:

A) Sobre el total de BFP existente en el entorno de una central no será posible su aprovechamiento total, por cuanto inevitablemente se van a realizar cortas y aprovechamientos en los que el propietario o el rematante no opte por la retirada de la BFP con fines energéticos. Por este motivo se hace la suposición de que el 70 % de la disponibilidad anual de BFP puede ser valorizada energéticamente. Evidentemente este porcentaje variará entre unas zonas u otras de Galicia y a lo largo del tiempo, produciéndose paulatinamente un aumento de su aprovechamiento en cuanto se produzca demanda sobre el citado recurso.

B) En el presente documento se han identificado unas superficies potenciales óptimas para la implantación de cultivos energéticos, y que generalmente se trataba de superficies de escasa pendiente y que han sido destinadas a usos agrarios en épocas anteriores. La movilización productiva de terrenos agrarios abandonados en Galicia es siempre difícil. Las causas de abandono de terrenos son múltiples (abandono de la actividad agraria, despoblación del rural, desconocimiento de los titulares, etc.) y promover iniciativas que inviertan esta tendencia es siempre complicado. Por este motivo para el cálculo de abastecimiento de las centrales se considera que únicamente el 20 % de la superficie identificada como apta para acoger cultivos energéticos podrá ser puesta en valor en la práctica.

C) Se deberá tener en cuenta que en este estudio no se cuantifica la cantidad de recurso disponible en zonas limítrofes como las Comunidades Autónomas de Asturias y Castilla y León, ni tampoco en Portugal. Por este motivo, cuando el área de influencia de una central traspasa la frontera de Galicia, se estima que podría abastecerse con recurso de otras áreas geográficas no incluidas en este estudio.

D) Sobre el acceso a las existencias disponibles en Galicia de *Eucalyptus globulus*, con gran potencial en la zona costera, se considera que una parte de su producción anual podría destinarse con fines energéticos, por este motivo se incluye en la realización de los cálculos de estimación de existencias. En este estudio, se estima que únicamente el 10% del incremento anual de volumen con corteza de eucalipto podría destinarse a fines energéticos. De esta forma se puede estimar si una planta de producción de energía eléctrica a partir de biomasa podría autoabastecerse ejerciendo una escasa presión sobre uno de los recursos más controvertidos y discutidos, la madera de eucalipto en rollo.

15.1. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO EN CENTROS DE CONSUMO PROPUESTOS

15.1.1. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN MAZARICOS

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Mazaricos, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central (ampliando el radio de actuación en situaciones en que el suministro no estuviera garantizado), de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011




	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%H)
CENTRAL DE MAZARICOS	10	90.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-35 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

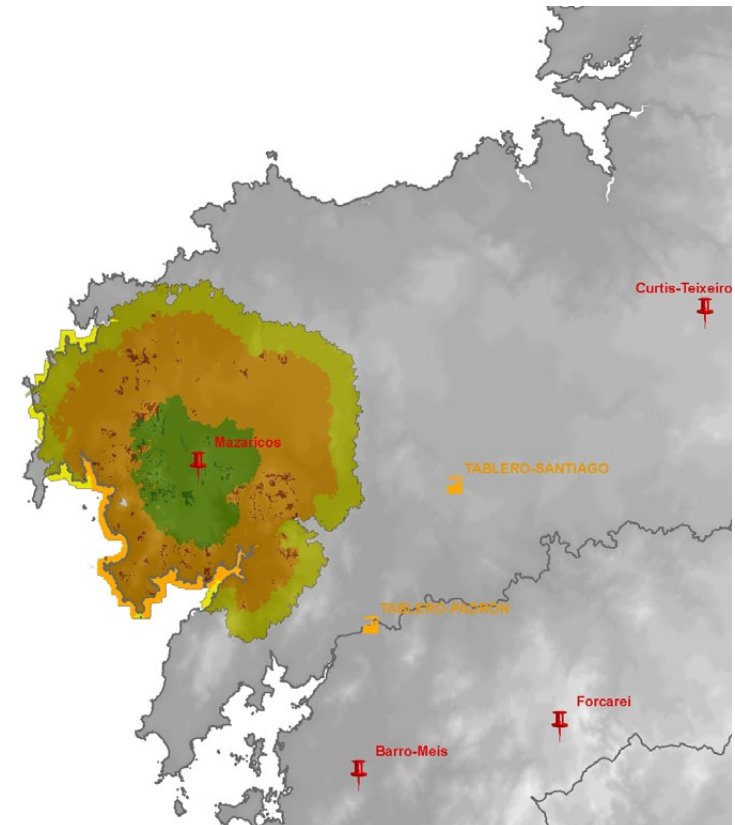
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km
-  DISTANCIA ENTRE 30-35 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-35 km



Disponibilidad del recurso a 15-35 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE MAZARICOS	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 30-35 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	8.000	12.000	19.300	39.300	35.000	26.000	215.200	276.200	36.000	40.000	18.000	94.000	409.500
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	5.600	2.400	1.930	9.930	24.500	5.200	21.520	51.220	25.200	8.000	1.800	35.000	96.150



15.1.2. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN A VEIGA

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en A Veiga, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central		
Fuente. TRAGSATEC 2011		
	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%h)
CENTRAL DE A VEIGA	0,984	8.856

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-25 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

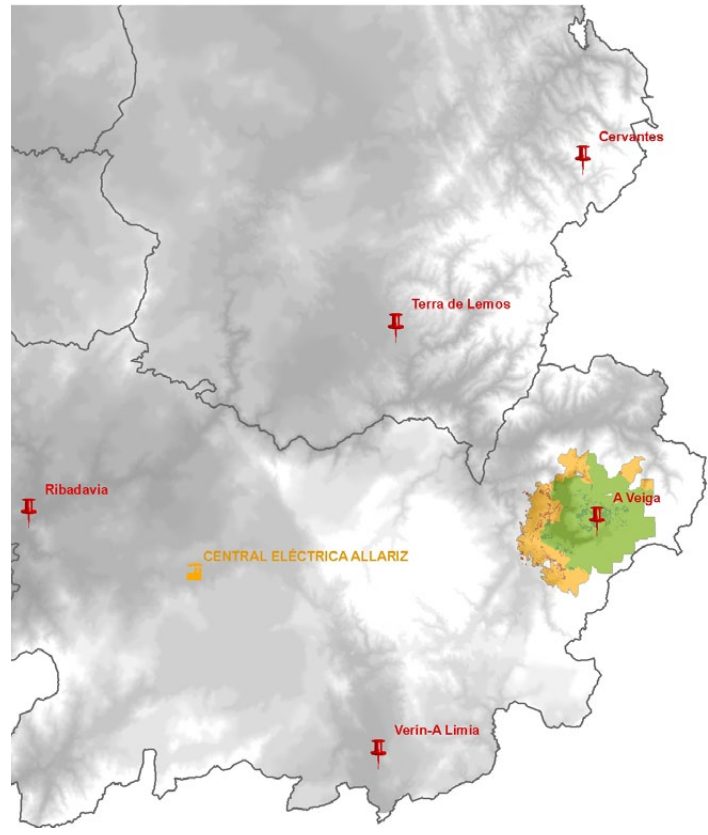
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-25 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-25 km



Disponibilidad del recurso a 15-25 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE A VEIGA	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-25 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	6.000	11.000	--	17.000	2.500	6.700	--	9.200	26.200
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	4.200	2.200	--	6.400	1.750	1.340	--	3.090	9.490

15.1.3. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN VIVEIRO

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Viveiro, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011



	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% ^h)
CENTRAL DE VIVEIRO	10	90.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-35 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

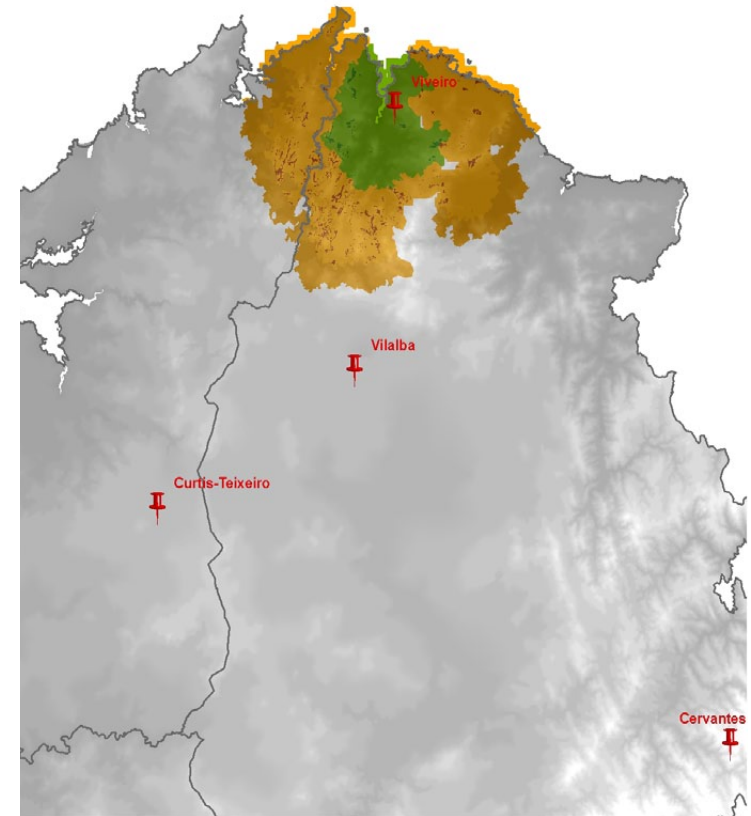
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-35 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-35 km



Disponibilidad del recurso a 15-35 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE VIVEIRO	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-35 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	27.000	4.000	76.600	107.600	60.000	22.000	175.000	257.000	364.600
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	18.900	800	7660	27.360	42.000	4.400	17.500	63.900	91.260

15.1.4. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN VILALBA

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Vilalba, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central (ampliando el radio de actuación en situaciones en que el suministro no estuviera garantizado), de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011




	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%tH)
CENTRAL DE VILALBA	10	90.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-40 km




Fuente. TRAGSATEC 2011

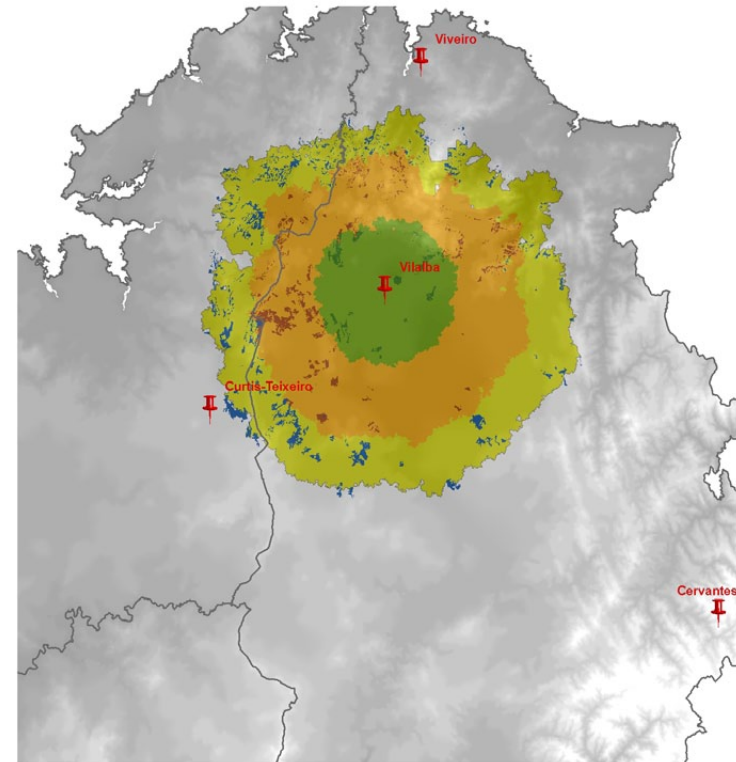
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km
-  DISTANCIA ENTRE 30-40 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km
-  DISTANCIA ENTRE 30-40 km



Disponibilidad del recurso a 15-40 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE MAZARICOS	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 30-40 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGETICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	1.300	14.000	12.800	28.100	15.500	46.000	28.000	89.500	37.500	120.000	122.000	279.500	397.100
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	910	2.800	1.280	4.990	10.850	9.200	2.800	22.850	26.250	24.000	12.200	62.450	90.290

15.1.5. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN CERVANTES

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Cervantes, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central (ampliando el radio de actuación en situaciones en que el suministro no estuviera garantizado), de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011




	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20%t)
CENTRAL DE CERVANTES	2	18.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-50 km




Fuente. TRAGSATEC 2011

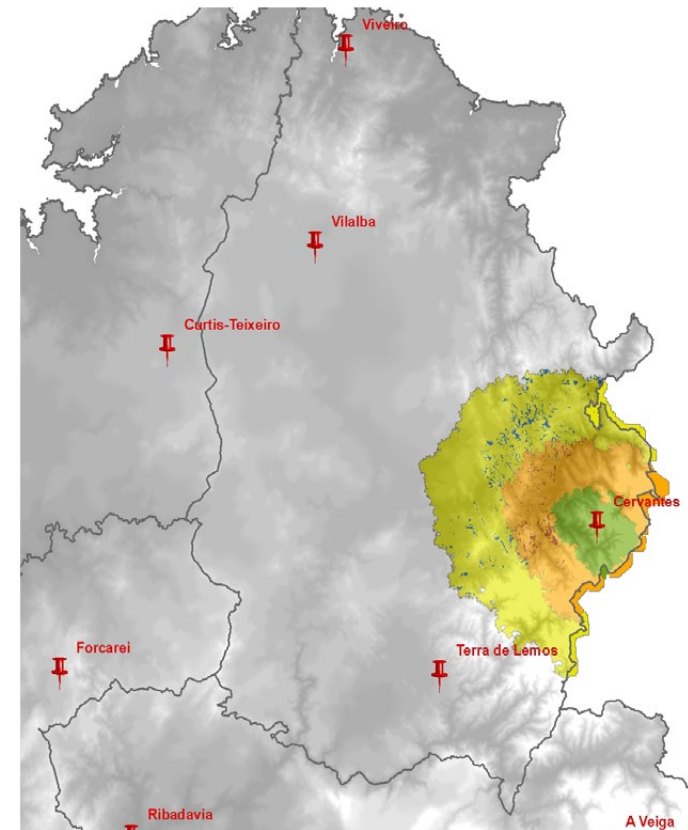
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km
-  DISTANCIA ENTRE 30-50 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km
-  DISTANCIA ENTRE 30-50 km



Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-50 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE CERVANTES	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 30-50 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	1.000	70	--	1.070	5.000	7.000	--	12.000	10.000	21.000	--	31.000	44.070
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	700	14	--	714	3.500	1.400	--	4.900	7.000	4.200	--	11.200	16.814

* Aunque en un radio de 50 km el suministro no está garantizado con biomasa procedente de Galicia, se debe tener en cuenta el suministro de biomasa procedente de regiones limítrofes.

15.1.6. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN CURTIS-TEIXEIRO

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Curtis-Teixeiro, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011



	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% ^h)
CENTRAL DE CURTIS-TEIXEIRO	10	90.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-35 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

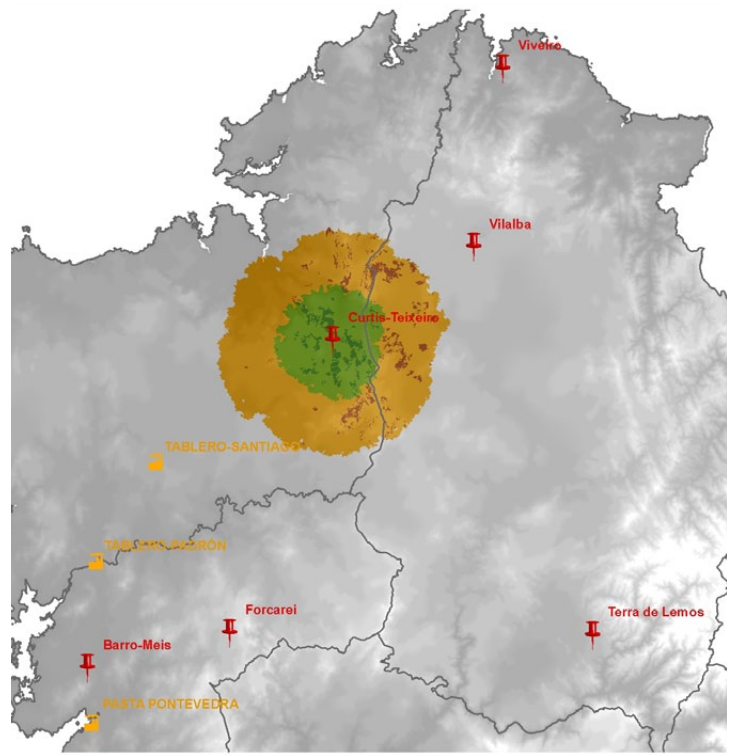
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-35 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-35 km



Disponibilidad del recurso a 15-35 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE CURTIS-TEIXEIRO	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-35 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	9.000	44.000	60.000	113.000	45.000	62.000	250.00	357.000	470.000
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	6.300	8.800	6.000	21.100	31.500	12.400	25.000	68.900	90.000

15.1.7. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN FORCAREI

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Forcarei, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011



	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% ^H)
CENTRAL DE VIVEIRO	2	18.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-20 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

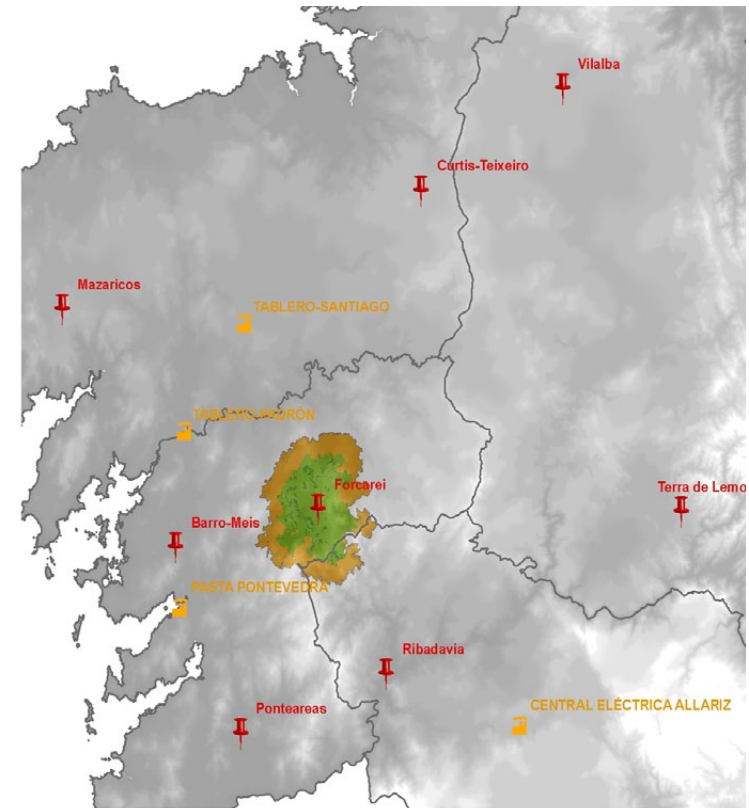
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-20 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-20 km



Disponibilidad del recurso a 15-35 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE FORCAREI	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-20 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	4.000	17.000	8.200	29.200	6.500	30.000	14.000	50.500	79.700
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	2.800	3.400	820	7.020	4.550	6.000	1.400	11.950	18.970



15.1.8. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN FORCAREI

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Pontearreas, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central		
Fuente. TRAGSATEC 2011		
	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% ^h)
CENTRAL DE PONTEAREAS	10	90.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-30 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

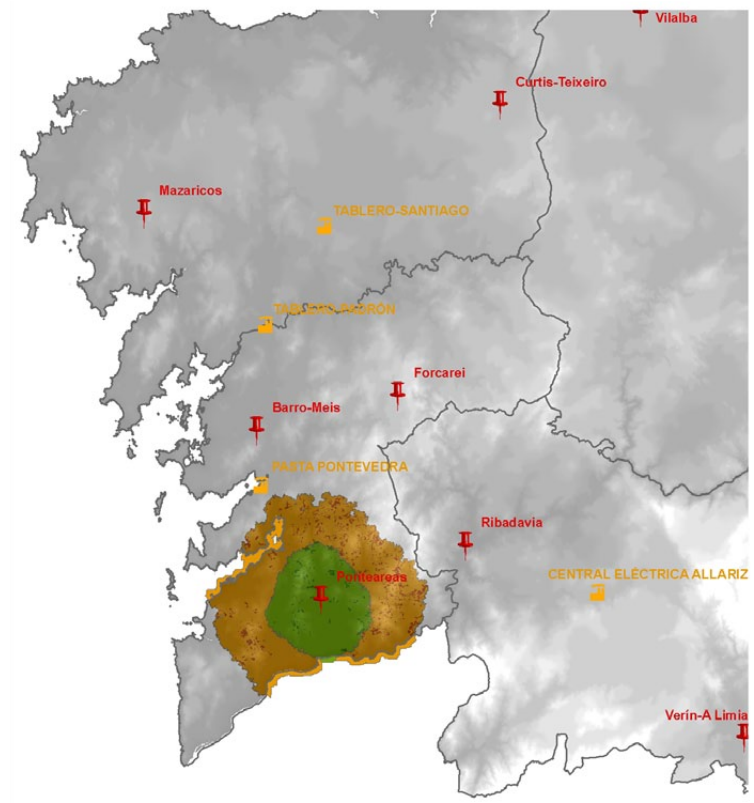
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km



Disponibilidad del recurso a 15-30 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE PONTEAREAS	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	28.000	10.000	77.000	115.000	41.000	47.000	137.000	225.000	340.000
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	19.600	2.000	7.700	29.300	28.700	9.400	13.700	51.800	81.100

15.1.9. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN PONTEVEDRA (BARRO-MEIS)

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Barro – Meis (Pontevedra), deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011



	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% _H)
CENTRAL DE BARRO - MEIS	10	90.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-30 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

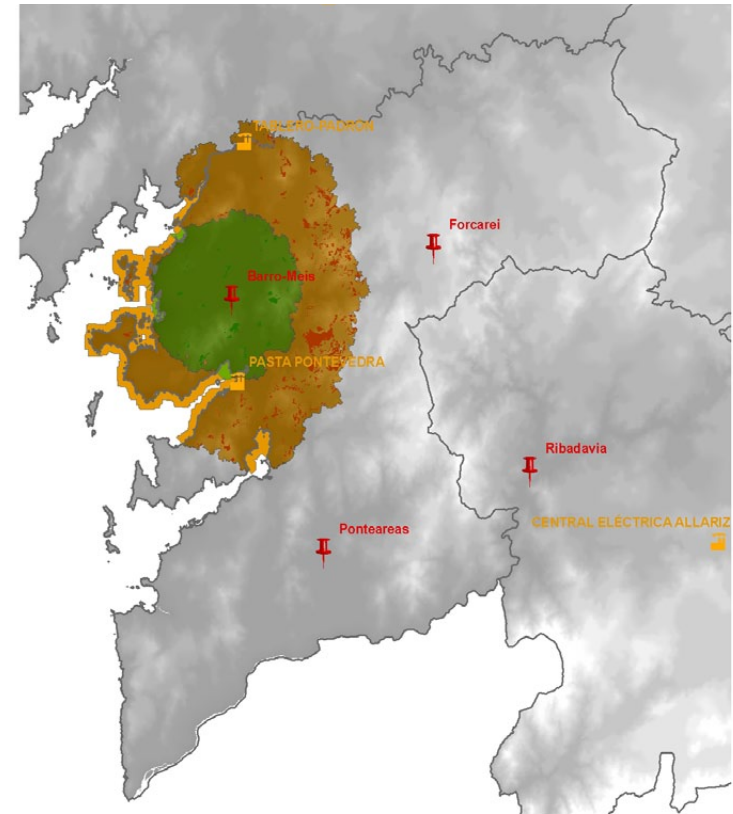
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km



Disponibilidad del recurso a 15-30 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE BARRO-MEIS	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	29.000	6.000	69.000	104.000	44.000	52.000	184.000	280.000	384.000
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	20.000	1.000	7.000	28.000	31.000	11.000	20.000	62.000	90.000



15.1.10. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN RIBADAVIA

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Ribadavia, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central		
Fuente. TRAGSATEC 2011		
	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% ^H)
CENTRAL DE RIBADAVIA	5,016	45.144

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-27 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

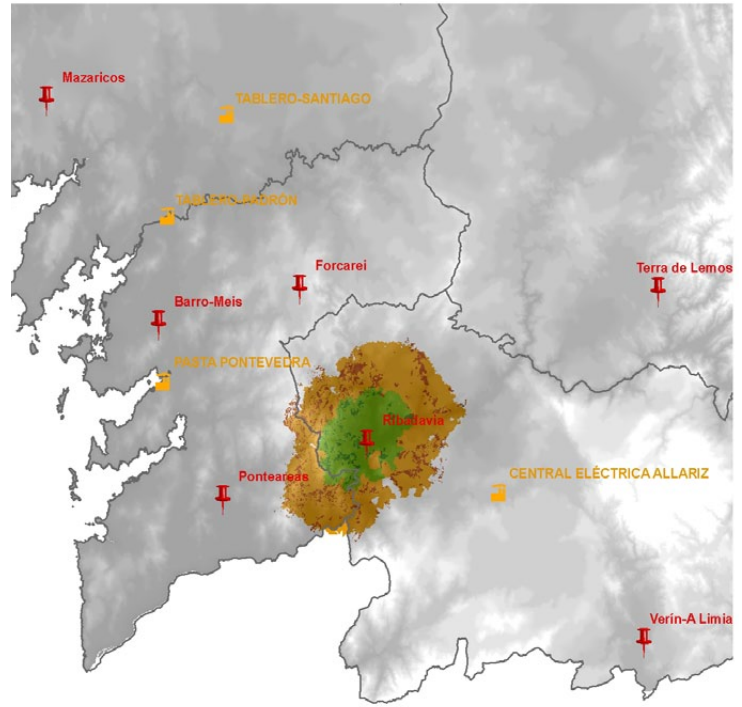
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-27 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-27 km



Disponibilidad del recurso a 15-27 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE RIBADAVIA	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-27 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	9.000	23.000	7.600	39.600	25.000	80.000	16.000	121.000	160.600
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	6.300	4.600	760	11.600	17.500	16.000	1.600	35.100	46.760

15.1.11. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN TERRA DE LEMOS

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Terra de Lemos, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central (ampliando el radio de actuación en situaciones en que el suministro no estuviera garantizado), de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011




	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% _H)
CENTRAL DE TERRA DE LEMOS	5	45.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-50 km




Fuente. TRAGSATEC 2011

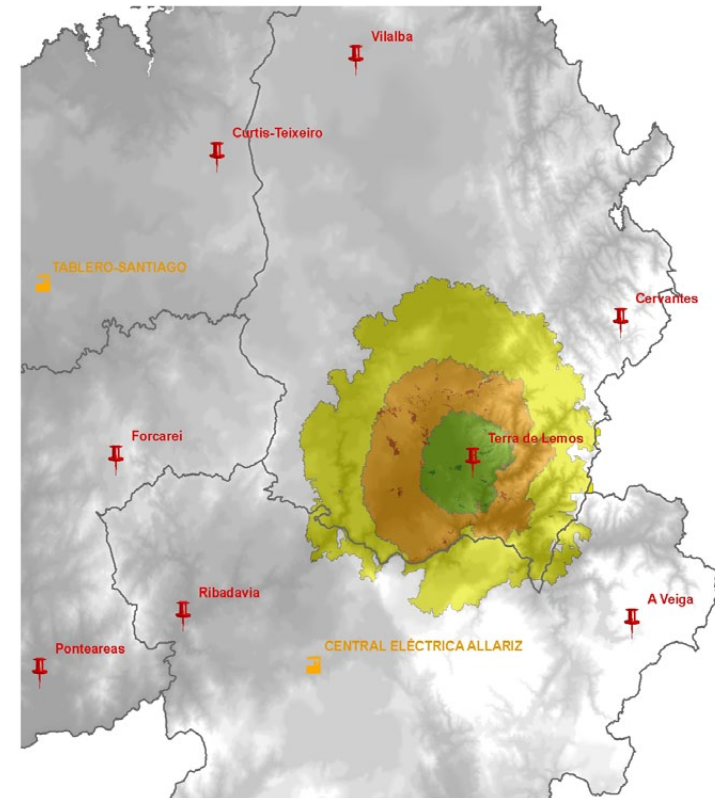
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km
-  DISTANCIA ENTRE 30-50 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km
-  DISTANCIA ENTRE 30-50 km



Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-50 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE TERRA DE LEMOS	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 30-50 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	4.000	5.000	--	9.000	8.000	16.000	--	24.000	15.000	85.000	4.800	104.800	137.800
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	3.000	1.000	--	4.000	6.000	3.500	--	9.500	11.000	17.000	500	28.500	42.000

* Aunque en un radio de 50 km el suministro no está garantizado con biomasa procedente de Galicia, se debe tener en cuenta el suministro de biomasa procedente de regiones limítrofes.

15.1.12. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO. CENTRAL DE BIOMASA EN VERÍN-A LIMIA

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Verín-A Limia, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central, de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011



	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% ^h)
CENTRAL DE VERÍN - A LIMIA	5	45.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-30 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

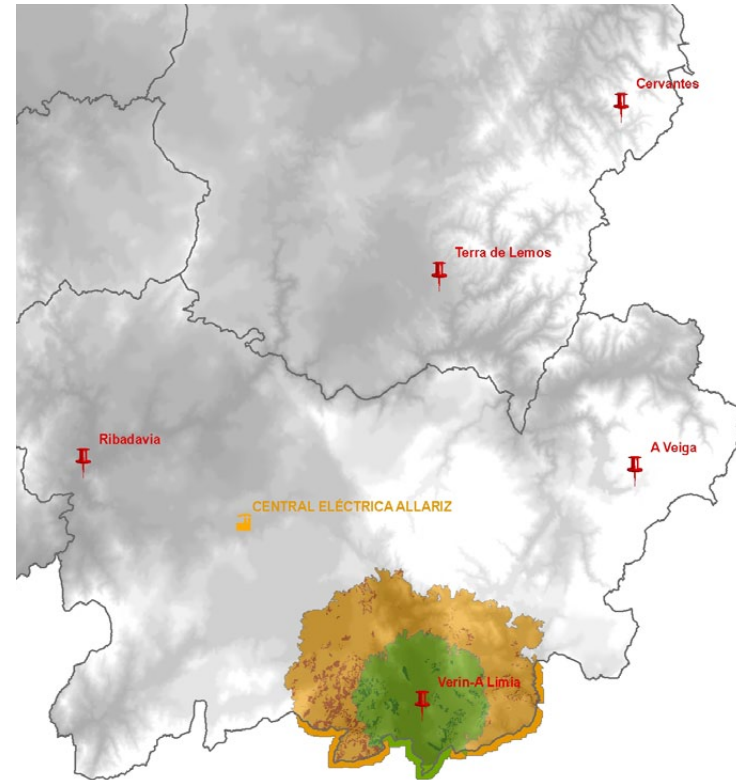
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-30 km



Disponibilidad del recurso a 15-30 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE VERÍN - A LIMIA	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-30 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	11.000	22.000	--	33.000	12.000	46.000	--	58.000	91.000
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	8.000	5.000	--	13.000	9.000	10.000	--	19.000	32.000

* Aunque en un radio de 30 km el suministro no está garantizado con biomasa procedente de Galicia, se debe tener en cuenta el suministro de biomasa procedente de regiones limítrofes.

15.2. ESTIMACIÓN DEL RADIO DE ABASTECIMIENTO EN CENTROS DE CONSUMO EXISTENTES

15.2.1. CENTRAL DE ALLARLUZ

Para poder estimar el balance de biomasa para la central propuesta en Mazaricos, deberemos conocer la demanda de biomasa de la misma, las posibilidades de obtención de suministros y la disponibilidad de los mismos. Para poder evaluar objetivamente cada situación, utilizaremos los datos obtenidos en un radio de influencia menor a 30 km de la central (ampliando el radio de actuación en situaciones en que el suministro no estuviera garantizado), de este modo podremos realizar un análisis objetivo en cada caso.



Caracterización de la central

Fuente. TRAGSATEC 2011



	Potencia en MW	NECESIDAD DE BIOMASA (t/año al 20% _H)
CENTRAL DE ALLARLUZ	10	90.000

Caracterización de la central. Disponibilidad del recurso a 15-20 km



Fuente. TRAGSATEC 2011

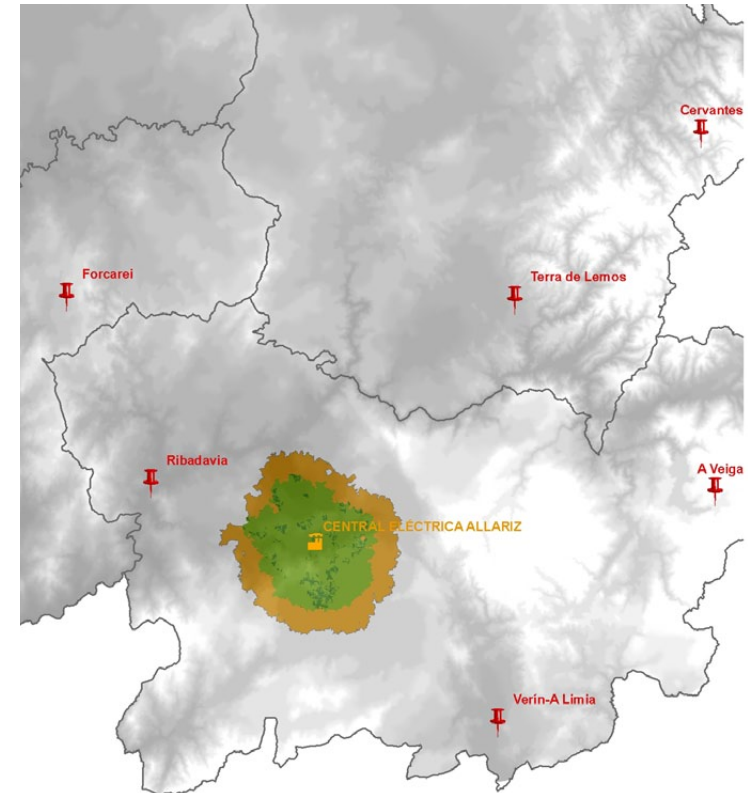
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES

BFP APROVECHABLE (T/AÑO)

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-20 km

SUPERFICIE POTENCIAL PARA PUESTA EN VALOR CON LA IMPLANTACIÓN DE CULTIVOS ENERGÉTICOS

-  DISTANCIA <15 km
-  DISTANCIA ENTRE 15-20 km



Caracterización de la central existente en Allariz. Disponibilidad del recurso a 15-20 km

Fuente. TRAGSATEC 2011

CENTRAL DE ALLARLUZ	BIOMASA DISPONIBLE <15 km (t/año)				BIOMASA DISPONIBLE 15-20 km (t/año)				TOTAL
	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	BFP	CULTIVOS ENERGÉTICOS	EG	TOTAL	
EXISTENCIAS TOTALES	5.000	24.000	--	29.000	7.500	41.000	--	48.500	77.500
ESTIMACIÓN DE APROVECHAMIENTO	3.500	4.800	--	8.300	5.250	8.200	--	13.450	21.750

Según los datos obtenidos en este estudio, la disponibilidad de BFP para la central existente en Allariz, estaría prácticamente garantizada en un radio de 30 km, aunque para apoyar la producción deberían implantarse cultivos energéticos leñosos, al estar en una zona con gran potencial de explotación.

15.2.2. CENTRAL DE INDUSTRIA DEL TABLERO - SANTIAGO

La central existente en la planta de fabricación de tablero en Santiago, dispone actualmente de una red de suministro de biomasa para la producción de energía eléctrica que se encuentra integrada en la cadena de la industria de la madera de Galicia.

15.2.3. CENTRAL DE INDUSTRIA DEL TABLERO – PADRÓN

La central existente en la planta de fabricación de tablero en Padrón, dispone actualmente de una red de suministro de biomasa para la producción de energía eléctrica que se encuentra integrada en la cadena de la industria de la madera de Galicia.

15.2.4. CENTRAL DE LA FÁBRICA DE CELULOSAS EN PONTEVEDRA

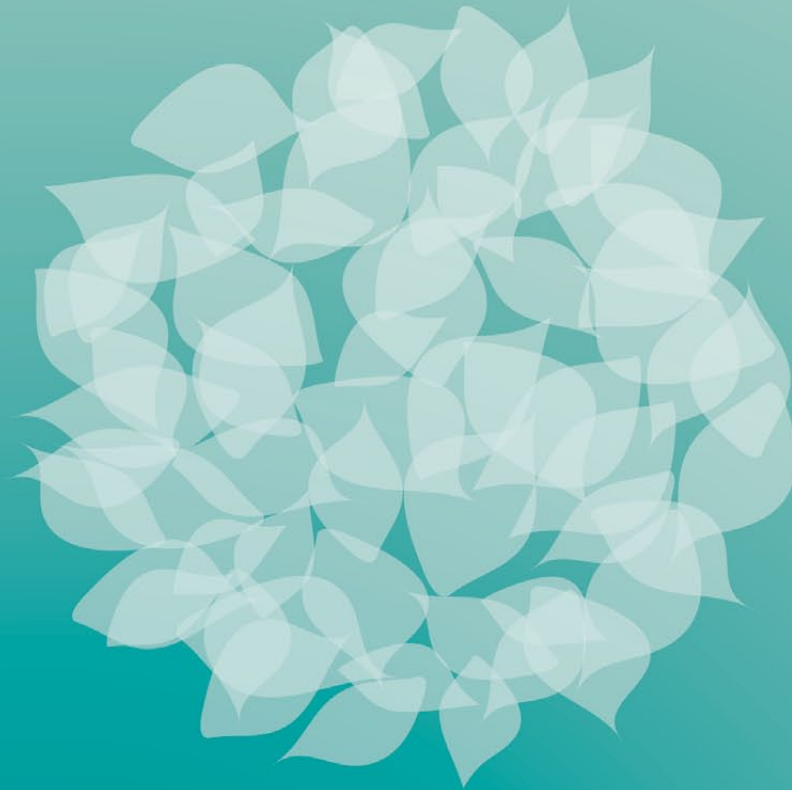
La central existente en la planta de fabricación de pasta y papel situada en Pontevedra, dispone actualmente de una red de suministro de biomasa para la producción de energía eléctrica que se encuentra integrada en la cadena de la industria de la madera de Galicia. Los residuos obtenidos en su proceso de fabricación se utilizan mediante su valorización energética para la generación de energía eléctrica.

15.2.5. CENTRAL DE LA FÁBRICA DE CELULOSAS EN NAVIA (ASTURIAS)

La central existente en la planta de fabricación de pasta y papel situada en Navia (Asturias), utiliza para su proceso productivo madera procedente de Galicia. Los residuos obtenidos en su proceso de fabricación se utilizan mediante su valorización energética para la generación de energía eléctrica.



EVALUACIÓN DE ZONAS
DE MENOR PRESIÓN SOBRE EL RECURSO





16

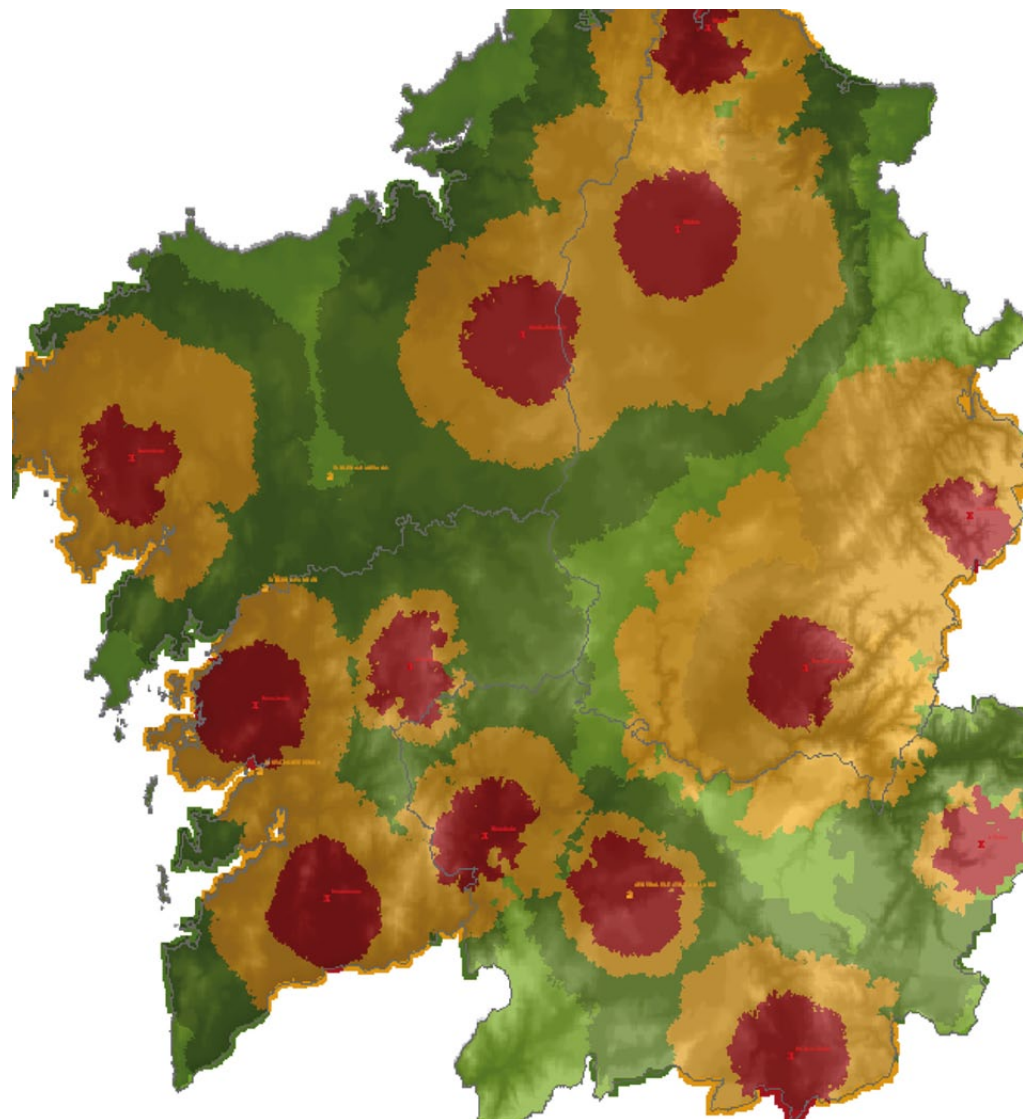


Distribución de zonas de presión sobre el recurso

Fuente. TRAGSATEC 2011

 CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS
POR DECRETO 149/2008 INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES**PRESIÓN SOBRE EL RECURSO**

-  PRESIÓN MUY ALTA
-  PRESIÓN ALTA
-  PRESIÓN MEDIA
-  PRESIÓN BAJA



Para poder realizar un análisis más concreto, se analiza la biomasa forestal primaria aprovechable que no se encuentra en el área de influencia de las centrales anteriormente mencionadas, de este modo se podrá cuantificar la disponibilidad de BFP para otros usos. Del mismo modo, se realiza un análisis de la producción potencial de cultivos energéticos y existencias de *Eucalyptus globulus* disponibles en la zona no influenciada por las centrales existentes/proyectadas.

Estimación de la disponibilidad del recurso en zonas de baja presión de influencia de las centrales existentes/proyectadas

Fuente. TRAGSATEC 2011

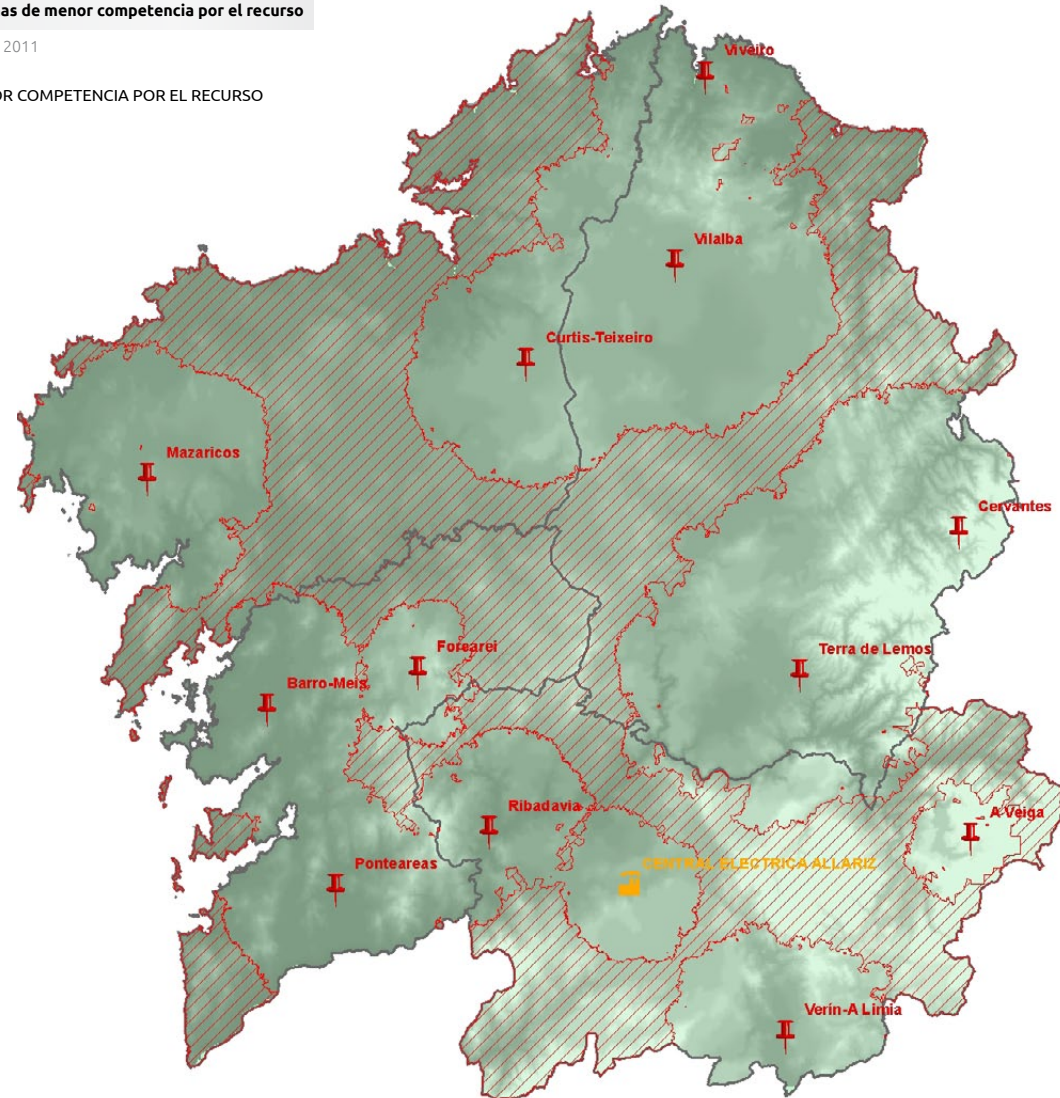
ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DEL RECURSO (t)

BIOMASA FORESTAL PRIMARIA	PRODUCCIÓN POTENCIAL DE CULTIVOS ENERGÉTICOS
291.000	480.000

Distribución de zonas de menor competencia por el recurso

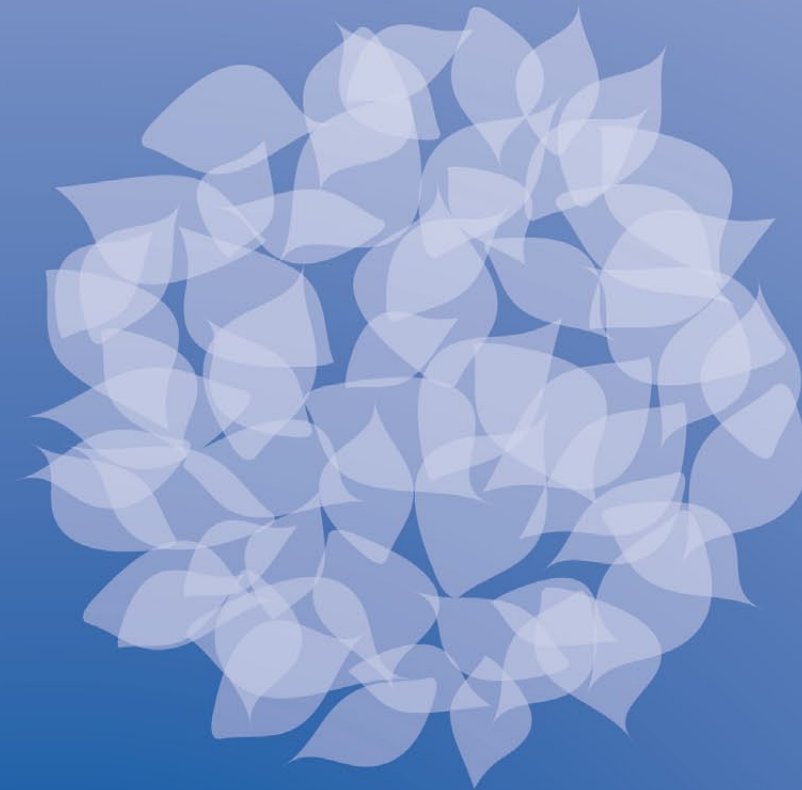
Fuente. TRAGSATEC 2011

 ZONAS DE MENOR COMPETENCIA POR EL RECURSO



EVALUACIÓN DE COSTES DE ADQUISICIÓN DE BIOMASA
EN FUNCIÓN A LA DISTANCIA AL CENTRO DE CONSUMO

17



Como se establece en el punto de análisis de costes de biomasa, se establecen precios tipo respecto a experiencias realizadas en diversos estudios. En este caso, se utilizan como referencia los precios que se indican a continuación, al considerar que se ajustan a la realidad del mercado existente de la biomasa actualmente en Galicia.

Tabla comparativa de precios estimados de referencia

Fuente. TRAGSATEC 2011

TIPO DE PRODUCTO A OBTENER	TIPO DE COSTES (€/T HUMEDAD DE REFERENCIA 35-45 %)			
	GENERACIÓN DE BFP	PRECIO EN CARGADERO	TRANSPORTE PLANTA DE BIOMASA (<15 KM)	PRECIO MÍNIMO DE BFP PUESTA EN PLANTA
PACA DE BIOMASA	-	28	10	38
ASTILLA	-	33	7	40

Para cada producto a obtener, se establece un precio de referencia, con una variación del coste en función de la distancia desde el origen del recurso al centro de consumo que se establezca.

Estimación de precios según distancia a centro de consumo

Fuente. TRAGSATEC 2011

PRODUCTO	TIPO DE COSTES (€/T HUMEDAD DE REFERENCIA 35-45 %)			
	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<15 KM)	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<30 KM)	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<50 KM)	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<160 KM)
ASTILLA	40	42	44	49
PACA DE BIOMASA	38	40	43	47







La estimación de costes se ha realizado según tarifas de transporte vigentes, para el suministro a grandes centros de consumo existentes en Galicia.

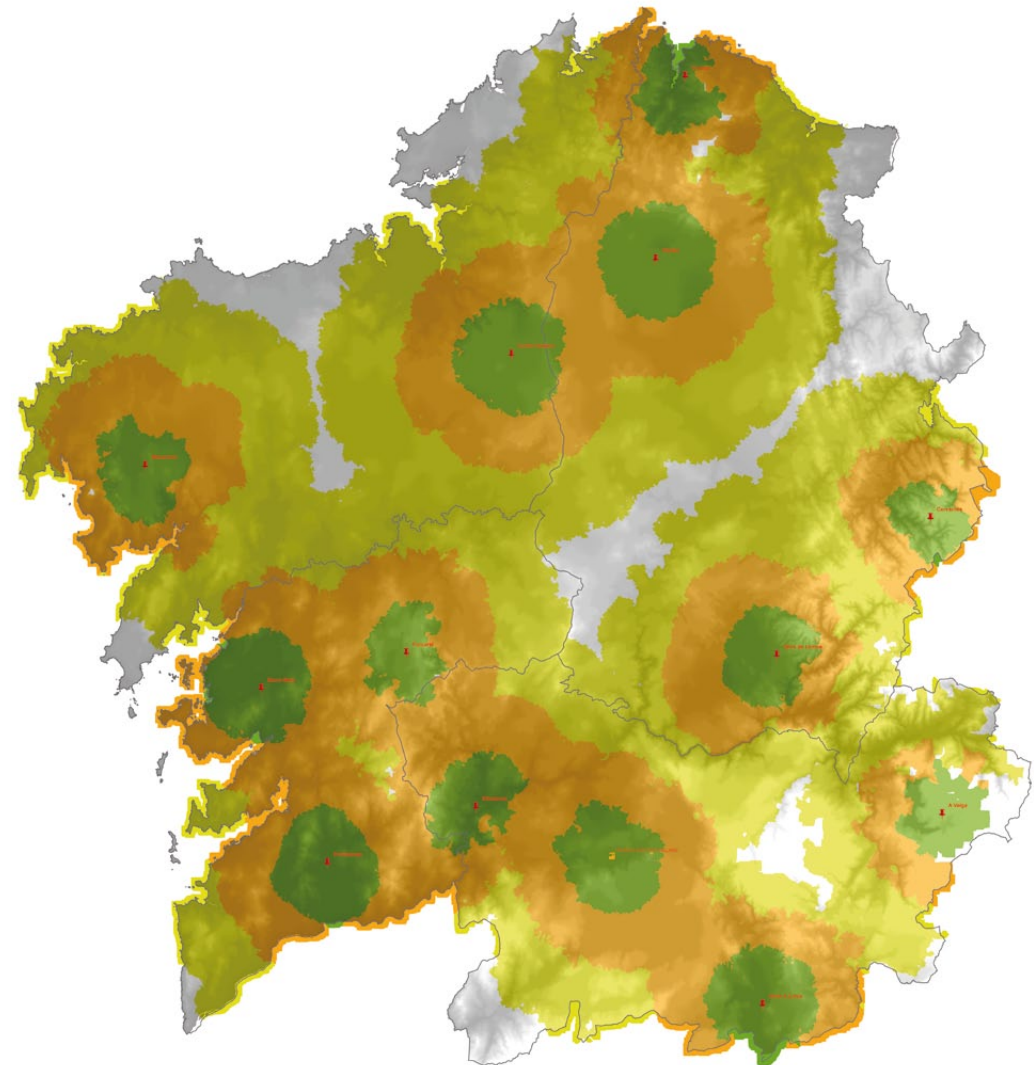
Se concluye, en función de los resultados obtenidos, que el coste de transporte no es un factor limitante para la puesta en valor de la biomasa, se considera que influye en el precio, pero no en la medida que se creía.

En las figuras siguientes se puede observar visualmente la distribución de los centros de consumo existentes y potenciales, y las diferentes variaciones de costes respecto a la distancia desde el origen del recurso a los centros de consumo existentes y proyectados.

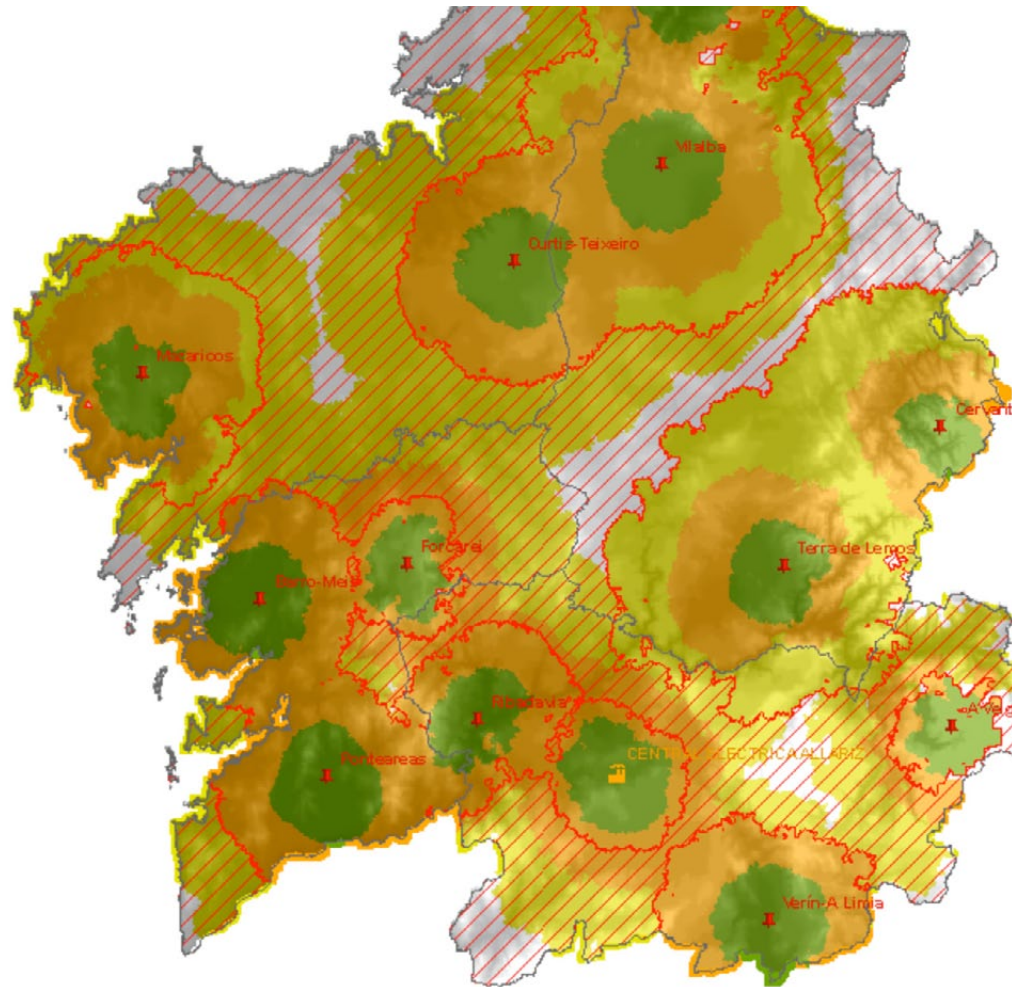
Gráfica de estimación del coste de abastecimiento desde centros de consumo

Fuente. TRAGSATEC 2011

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO A
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO B
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO C
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO D











PRODUCTO	PRECIO A	PRECIO B	PRECIO C	PRECIO D
ASTILLA	40	42	44	49
PACA DE BIOMASA	38	40	43	47



Gráfica de estimación del coste de abastecimiento desde centros de consumo con zonas de menor competencia por el recurso

Fuente. TRAGSATEC 2011

-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008
-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO A
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO B
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO C
-  AREA DE ABASTECIMIENTO DE BIOMASA A PRECIO D

-  INDUSTRIAS / CENTRALES QUE UTILIZAN BFP EXISTENTES
-  CENTRALES DE BIOMASA PROPUESTAS POR DECRETO 149/2008

RESULTADOS
Y CONCLUSIONES 18



18.1. EL RECURSO FORESTAL

1. La superficie forestal en Galicia – según datos del tercer inventario forestal nacional - se cuantifica en 2.060.453 ha, ocupando un 69% de la superficie total.

Resumen del recurso forestal							
Fuente. TRAGSATEC 2011							
ZONA	SUP. TOTAL (ha)	SUP. FORESTAL (ha)	MONTE CULTIVADO (ha)	SUP. FORESTAL/SUP. TOTAL (%)	MONTE CULTIVADO/SUP. TOTAL (%)	MONTE CULTIVADO/SUP. FORESTAL (%)	SUP. DE MONTE (ha)/HABITANTE
 GALICIA	2.957.447	2.060.453	1.405.451	69,00%	47,50%	68,9%	0,74
 NORTE DE PORTUGAL	2.127.885	667.417	482.400	31,40%	22,70%	72,3%	0,18

2. La superficie forestal en Galicia se encuentra bien distribuida por toda la comunidad, así la provincia de A Coruña cuenta con el 63,6% de su superficie destinada al uso forestal (datos del IFN3), Lugo el 66,6%, Ourense el 79,1% y Pontevedra el 67,2%.

3. A la vista de los resultados anteriores se puede afirmar que la distribución del recurso forestal en Galicia está extendida en toda la comunidad, lo que favorece la implantación de alternativas de consumo en diferentes ubicaciones.

4. El volumen de madera cortada en Galicia en 2010 es de 6.868.500 m3cc, de las cuales han sido 3.572.500 m3cc de eucalipto, 3.076.000 m3cc de coníferas y 218.000 m3cc de otras frondosas.

5. Los destinos principales de esta madera cortada en Galicia han sido las industrias del aserrado (2.053.000 m3cc), la fabricación de tableros (2.042.000 m3cc) y de pasta de papel (1.380.000 m3cc).

18.2. BIOMASA FORESTAL PRIMARIA

1. La cuantificación estimada de recursos procedentes de biomasa forestal primaria para su aprovechamiento con fines energéticos – según los datos resultantes de este estudio- se resume a continuación, en función de su origen; Según los resultados obtenidos en este estudio, se cuantifican las existencias anuales de biomasa forestal primaria (BFP) aprovechable procedente de arbolado en 558.000 t/año 0% humedad.

En el cálculo de biomasa aprovechable procedente de matorral se ha obtenido un resultado de 298.000 t/año 0% de humedad.

2. Los resultados obtenidos de biomasa forestal primaria aprovechable, se indican en la tabla siguiente, en la que la cuantificación se refiere a biomasa seca (0% humedad):

Resumen de biomasa forestal primaria total extraíble en Galicia

Fuente. TRAGSATEC 2011

PROVINCIA	%	SBIOMASA FORESTAL ARBÓREA APROVECHABLE (t/año) t de materia seca	%	BIOMASA ASOCIADA A MATORRAL APROVECHABLE (t/año) t de materia seca
 A CORUÑA	35,84	200.000	29,53	88.000
 LUGO	22,40	125.000	26,51	79.000
 OURENSE	14,87	83.000	25,17	75.000
 PONTEVEDRA	26,88	150.000	18,79	56.000
 TOTAL GALICIA	100,00	558.000	100,00	298.000

3. En cuanto al aprovechamiento de la BFP, las experiencias demuestran que existen dos sistemas de extracción que generan los mayores rendimientos; el astillado y el empacado de biomasa forestal primaria en monte.

4. Los costes de extracción de biomasa forestal primaria dependen del coste del recurso, los costes de extracción, manipulación y el transporte al centro de consumo. Considerando estos condicionantes, se establecen las siguientes conclusiones,

4.1. Se ha realizado una estimación de costes de extracción de BFP según distancias al centro consumidor, estableciéndose un precio mínimo de 38 € (paca de biomasa) y 40 € (astilla), a una distancia máxima de referencia de 15 km. Este precio se incrementará según la distancia del recurso al centro de consumo, si bien la distancia no aparece como un factor limitante por cuanto la incidencia en el precio final varía entre el 18 y el 32%, suponiendo unos costes de transporte entre 7 €/t para distancias inferiores a 15km hasta 16 €/t para distancias de 150km.

Resumen de la distancia a planta de biomasa

PRODUCTO	TIPO DE COSTES (€/T HUMEDAD DE REFERENCIA 35-45 %)			
	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<15 KM)	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<30 KM)	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<50 KM)	DISTANCIA A PLANTA DE BIOMASA (<160 KM)
 ASTILLA	40	42	44	49
 PACA DE BIOMASA	38	40	43	47

4.1. En la actualidad el precio que puede recibir un propietario forestal por la BFP que produce es mínimo por cuanto no existe una verdadera demanda sobre el recurso. Existen estudios que estiman el coste de producción de dicha BFP o el ahorro que produce en el propietario el hecho de su retirada frente a otros trabajos silvícolas necesarios en caso de no ser retirada. Será con el desarrollo de la oferta y la demanda cuando se comience a determinar el precio al que puede ser abonada la BFP.

4.3. Se constata que en la actualidad el recurso está infrutilizado e infravalorado al no existir demanda del mismo, quedando como residuo en el monte.

4.4. La profesionalización en el sector del aprovechamiento de la biomasa es todavía muy escasa, existiendo pocas empresas en Galicia que se dediquen a esta actividad. Sin duda cuando se produzca demanda de biomasa por parte de centrales consumidoras aumentará el número de empresas que ofrezcan este servicio. La futura profesionalización del sector, la integración de la retirada de biomasa dentro del proceso de aprovechamiento forestal y la mejora tecnológica de la maquinaria potenciará que los costes de aprovechamiento se reduzcan de forma considerable.

5. En este estudio se ha estimado la cantidad de biomasa forestal primaria en competencia [fracción entre 5-7 cm], entre la industria del tablero y la valorización energética de la biomasa

forestal residual. Para ello se han tenido en cuenta los resultados del estudio "Producción de Biomasa y Fijación de CO2 por los Bosques Españoles", Gregorio Montero et al [Monografías INIA], estableciendo que podrían verse afectados un 5% como máximo de las cantidades calculadas de biomasa forestal primaria extraíble. Según este dato, se considera que en Galicia la competencia entre la industria del tablero y el aprovechamiento de biomasa podría establecerse en 27.900 t0% humedad [Estimación de existencias totales 558.000 t0% humedad de BFP procedente de arbolado]. Esta cantidad no es significativa frente al total de los datos que se manejan, por lo que se considera que la competencia por materia prima con la industria del tablero no es significativa.

6. El desarrollo hasta la fecha de la BFP en Galicia se ha visto condicionado por la posible competencia por el recurso con las industrias del tablero y pasta. Aún existiendo fracciones de biomasa compatibles con ambos fines, la BFP como tal no es la materia prima idónea para el proceso productivo de la industria de tablero o la pasta, por lo que no se considera que sean mercados excluyente, tratándose más bien de usos compatibles, máxime cuando en Galicia existe una clara infrutilización actual de la BFP.

7. El aprovechamiento industrial de la biomasa forestal primaria con fines térmicos o ligado a instalaciones industriales que aprovechen el calor residual procedente del proceso de generación de energía eléctrica, supone una alta eficiencia [que dependiendo del proceso industrial seguido puede ser superior al 80%, en el aprovechamiento del contenido energético

de la BFP]. Esta eficiencia energética es muy superior al que se consigue únicamente empleando la BFP para la producción de energía eléctrica, donde en la actualidad se puede aprovechar del orden del 25-30% de la energía contenida en la BFP.

18.3. BIOMASA FORESTAL SECUNDARIA

1. En este estudio se realiza una estimación de la biomasa forestal secundaria existente en la cadena de la industria de la madera en Galicia. Se han cuantificado numerosas fuentes de BFS [procedente de costeros y leñas, serrines, polvo de lijado, leñas negras, cortezas...] que están integrados en la cadena de la industria de la madera, sin que se hayan detectado actualmente excedentes para su valorización energética [datos estimados para el año 2010].

Resumen de BFS generada en la cadena de la industria de la madera (t)

Fuente. TRAGSATEC 2011

ZONA	SUBPRODUCTO					
	CORTEZA	SERRÍN	COSTEROS Y LEÑAS	POLVO LIJADO, SERRINES, VIRUTAS, FIBRAS...	LEÑAS NEGRAS	TACOS Y RECORTES
INDUSTRIA DEL ASERRADO	290.000	350.000	1.000.000	-	-	-
INDUSTRIA DEL TABLERO	310.000	-	-	340.000	-	-
INDUSTRIA DE LA PASTA Y PAPEL	160.000	-	-	-	498.000	-
2ª TRANSFORMACIÓN	-	-	-	118.000	-	68.000

3. En la cadena de la industria de la madera se destinan a fines energéticos del orden de 1.500.000 t. de biomasa forestal secundaria, lo que equivaldría a 470.000 tep. Este dato, muy importante desde el punto de vista de la energía, pone de manifiesto la gran importancia que actualmente posee el aprovechamiento energético procedente de la biomasa forestal secundaria dentro de la cadena industria de la madera de Galicia.

4. En la actualidad la biomasa forestal secundaria se encuentra integrada en la cadena de la industria de la madera existiendo pequeñas cantidades que se destinan a la fabricación de pellet y briquetas, así como la utilización de los subproductos en forma de leñas para su consumo en hogares, panaderías o en el sector servicios. Se estima que se destinan a otros usos energéticos 193.000t de subproductos generados en la cadena de la madera [según datos estimados para el año 2010].

18.4. LEÑAS

1. Según los resultados obtenidos, el consumo de biomasa en forma de leña en el sector doméstico tiene una gran importancia en la Comunidad. En este estudio se ha cuantificado un consumo de 1.082.013 toneladas de leña en el sector doméstico (40% de humedad).

1.1. El consumo de la leña en cada provincia es el que se refleja en la siguiente tabla:

Resumen. Consumo por provincia	
PROVINCIA	CONSUMO DE LEÑA (T)
A CORUÑA	377.783
LUGO	167.988
OURENSE	248.900
PONTEVEDRA	287.342
TOTAL GALICIA	1.082.013

1.2. La cantidad de leña que se consume en los hogares gallegos equivale a aproximadamente 270.000 tep. Los consumos por hogar se han establecido teniendo en cuenta la zona climática a la que pertenezcan [clasificación teórica, según caracterización del estudio realizado], según los siguientes valores:

Resumen temperatura media de las mínimas. Zonificación

	TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS. ZONIFICACIÓN				
	ZONA I (T°>12°C)	ZONA II (T°10-12°C)	ZONA III (T°8-10°C)	ZONA IV (T°6-8°C)	ZONA V (T°<6°C)
CONSUMO ESTIMADO (Kg. vivienda/año)	3.629	4.781	4.197	6.664	7.000
Equivalencia en litros de gasoil	1.096	1.444	1.268	2.013	2.115

Equivalencias realizadas según datos del proyecto RES&RUE Dissemination. CECU 2004.

2. Según los resultados obtenidos, el consumo de biomasa en forma de leña en el sector doméstico tiene una gran importancia en la Comunidad. En este estudio se ha cuantificado un consumo de 1.082.013 toneladas de leña en el sector doméstico (40% de humedad).

3. El uso de la biomasa forestal con fines térmicos, generalmente en forma de leña, constituye un sector tradicional en Galicia, perfectamente compatible con la industria y el sector forestal en general, e integrado en el mercado habitual de la madera.

4. La venta de leña se hace generalmente a través de empresas familiares que constan de 3-4 empleados, normalmente todos de la unidad familiar. La producción suele oscilar entre 200-3.000 t/año en empresas que venden la leña troceada [en pallets de 1m3, embalajes de 10-15 kg o por camión (1-3 t)], pudiendo llegar a un volumen de negocio de 8.000t si la venden entera [en trozas de aprox. 2 m de longitud]. Del mismo modo, se debe tener en cuenta, que una gran cantidad de hogares se autosuministran de leña, pudiendo contratar el apeo y tronzado de los árboles de su propiedad. En otros casos, dentro de la unidad familiar se realiza todo el proceso para la obtención de las trozas.

18.5. PELLETS

1. En los últimos años se está potencializando e innovando el sector con la entrada de los biocombustibles sólidos (pellet y astilla) en el consumo doméstico e incluso industrial.
2. El mercado de los pellets en Europa ha tenido un fuerte desarrollo en los últimos años, de esta forma se ha pasado de 9 millones de toneladas producidas en 2008, a 12 millones en 2009 y ha llegado a los 16 millones en 2010.
3. Según los datos reflejados en este estudio, se estima un consumo de 70.000 toneladas/año de pellets en España, y aproximadamente 10.000 t/año en Portugal, siendo en Galicia de 5.000 t/año.
4. La capacidad de producción de pellet en España y en Galicia ha tenido un fuerte crecimiento en la última década. Actualmente se cifra para Galicia una capacidad productiva instalada del orden de las 100.000 t/año, si bien se producen entorno a las 60.000 t/año.

5. El mercado de pellets doméstico en España se encuentra en expansión aunque más del 90% de la producción nacional se exporta principalmente a Irlanda, Reino Unido, Italia y Francia.

Resumen producción de pellet

	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE PELLETS (t)	PRODUCCIÓN DE PELLETS (t)	CONSUMO INTERNO (t)
ESPAÑA	800.000	400.000	70.000
PORTUGAL	700.000	100.000	10.000
GALICIA	100.000	60.000	5.000

6. El sistema habitual de envasado de los pellets en España es el ensacado en unidades de 15-20 kg. En otros países, donde existe una red de comercialización importante el material, se suele suministrar a granel o en grandes bolsas de 1 m³ de capacidad.

18.6. CULTIVOS ENERGÉTICOS

1. En este estudio se ha analizado la posibilidad de implantación de cultivos energéticos en terrenos agrarios abandonados en Galicia, estimando que existen aproximadamente 163.000 ha y que son aptos para su cultivo.
2. La puesta en valor de estos terrenos tiene gran dificultad, debido a la gran fragmentación de la propiedad, al abandono de la actividad agraria, la existencia de propietarios desconocidos, etc.
3. La puesta en valor de esta superficie podría suponer aproximadamente 1.139.000 toneladas de biomasa forestal procedente de cultivos energéticos leñosos.
4. Las experiencias reales en Galicia de implantación de cultivos energéticos leñosos son escasas, con poca difusión de los resultados, partiendo en su mayoría de iniciativas privadas.
5. La interpretación sobre lo que es biomasa forestal procedente de cultivo energético para la aplicación del RD 661/2007 de 25 de mayo de 2007, tiene escasa aplicación práctica y deja lagunas interpretativas que será necesario aclarar en el desarrollo de la legislación autonómica.

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LAS PLANTAS ELÉCTRICAS
PROPUESTAS EN LA EXISTENCIA DEL RECURSO

19



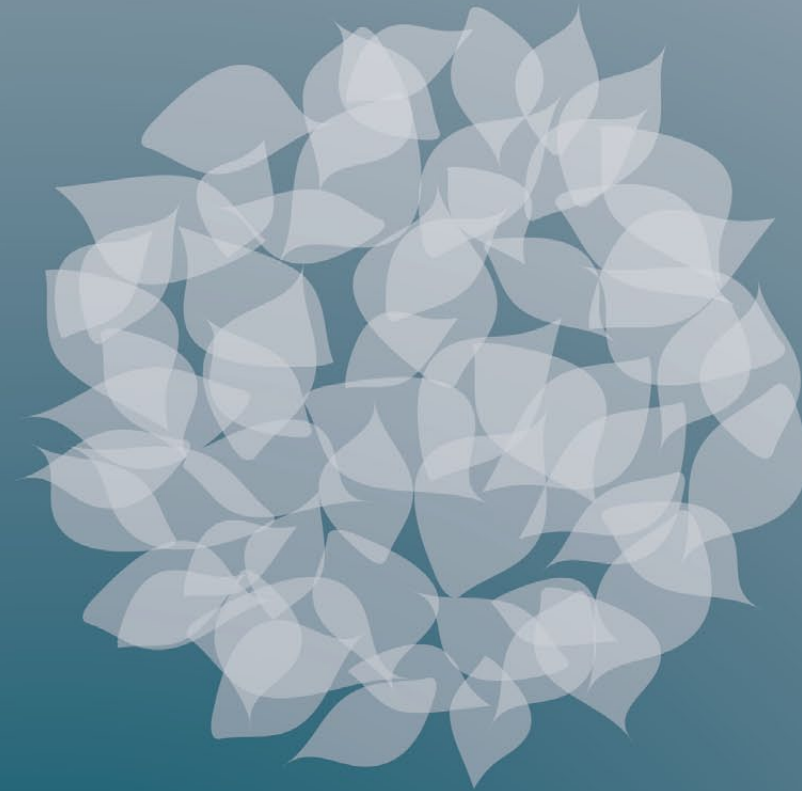
1. El consumo para las centrales propuestas se estima en 714.000 t20%H /año, existiendo oferta suficiente en la comunidad para sostenerlas. En la actualidad, según datos publicados, el volumen de cortas en Galicia es de 6.868.500 m3cc. Este 10-15% de consumo destinado a producción de energía eléctrica parece por tanto asumible por el sector sin necesidad de provocar desabastecimiento o escasez de materia prima.

2. Teniendo en cuenta las estimaciones realizadas para el cálculo de suministro de biomasa en el entorno de las centrales propuestas[70% del abastecimiento con BFPaprovechable H:20%, 20% cultivos energéticos, 10% Eucalyptus globulus], los resultados obtenidos indican que de las 720.000 t20% humedad /año de biomasa necesarias para ser empleadas en este nuevo proceso industrial, el 66% del mismo se podría abastecer empleando BFP aprovechable que en la actualidad se encuentra infrautilizada. El resto de la materia prima necesaria se obtendría previsiblemente mediante la implantación de cultivos energéticos complementandolo con el aprovechamiento de existencias de Eucalytus globulus.
Según las hipótesis utilizadas

3. La implantación de las centrales eléctricas propuestas provocará la potenciación y desarrollo del sector de valoración energética de biomasa forestal primaria en el radio de influencia de cada una de ellas. La oferta/demanda condicionará los aprovechamientos.

PROPUESTAS
DE ACTUACIÓN

20



20.1. APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA

Se exponen a continuación una serie de consideraciones a tener en cuenta para mejorar la explotación de estos recursos biomásicos y al mismo tiempo dinamizar su aprovechamiento.

- Incrementar el tamaño medio de la unidad de explotación forestal promoviendo el asociacionismo para así disminuir los costes de explotación del recurso y aumentar la rentabilidad de su aprovechamiento en toda la región.
- Promover la elaboración y ejecución de los instrumentos de gestión de masas forestales de la región (planes de ordenación, planes técnicos de gestión) que permitan la planificación y aprovechamiento del recurso de la biomasa entre otros posibles (madera, caza, setas, pastoreo, etc).
- Promover la puesta en valor de terrenos no utilizados actualmente para la posible implantación de cultivos energéticos de acuerdo con la legislación vigente, y mediante la aplicación de incentivos económicos y /o fiscales para los propietarios y demás agentes implicados en las zonas con mejores aptitudes para este aprovechamiento.
- Promover las actuaciones silvícolas en las masas forestales de la región que obtengan una valorización energética de la biomasa extraída en los mismos.
- Promover la adquisición de maquinaria específica para el aprovechamiento y preparación de biomasa con el fin de aumentar el rendimiento de estas operaciones y como consecuencia mejorar la rentabilidad de este recurso a nivel regional.
- Estudiar la posibilidad y viabilidad de aprovechamiento del matorral existente como un recurso biomásico más a tener en cuenta en un posible mercado de la biomasa.
- Promover iniciativas regionales de investigación, desarrollo e innovación en equipos, técnicas y tecnologías tanto de explotación y aprovechamiento de la biomasa como producción de biocombustibles.
- Promover el intercambio de información y la formación técnica de los distintos agentes del sector (productores, suministradores, fabricantes de

equipos, consumidores finales en materia de biomasa a nivel regional) mediante la celebración de eventos de distinta índole (ferias, encuentros empresariales, seminarios, foros permanentes, etc).

20.2. PROMOCIÓN DE LAS CALDERAS DE BIOMASA PARA APLICACIONES TÉRMICAS

Las aplicaciones para generación térmica mediante calderas de biomasa deben constituir una alternativa para satisfacer las necesidades de calor en los distintos sectores en los próximos años.

- Debido al fuerte incremento del precio de los combustibles fósiles tradicionales, la instalación de calderas de biomasa permite importantes ahorros económicos en los costes de combustible.
- La exigencia en el Código Técnico de la Edificación de satisfacer una parte de las necesidades de AQS con tecnologías renovables convierte a las calderas de biomasa en una de las principales opciones para la demanda térmica en el sector doméstico y residencial.
- Los edificios con gran demanda térmica deben ser potenciales beneficiarios de la implantación de sistemas energéticos que aprovechen la energía de la biomasa.
- El empleo de sistemas térmicos de biomasa en los edificios de las administraciones públicas debe ser una medida ejemplarizante para acercar al ciudadano la fiabilidad de esta tecnología.
- En los últimos años las calderas de biomasa experimentaron un gran avance tecnológico, alcanzando rendimientos y grados de automatización similares a los de las calderas convencionales.
- Existe una gran variedad de equipos disponibles en el mercado y con distinto grado de calidades e prestaciones en su funcionamiento (estufas, calderas no automáticas, calderas automáticas, etc) para adecuarse a cada necesidad. El combustible de biomasa (pellets, estelas, leña, residuos agroindustriales, etc) que pueden emplear dependerá del modelo de caldera elegido.
- Se deberá desarrollar una cultura de utilización de biocombustibles sólidos de calidad en la región, apoyando proyectos de fabricación y suministro al usuario final.
- En el diseño de nuevas urbanizaciones se deberá considerar el empleo de redes de calor centralizadas desde grupos térmicos que utilicen biomasa. Del mismo modo, esta iniciativa se podría aplicar para centralizar la demanda de edificios cercanos existentes.
- El modelo de empresa de servicios energéticos debe jugar un papel importante en la proliferación de iniciativas de generación térmica con biomasa.
- La implantación en las industrias forestales de calderas que utilicen residuos biomásicos propios constituye una interesante medida para el ahorro energético y la mejora de la competitividad de estas empresas. Del mismo modo, debe considerarse la instalación de plantas térmicas de cogeneración con biomasa en polígonos industriales con empresas con gran demanda de calor en su proceso productivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1ER CONGRESO IBÉRICO DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS, Escuela de Ingeniería Técnica Forestal de Pontevedra. 2010. Ponencias.
- APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL PRODUCIDA POR LA CADENA MONTE-INDUSTRIA. 2001. CIS MADEIRA.
- ATLAS DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA EN BOSQUES CULTIVADOS DE GALICIA. 2006. BIORREG FLORESTA.
- BALANCE ENERXÉTICO DE GALICIA. 2007. INEGA.
- BALANCE ENERXÉTICO DE GALICIA. 2008. INEGA.
- BIOMASA. CULTIVOS ENERGÉTICOS. 2007. IDAE.
- BIOMASA. EDIFICIOS. 2007. IDAE.
- BIOMASA. MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL. 2007. IDAE.
- BIOMASA (PRODUCCIÓN ELÉCTRICA Y COGENERACIÓN). 2007. IDAE.
- BIOMASA (EXPERIENCIAS CON BIOMASA AGRÍCOLA Y FORESTAL PARA USO ENERGÉTICO). 2007. IDAE.
- BIOMASA Y ACUMULACIÓN DE NUTRIENTES EN PLANTACIONES DE PINUS RADIATA D. DON DEL NORTE DE ESPAÑA. UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA.
- DEMONSTRATION RESIDENTIAL & TERTIARY HEATING SYSTEMS USIS AGRO/FOREST/WOOD RESIDUES. 2010. DOMOHEAT.
- DESARROLLO DE PROYECTOS ENERGETICOS A PARTIR DE BIOMASA EN GALICIA. 2002. INEGA.
- DESARROLLO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA EN GALICIA. 2007. ASOCIACION FORESTAL DE GALICIA. CONCLUSIONES Y PONENCIAS DEL PRIMER CONGRESO IBÉRICO DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS. 2010. E.U.E.T. FORESTAL DE PONTEVEDRA.
- ELECTRICIDAD VERDE “LA BIOMASA EN LOS MONTES DE GALICIA”. 2006. ALBINO PRADA BLANCO ET AL. FUNDACIÓN CAIXA GALICIA.
- ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA MADERA EN GALICIA. 2007. PROYECTO GENER. CEP.
- ESTUDO SECTORIAL DA COXENERACIÓN EN GALICIA. INEGA.
- MANUAL DE CULTIVOS ENERGÉTICOS. 2010; DANIEL J.VEGA ET AL. UNIVERSIDAD DE VIGO.
- MANUAL PARA EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA FORESTAL. 2007. UNIVERSIDAD DE VIGO.
- RESULTADOS DA INDUSTRIA DA MADEIRA. 2008. MONTE INDUSTRIA.
- RESULTADOS DA INDUSTRIA DA MADEIRA. 2009. MONTE INDUSTRIA.
- PLAN DE ENERGIAS RENOVABLES 2005-2010.
- REVISTA +Q ENERGÍAS. VARIOS. AÑO 2007.
- SIMPOSIO “LA BIOMASA EN GALICIA. RETOS Y OPORTUNIDADES PARA SU VALORIZACIÓN ECONÓMICA, DESARROLLO RURAL Y CREACIÓN DE EMPLEO”. 2009. UNED.
- XORNADA AS ENERXÍAS RENOVABLES NO MEDIO RURAL. 2007. NEXUS REDE.
- PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS DE ALTA DENSIDAD EN ESPAÑA. 2008. LUIS ORTIR TORRES ET AL. UNIVERSIDAD DE VIGO.
- BIOMASA. PELLETS Y BRIQUETAS. 2006. ENCARNA RODRÍGUEZ FLORES.
- MERCADO DEL PELLET EN PORTUGAL. 2009. ETA RENEWABLE ENERGIES.
- MERCADO DEL PALLET EN ESPAÑA. 2009. ETA RENEWABLE ENERGIES.
- NUEVA PLANTA DE PELLETS MULTIPRODUCTO EN PORTUGAL. 2009. BIOENERGY INTERNATIONAL ESPAÑA.
- ESTUDIO: IDENTIFICACIÓN DEL SECTOR DE LA BIOMASA EN CASTILLA Y LEÓN. 2007-2013. OBSERVATORIO DE LA BIOMASA.
- ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA BIOMASA SÓLIDA EN EL SECTOR FORESTAL. 2007-2013. OBSERVATORIO DE LA BIOMASA.
- ESTUDIO DE RECURSOS DE FITOMASA EN LA ZONA 1 DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA. 2000. TRAGSATEC
- ESTUDIO DE SITUACIÓN DE LA BIOMASA SÓLIDA EN EL SECTOR DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA. 2007-2013. OBSERVATORIO DE LA BIOMASA.
- INDUSTRIAS DE TRANSFORMACIÓN Y SUMINISTRO DE BIOMASA. 2007-2013. OBSERVATORIO DE LA BIOMASA.

- ESTUDIO: FUENTES DE BIOMASA. 2007-2013. OBSERVATORIO DE LA BIOMASA.
- ESTUDIO: TECNOLOGÍAS Y USOS DE BIOMASA. 2007-2013. OBSERVATORIO DE LA BIOMASA.
- DISTRICT HEATING EN ESPAÑA. 2007-2013. OBSERVATORIO DE LA BIOMASA.
- DIAGNÓSTICO DE LA LEGISLACIÓN Y AYUDAS DE LA BIOMASA EN ESPAÑA. 2009. AVEBIOM
- BARRERAS PARA EL DESARROLLO DEL EMPLEO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS Y LÍQUIDOS. 2002. JESÚS FERNÁNDEZ GONZALEZ ET AT UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.
- BIOMASA FORESTAL EN CASTILLA LA MANCHA. 2007-2013. MIGUEL CABRERA, ARANZADA GF.
- INFORME ANUAL. 2010. ENCE
- POTENCIAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA POR RESIDUOS DEL MANEJO FORESTAL EN CHILE. 2008. COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA.
- EL PAPEL DE LA BIOMASA FORESTAL PRIMARIA EN EL NUEVO PER 2011-2020. 2008. ASEMFO.
- GUÍA PARA EVALUACIÓN AMBIENTAL ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES. 2007. COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA.
- ENERGÍA DE LA BIOMASA. JESÚS FERNÁNDEZ.
- RENDIMIENTO Y COSTES DE DIFERENTES APROVECHAMIENTOS DE LA BIOMASA FORESTAL. LAS EXPERIENCIAS EN CURSO EN CASTILLA LEÓN. 2007. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID Y CESEFOR.
- PROPIEDADES BIOENERGÉTICAS DE LAS MASAS DE ACACIA DE ALBATA LINK. UNIVERSIDAD DE VIGO.
- ACACIA DEALBATA: DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE COMO RESUMEN DE UNA BÚSQUEDA EN INTERNET COMPLETANDO POR EXPERIENCIAS PROPIAS. 2010. NOEMI STADLER-KAULICH.
- EL MARCO TECNOLÓGICO DE LAS ENERGIAS RENOVABLES "BIOMASA". 2007. JUAN JESÚS RAMOS.
- APROVECHAMIENTOS ENERGÉTICOS DE CULTIVOS LEÑOSOS. 2009. ARMANDO MARTÍNEZ RAYA.
- CULTIVOS ENERGÉTICOS AGROFORESTALES, UNA ALTERNATIVA POSIBLE. 2010. JUAN JESÚS RAMOS.
- BIOMASA DE EUCALYPTUS NITENS DE 4-7 AÑOS DE EDAD EN UN RODAL DE LA X REGIÓN, CHILE. 2006. UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS.
- EL VALOR DE LA BIOMASA FORESTAL. 2009. ENCE.
- CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA BIOMASA DE PAULOWNIA SP. PROCEDENTE DE PLÁNTULAS CULTIVADAS DE UNA SAVIA. 2009. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- EL PROYECTO ECAS: CULTIVOS ENERGÉTICOS EN EL ESPACIO ATLÁNTICO. 2007. ASOCIACIÓN FORESTAL DE GALICIA.
- BIOMASA Y CULTIVOS ENERGÉTICOS. ACCIONA ENERGÍA.
- CULTIVOS ENERGÉTICOS. PATRICIA CASTRO.
- CULTIVOS LEÑOSOS. SITUACIÓN EN EUROPA E IBEROAMÉRICA. UNIVERSIDAD DE SANTIAGO.
- EL CULTIVO DE PAULONIA PARA LA OBTENCIÓN DE MADERA Y BIOMASA EN CASTILLA LA MANCHA: PRIMEROS RESULTADOS. UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA.
- ENERSILVA-PROMOCIÓN DEL USO DE LA BIOMASA FORESTAL CON FINES ENERGÉTICOS EN EL SUROESTE DE EUROPA. 2007. PROYECTO ENERSILVA.
- EL APROVECHAMIENTO DE BIOMASA RESIGUAL Y DE CULTIVOS ENERGÉTICOS: ESPERIENCIAS RECIENTES Y MODELOS DE PRODUCCIÓN DE BIOMASA FORESTAL EN MONTES GALLEGOS. CÁTEDRA ENCE.
- GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON BIOMASA MEDIO Y LARGO PLAZO. 2006. FRANCISCO MARCOS MARTÍN.
- MAPAS DE ZONIFICACIÓN DE APTITUD PRODUCTIVA DEL TERRITORIO NACIONAL DE ESPECIES VEGETALES CON POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES. 2010. CIREN.
- MANUAL DE CULTIVO DE POPULUS SPP. PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA CON FINES ENERGÉTICOS. 2010. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA.
- MEJORA GENÉTICA DE LOS CULTIVOS DE SAUCE CON FINES BIOENERGÉTICOS Y MEDIOAMBIENTALES EN LOS ESTADOS UNIDOS. 2005. UNASYLVA.

- LOS MONTES Y LA CRISIS ENERGÉTICA. GRUPO DE TRABAJO GT-MONT.
- PROYECTO SINGULAR Y ESTRATÉGICO PARA EL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN ESPAÑA A PARTIR DE LA BIOMASA DE CULTIVOS ENERGÉTICOS. 2009. ON CULTIVOS.
- CULTIVOS ENERGÉTICOS PAULOWNIA PARA BIOMASA. 2009. UCEDEX EUROPA.
- LA PAULOWNIA COMO BASE DE LOS CULTIVOS ENERGÉTICOS. 2007. UCEDEX EUROPA.
- PLANTACIONES DEL GÉNERO POPULOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA CON FINES ENERGÉTICOS: REVISIÓN. 2007. INIA.
- ROBINIA PSEUDOACACIA. VIVEROS DEL SUEVE.
- EL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA EN CULTIVOS ENERGÉTICOS LEÑOSOS: UNA NUEVA OPORTUNIDAD PARA LA VALORIZACIÓN DEL MONTE. CÁTEDRA ENCE.
- ENERGÉTICOS LEÑOSOS Y NORMATIVA. 2009. RAQUEL DOPAZO.
- EL OLMO DE SIBERIA (ULMUS PUMILA L.) COMO CULTIVO ENERGÉTICO PARA SECANO. 2009. JESÚS FERNÁNDEZ.
- 5º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL: "MANUAL TÉCNICO PARA EL APROVECHAMIENTO Y ELABORACIÓN DE BIOMASA FORESTAL". 2009. EDUARDO TOLOSANA.
- BIOMASA INDUSTRIA. 2008. IDEA.
- ESTUDIO SOBRE EL POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO DE BIOMASAS EN LA PROVINCIA DE ÁVILA. 2000-2006. PYMES.
- ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA EN LA PRIVINCIA DE CUENCA. 2007. U.I. MENÉNDEZ PELAYO.
- REDES DE CENTRAIS DE BIOMASSA FLORESTAL. 2007. EDP Y ALTRI.
- PROMOCIÓN DEL USO DE LA BIOMASA FORESTAL CON FINES ENERGÉTICOS EN EL SUROESTE DE EUROPA. 2004-2007. ENERSILVA.
- ESTRATEGIA PARA EL USO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA FORESTAL RESIDUAL. 2008. JOSÉ LUIS HERRANZ SÁEZ.
- TESIS DOCTORAL EMPACADO DISCONTINUO A PIE DE TOCÓN DE RESIDUOS SELVÍCOLAS: GESTIÓN INTEGRAL DE BIOMASA FORESTAL. 2010. RAFAEL AGUDO ROMERO.
- PLAN DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA EN LAS COMARCAS DE EL BIERZO Y LACIANA (LEÓN). 2008. CENTRO DE DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES.
- LA BIOMASA FORESTAL. SU IMPORTANCIA EN LA PROVINCIA DE GUADALAJARA. FORESTA.
- BIOMASSA EM PORTUGAL. UNIVERSIDADE DO ALGARVE.
- 3º SEMINARIO TÉCNICO ENERSILVA: PRECIOS DE LA BIOMASA. 2007. BRAULIO MOLINA MARTÍNEZ.
- ELECTRICIDAD VERDE. LA BIOMASA EN LOS MONTES DE GALICIA. 2006. CIEF.
- EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE BIOMASA RESIDUAL EN LOS ECOSISTEMAS FORESTALES Y LOS MEDIOS AGRÍCOLAS EN LA PRIVINCIA DE HUESCA. 2006. IRCE.
- GUÍA PARA EL USO Y APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASAS EN EL SECTOR FORESTAL. 2006. ASEMFO.
- IMPORTANCIA DE CONOCER EL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA MADERA. M.C. MARIO FUENTES SALINAS.
- PLAN REGIONAL DE ÁMBITO SECTORIAL DE LA BIOENERGÍA DE CASTILLA Y LEÓN. 2009. PBCYL.
- PERSU II: PLANO ESTRATÉGICO PARA OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. 2007. MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL .
- REFERENTE TÉCNICO REGIONAL PEFC DE GALICIA SEGÚN LA NORMA UNE 162002-2:2007. 2009. VARIOS.
- GUÍA TÉCNICA: SECTOR DA INSÚSTRIA DA MADEIRA. 2000. INETI.
- GUÍA PRÁCTICA: SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE CALEFACCIÓN CON BIOMASA EN EDIFICIOS Y VIVIENDAS. 2006. INTELLIGENT ENERGY EUROPA.
- USOS TÉRMICOS DE LA BIOMASA EN INVERNADEROS, SECADEROS, CALEFACCIÓN, ETC. 2006. JAVIER GIL.

