

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PARC NATURAL DE L'ALT PIRINEU



AUTORS

JULIAN ARRÉS GARCÍA
ANA MARTA CAPDEVILA GRAU
SARA MARTIN ORTEGA
MARC VILAHUR CHIARAVIGLIO

TUTORS

ESTHER GARCIA SOLSONA
MARTÍ BOADA I JUNCÀ
JORDI GARCIA ORELLANA
JOAN RIERADEVALL I PONS

AGRAÏMENTS

En primer lloc voldríem reconèixer i agrair el suport i els consells proporcionats durant aquests quatre mesos tant intensos per part dels nostres tutors: Martí Boada, Ester Garcia, Jordi Garcia i Joan Rieradavall, que han col·laborat amb l'obtenció d'un projecte més ric i abordat des de diferents punts de vista. En especial agrair el suport incondicional i la paciència de l'Ester Garcia, que ha esdevingut un pilar fonamental per a la finalització exitosa del projecte.

Volem agrair també la contribució del Marc Garriga, tècnic del Parc Natural de l'Alt Pirineu, per la seva capacitat de guia i atenció en tot moment; sense les seves pautes i aclaracions hagués estat molt més complicat el desenvolupament d'aquest projecte. Agrair també a les empreses de afectades per la seva atenció i paciència al atendre'ns i solucionar els nostres dubtes: Fustes Pallé S.A., Fustes Sebastià S.L. i Sefocat S.L.

No oblidem al Sr. Josep Maria Garcia, soci de l'empresa Natural 21 i promotor de la implantació d'una caldera de pèl·lets a l'escola de Linyola, per transmetre'ns tots els seus coneixements sobre el procés estudiat i la filosofia sobre la utilització de la biomassa. Agraïm també la seva visita guiada per les instal·lacions de Natural 21, a on van observar les diferents etapes del procés de la producció de pèl·lets i la seva combustió

Donem les gràcies també a Neus Puy, investigadora de l'Institut de Recerca i Tecnologia Ambiental (IRTA), pel seu ajut i per la seva paciència, atenent-nos durant el transcurs del projecte i facilitant-nos dades fonamentals, que ens han facilitat l'elaboració del projecte.

Finalment també volem donar les gràcies als nostres companys de la UAB, als amics, les parelles i les famílies pel seu ajut incondicional, per la seva paciència infinita i per ajudar-nos a veure la sortida en moments complicats.

INDEX

AGRAÏMENTS	2
INDEX	3
INDEX DE TAULES	9
INDEX DE FIGURES	12
PRESENTACIÓ	15
BLOC 1: INTRODUCCIÓ	17
1. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PNAP	18
2. INTRODUCCIÓ AL CONCEPTE DE BIOMASSA	21
2.1. Tipus i composició de la biomassa	25
2.1.1. <i>Tipus de biomassa</i>	25
2.1.2. <i>Composició de la biomassa</i>	27
2.2. Principals característiques de la biomassa forestal	28
2.3. Processos de transformació de la biomassa	30
2.3.1. <i>Processos termoquímics</i>	30
2.3.2. <i>Processos biològics</i>	32
2.3.3. <i>Processos físics</i>	33
2.4. Situació actual de l'explotació de biomassa al PNAP	33
3. ANTECEDENTS	34
3.1. Perspectiva històrica sobre l'aprofitament de biomassa al PNAP	35
3.2. Projecte LIFE "Pirineu Viu"	35
3.3. Experiències en l'aprofitament de biomassa forestal com a recurs energètic	36
3.3.1. <i>Àmbit internacional</i>	36
3.3.2. <i>Àmbit europeu</i>	38
3.3.3. <i>Àmbit espanyol</i>	39
3.3.4. <i>Àmbit català</i>	40
4. DESCRIPCIÓ DE LES FORESTS D'ESTUDI	42
4.1. Justificació de l'elecció de les forests d'estudi	42
4.2. Mapa situació	43
4.3. Descripció de les característiques de les forests	44
4.3.1. <i>Climatologia</i>	44
4.3.2. <i>Geomorfologia</i>	44

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

4.3.3.	<i>Hidrologia</i>	45
4.3.4.	<i>Característiques i tipus de sòls</i>	46
4.3.5.	<i>Riscos geològics</i>	47
4.3.6.	<i>Vegetació i flora</i>	48
4.3.7.	<i>Bolets líquens i molses</i>	54
4.3.8.	<i>Fauna</i>	55
4.3.9.	<i>Estat de conservació</i>	62
4.3.10.	<i>Risc d'incendis</i>	64
4.3.11.	<i>Estat socioeconòmic</i>	64
5.	LEGISLACIÓ VIGENT APLICADA AL PNAP	72
5.1.	Nivell Europeu	72
5.2.	Nivell Estatal	73
5.3.	Nivell Autonòmic	74
5.4.	Nivell local	75
6.	JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE	76
BLOC 2: OBJECTIUS I METODOLOGIA		78
7.	OBJECTIUS	79
7.1.	Objectiu general	79
7.2.	Objectius específics	79
8.	METODOLOGIA D'ESTUDI	80
8.1.	Balanç general del sistema	80
8.1.1.	<i>Plantejament del balanç energètic del sistema</i>	80
8.1.2.	<i>Plantejament del balanç econòmic del sistema</i>	87
8.1.3.	<i>Plantejament d'un escenari pràctic</i>	92
8.2.	Actors implicats	93
8.3.	Identificació, valoració i avaluació d'impactes ambientals	97
8.3.1.	<i>Metodologia per la identificació</i>	98
8.3.2.	<i>Metodologia per la valoració</i>	100
8.3.3.	<i>Metodologia per l'avaluació</i>	105
8.4.	Esquema metodològic	106
8.4.1.	<i>Fase 1: Recerca</i>	106
8.4.2.	<i>Fase 2: Anàlisi i tractament de la informació</i>	107
8.4.3.	<i>Fase 3: Conclusions i propostes</i>	108
BLOC 3: INVENTARI		110
9.	TRACTAMENTS SILVÍCOLES AL PNAP	111
9.1.	Tractaments de regeneració	112
9.1.1.	<i>Tallades arreu</i>	112
9.1.2.	<i>Tallades de selecció</i>	113
9.1.3.	<i>Tallades per aclareig successiu uniforme i/o per bosquets</i>	113
9.1.4.	<i>Entressaca</i>	114
9.2.	Tractaments de millora	114

9.2.1. Aclarides	114
9.3. Altres tractaments	116
9.4. Tractaments per a la prevenció d'incendis forestals.....	117
10. CONDICIONANTS ESPECÍFICS PER L'EXTRACCIÓ DE BIOMASSA ...	118
10.1. Directrius per a la realització dels tractaments silvícoles	121
11. FASES DE L'APROFITAMENT FORESTAL PER A L'OBTENCIÓ DE BIOMASSA	126
11.1. Metodologia dels treballs d'aprofitament forestal	126
11.1.1. Construcció de camins	127
11.1.2. Neteja prèvia del terreny	127
11.1.3. Tallada, desbrancat i despuntat, trossejat	127
11.1.4. Apilat, reunió i desembosc.....	127
11.1.5. Transport.....	128
11.2. El sistema d'aprofitament	128
12. TECNOLOGIA DELS TREBALLS FORESTALS.....	131
12.1. Accessibilitat: Adequació del terreny i les pistes forestals.....	131
12.2. Tècniques de tallada, desbrancat, despuntat i trossejat.....	132
12.3. Tècniques d'apilament i reunió.....	132
12.4. Tècniques de desembosc	132
12.4.1. Procediments i mitjans de desembosc	133
13. TIPUS DE TRANSPORTS	151
13.1. Vehícles de desembosc i transport.....	152
13.2. Vehícles de transport d'estella segons distància	152
14. BALANÇ ENERGÈTIC DE L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA	154
14.1. Criteris de disponibilitat de biomassa i marc temporal	154
14.2. Biomassa residual disponible per a finalitats energètiques	155
14.2.1. Biomassa residual forestal.....	155
14.2.1.1. Biomassa provinent dels tractaments de millora.....	157
14.2.1.2. Biomassa provinent de les tallades de regeneració	159
14.2.2. Biomassa residual produïda a les serradores.....	160
14.3. Biomassa total disponible.....	161
14.4. Potencial energètic de la biomassa.....	161
14.5. Costos energètics del transport.....	162
14.6. Costos energètics de l'extracció.....	163
14.7. Balanç energètic total.....	164
15. INVENTARI SOCIOECONOMIC DEL SISTEMA	165
15.1. Inventari econòmic del sistema	165
15.1.1. Inventari de beneficis econòmics.....	165
15.1.2. Inventari de costos econòmics	170
15.1.2.1. Costos econòmics d'extracció.....	170
15.1.2.2. Costos econòmics del transport	173
15.1.3. Balanç general del sistema.....	175
15.2. Balanç social del procés.....	176
15.2.1. Creació de llocs de treball	178

15.2.2. Percepció social del procés	179
16. DESTÍ FINAL DE LA BIOMASSA	180
16.1. Tipus d'equipament	180
16.1.1. Tipus de calderes de biomassa	180
16.1.2. Transport, distribució i emmagatzematge del combustible	184
16.1.3. Sistema de transport intern	186
16.1.4. Característiques de seguretat a la sitja	186
16.1.5. Intercanviador de calor i sistema de combustió	187
16.1.6. Sistema de seguretat	188
16.1.7. Retirada de cendres	189
16.1.8. Evacuació de fums	189
16.2. Factors de pressa de decisió	189
16.2.1. Tipus de combustibles	190
16.2.2. Versatilitat de l'equip a instal·lar	194
16.2.3. Sala de calderes	196
16.2.4. Operació i manteniment	197
16.3. Introducció al cas pràctic	198
BLOC 4: AVALUACIÓ I DIAGNOSI	200
17. AVALUACIÓ DELS CONDICIONANTS I DIRECTRIUS D'ACTUACIÓ PER A L'EXTRACCIÓ DE BIOMASSA DINS EL PNAP	201
18. AVALUACIÓ ENERGÈTICA	203
18.1. Avaluació energètica de l'extracció de biomassa	203
18.2. Avaluació energètica del transport de biomassa	204
18.3. Avaluació global del procés	205
19. IMPACTE SOCIOECONÒMIC DE L'EXPLOTACIÓ DE BIOMASSA COM A RECURS ENERGÈTIC	206
19.1. Balanç socioeconòmic de l'aprofitament de biomassa	206
19.1.1. Balanç econòmic del sistema	206
19.1.2. Estudi comparatiu de costos	209
19.2. Avantatges i inconvenients socioeconòmics de l'activitat	210
19.2.1. Avantatges de l'activitat proposada	211
19.2.2. Inconvenients de l'activitat proposada	212
19.3. Perspectives futures de l'aprofitament de biomassa al PNAP	213
20. IDENTIFICACIÓ, VALORACIÓ I AVALUACIÓ DELS IMPACTES PROVOCATS PER L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA AL PNAP	214
20.1. Impactes a nivell local	215
20.1.1. Identificació dels impactes	215
20.1.2. Valoració dels impactes	222
20.1.3. Avaluació dels impactes	226
20.2. Impactes a nivell global	229
20.2.1. Impactes globals al medi natural	229
20.2.2. Impactes globals al medi socioeconòmic	230

21. BALANÇ D'EMISSIONS DE CO ₂	231
21.1. Determinació del CO ₂ emès en les diferents fases de l'aprofitament forestal	231
21.1.1. <i>Etapla d'extracció</i>	231
21.1.2. <i>Etapla d'estellament</i>	232
21.1.3. <i>Etapla de transport</i>	232
21.1.4. <i>Emissions de CO₂ en l'escenari considerat</i>	235
21.2. Determinació del CO ₂ fixat per la biomassa	235
21.3. Balanç global del CO ₂ en l'aprofitament forestal.....	236
21.4. Comparació de les emissions de CO ₂ entre l'ús de biomassa, gas-oil o gas natural com a combustible per a la producció d'energia calorífica en l'escenari proposat	237
22. APLICACIÓ EN FORMA DE CAS PRÀCTIC	239
22.1. Descripció general de l'escenari escollit.....	239
22.2. Quantificació de la necessitat energètica	239
22.2.1. <i>Sistema calefacció</i>	239
22.2.2. <i>Sistema aigua sanitària</i>	240
22.3. Disseny i elecció de l'equip	242
22.3.1. <i>Característiques i funcionament</i>	242
22.4. Balanç econòmic	245
BLOC 5: CONCLUSIONS I PROPOSTES	246
23. CONCLUSIONS.....	247
23.1. Generals.....	247
23.2. Específiques.....	247
23.2.1. <i>Condicionants per a l'extracció de biomassa i directrius definides per a l'aprofitament forestal dins el PNAP</i>	247
23.2.2. <i>Impacte ambiental</i>	249
23.2.3. <i>Balanç de CO₂</i>	249
23.2.4. <i>Balanç energètic</i>	250
23.2.5. <i>Balanç socioeconòmic</i>	251
23.2.6. <i>Implantació de calderes</i>	251
24. PROPOSTES DE MILLORA	252
24.1. Propostes enfocades a la millora del procés estudiat	252
24.1.1. <i>Protocol d'Actuació pels Aprofitaments Forestals (PAAF)</i>	253
24.1.2. <i>Estudi dels costos i avantatges i inconvenients de la utilització d'un combustible diferents a l'estella</i>	256
24.1.3. <i>Ecoetiqueta de certificació de la fusta</i>	257
24.1.4. <i>Taula de debat entre els diferents actors implicats</i>	259
24.1.5. <i>Campanya d'informació i sensibilització</i>	259
24.2. Propostes enfocades a la millora del document elaborat	259
BLOC 6: INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA.....	261

25. BIBLIOGRAFIA I DOCUMENTACIÓ.....	262
26. ACRÒNIMS.....	266
27. GLOSSARI.....	267
BLOC 7: ANNEXOS	273
28. CRONOGRAMA	274
29. PRESSUPOST	276
29.1 JUSTIFICACIÓ DEL PRESSUPOST	277
30. ENTREVISTES	278
30.1 ENTREVISTA SEFOCAT	278
30.2 ENTREVISTA FUSTES SEBASTIÀ.....	279
30.3 ENTREVISTA FUSTES PALLÉ	280
30.4 ENTREVISTA TÈCNIC DEL PARC	282
30.5 VISITA CALDERA I FÀBRICA DE PÈL.LETS LINYOLA.....	286
30.6 ENTREVISTA A CARLES FAÑANÁS	287
30.7 ENTREVISTA AJUNTAMENT DE LLAVORSÍ	290
30.8 2ª ENTREVISTA TÈCNIC DEL PARC	291
31. PRESSUPOST CAS PRÀCTIC	293
32. ECOETIQUETA FSC	295

INDEX DE TAULES

Taula 1.1: Valors naturals i culturals del PNAP	15
Taula 2.1: Avantatges i inconvenients dels aspectes ambientals.....	19
Taula 2.2: Avantatges i inconvenients dels aspectes socioeconòmics.....	20
Taula 2.3: Caracterització de la biomassa	25
Taula 2.4: Poders calorífics de diferents tipus de biomassa.....	25
Taula 4.1: Tipus de bolets	50
Taula 4.2: Amfibis presents a la zona	52
Taula 4.3: Rèptils presents a la zona	52
Taula 4.4: Ocells pineda pi negra.....	53
Taula 4.5: Ocells pineda pi roig i boscos mixtes caducifolis	53
Taula 4.6: Ocells de bosc de ribera	54
Taula 4.7: Ocells de roquissars silícics	54
Taula 4.8: Rapinyaires diürns i nocturns	55
Taula 4.9: Micromamífers zona d'estudi segons grau d'abundància.....	56
Taula 4.10: Carnívors presents zona estudi	56
Taula 4.11 Ungulats presents a la zona d'estudi	57
Taula 4.12 Espècies de rat-penats.....	57
Taula 4.13: Superfície, població i densitat de la comarca del Pallars Sobirà	61
Taula 4.14: Evolució de la població del Pallars Sobirà fins 1996	61
Taula 4.15: Usos del sòl del Pallars Sobirà	62
Taula 4.16. Activitats i serveis turístics oferts al Pallars Sobirà.....	64
Taula 8.1. Densitat de fusta i escorça, poder calorífic superior (PCS), poder calorífic inferior (PCI, Kcal/Kg).....	79
Taula 8.2. Característiques físico-químiques del gasoli	81
Taula 8.3. Consum energètic i de combustible i rendiment d'un tractor amb ploma i trituradora utilitzat per extreure la biomassa forestal.....	81
Taula 8.4. Càrrega màxima permesa (en Tn); Pes total del vehicle (Tn) i consums mitjans de gasoli per als diferents tipus de vehicle utilitzats per al transport de la biomassa forestals.....	83
Taula 8.5: Factors susceptibles d'impacte medi físic.....	95
Taula 8.6 : Factors susceptibles d'impacte medi biòtic.....	95
Taula 8.7: Factors susceptibles d'impacte medi socioeconòmic	95
Taula 8.8 : Matriu d'identificació, valoració i avaluació d'impactes en l'extracció i transport de la biomassa	97
Taula 8.9: Taula de valoració dels impactes.....	98
Taula 10.1: Condicionants a tenir en compte en l'extracció de biomassa.....	115
Taula 10.2: Criteris a tenir en compte en l'explotació de la biomassa al PNAP	118

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Taula 11.1 : Fases de l'aprofitament forestal	122
Taula 13.1: Vehicles emprats per al transport d'estella segons la distància	149
Taula 14.1. Superfície de les diferents forests estudiades	152
Taula 14.2. Existències totals de fusta (m ³) a les forests	152
Taula 14.3. Densitats mitjanes per espècies	154
Taula 14.4. Existències de biomassa provinent dels tractaments de millora de les diferents forests.....	154
Taula 14.5. Biomassa residual provinent de les tallades de regeneració a les forests d'estudi....	155
Taula 14.6 Biomassa residual obtinguda a les serradores (estelles)	156
Taula 14.7: Biomassa residual disponible per a finalitats energètiques	157
Taula 14.8: Potencial energètic de la biomassa	158
Taula 14.9: Tones de fusta extreta en pes verd (p.v)	158
Taula 14.10: Costos energètics del transport totals i anuals	159
Taula 14.11. Consum horari i per tona de la maquinària forestal utilitzada en un aprofitament tradicional de la fusta	159
Taula 14.12 : Cost energètic total i anual de l'extracció	159
Taula 14.13: Potencial energètic total.....	160
Taula 15.1: Potencials energètics de la biomassa.....	162
Taula 15.2: Preu Kw de la biomassa de bosc.....	162
Taula 15.3: Preu Kw de la biomassa procedent de serradora.....	163
Taula 15.4: Rendiment de diverses tecnologies de producció d'energia elèctrica	163
Taula 15.5: Beneficis en la utilització de la biomassa disponible en diferents energies.....	163
Taula 15.6: Eficiència mitjana de calderes.....	164
Taula 15.7: Preu del MJ en gas-oil	164
Taula 15.8: Preu del MJ en gas natural	164
Taula 15.9: Preu del MJ en electricitat.....	165
Taula 15.10: Preu unitari extrapolat (PUE) de la biomassa.....	165
Taula 15.11: Tipus de biomassa per tamany	168
Taula 15.12: Producció mensual de residus de les serradores d'estudi.....	169
Taula 15.13: Impactes sobre la extracció	172
Taula 15.14: Impactes sobre el transport.....	173
Taula 15.15: Impactes sobre l'emmagatzematge	173
Taula 15.16: Impactes sobre el sistema	174
Taula 16.1: Descripció de les diferents parts d'un equip compacte.....	177
Taula 16.2: Descripció de les diferents parts d'una caldera amb alimentador inferior	178
Taula 16.3: Descripció de les diferents parts d'una caldera de graella mòbil.....	178
Taula 16.4: Descripció de les diferents parts d'un conjunt de caldera-cremador	179
Taula 16.5: Descripció de les diferents parts d'una caldera modulant	179
Taula 16.6: Descripció de les diferents parts d'una caldera de llit fluid	180

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Taula 16.7: Composició de les cendres d'estella de fusta.....	185
Taula 16.8: Dades comparatives bàsiques pels combustibles de calefacció	190
Taula 16.9: Matriu comparativa de les principals característiques dels principals sistemes de combustió	191
Taula 16.10: Exemple de models de calderes, característiques, combustible i eficiència	191
Taula 16.11: Potencial energètic i superfície	194
Taula 17.1: Aspectes positius obtinguts en l'anàlisi dels condicionants i les directrius definides per a l'aprofitament forestal.....	197
Taula 17.2: Aspectes negatius obtinguts en l'anàlisi dels condicionants i les directrius definides per a l'aprofitament forestal.....	197
Taula 18.1: Consum de gas-oil i d'energia primària del transport fins al punt d'emmagatzematge	199
Taula 18.2: Consum de gas-oil i d'energia primària anual total i per les diferents etapes de l'aprofitament de la biomassa.....	200
Taula 19.1: Taula comparativa de beneficis	202
Taula 20.1: Matriu d'identificació i valoració d'impactes en l'extracció i transport de la biomassa	219
Taula 20.2: Taula de valoració dels impactes.....	220
Taula 20.3: Matriu d'avaluació d'impactes en l'extracció i transport de la biomassa	222
Taula 20.4: Impactes positius i negatius a escala local en el medi natural i socioeconòmic generats per l'aprofitament de biomassa forestal per a la producció d'energia calorífica	223
Taula 20.5: Impactes positius i negatius a escala global en el medi natural generats per l'aprofitament de biomassa forestal per a la producció d'energia calorífica	224
Taula 20.6: Impactes positius i negatius a escala global en el socioeconòmic generats per l'aprofitament de biomassa forestal per a la producció d'energia calorífica	225
Taula 21.1: Consums de gas-oil i emissions de CO ₂ que es produeixen durant l'etapa d'extracció	226
Taula 21.2: Consums de gas-oil i emissions de CO ₂ que es produeixen durant l'etapa d'estellament	227
Taula 21.3: Consum del vehicle de transport en la subetapa 1.1.....	228
Taula 21.4: Consum del vehicle de transport en la subetapa 1.2.	228
Taula 21.5: Consum del vehicle de transport en la etapa 1.....	229
Taula 21.6: Consum del vehicle de transport en la etapa 2.....	229
Taula 21.7: Consums de gas-oil i emissions de CO ₂ que es produeixen durant l'etapa de transport	229
Taula 21.8: Existències de C incorporat i la seva incertesa, les existències de producció total i la superfície considerada	230
Taula 21.9: Emissions totals de CO ₂ en les etapes d'aprofitament de la biomassa.....	231
Taula 22.1: Potència caldera CSB80	239

INDEX DE FIGURES

Figura 1.1: PEIN's de Catalunya	14
Figura 1.2: Comarques del PNAP	14
Figura 2.1: Diagrama representatiu del flux de biomassa	18
Figura 2.2: Processos de transformació de la biomassa	26
Figura 2.3: Variació de la quantitat d'oxigen necessària en els diferents processos termoquímics de la transformació de biomassa.....	27
Figura 4.1: Mapa de situació de les forests d'estudi	39
Figura 4.2: Vista d'una esllavissada.....	44
Figura 4.3: Bosc de pi negre	46
Figura 4.4: Exemplar de Salamandra.....	51
Figura 4.5: Merla d'aigua.....	55
Figura 4.6: Excrements de gall fer	55
Figura 4.7. Guineu o guilla (Vulpes vulpes)	58
Figura 4.8: Evolució de la població des del 1857 fins 1996 al Pallars Sobirà	62
Figura 4.9: Sectors econòmics del Pallars Sobirà	63
Figura 4.10. Comparació serveis turístics al Pallars Sobirà entre 1999 i 2002	65
Figura 8.1. Percentatge d'escorça respecte al volum per classes diamètriques	79
Figura 8.2. Percentatge distribució de fusta per espècies	79
Figura 8.3: Cicle d'estudi.....	90
Figura 8.4: Mapa procés	91
Figura 8.5: Esquema general del procés	92
Figura 8.6: Procediments i actuacions durant la fase de recerca.	103
Figura 8.7: Procediments i actuacions durant la fase de anàlisi i tractament de la informació	104
Figura 8.8: Procediments i actuacions durant la fase de conclusions i propostes	105
Figura 11.1: Operacions bàsiques i opcionals de tot aprofitament, segons els sistemes d'aprofitament d'arbre sencer, tronc sencer i fusta trossejada	125
Figura 11.2: Esquema dels diferents sistemes d'aprofitament	127
Figura 12.1: Treballador forestal fent aclarida	128
Figura 12.2: Desembosc de tronc sencer amb tractor agrícola amb cabrestany acoblat.....	129
Figura 12.3: Posició de la fusta durant el desembosc	130
Figura 12.4: Desembosc manual o per gravetat	131
Figura 12.5. 1a Extracció de fusta amb cavall	132
Figura 12.6: Canals de desembosc	132
Figura 12.7: Procediment operatiu de treball amb Canals.....	133
Figura 12.8: Detall tractor	133

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Figura 12.9: Tractor agrícola amb desbrossadora acoblada	134
Figura 12.10: Skidder arrossegador	135
Figura 12.11: Carretó que desembosca fusta semisuspensa.....	136
Figura 12.12: Estació de torre	136
Figura 12.13: Esquema de bicable fix	137
Figura 12.14: Esquema de bicable mòbil.....	137
Figura 12.15: Esquema de tricable	137
Figura 12.16: Autocarregador de sis rodes	138
Figura 12.17: Elements de la grua de l'autocarregador	138
Figura 12.18: Efecte del pendent sobre la tria del millor mitjà per a desemboscar	140
Figura 12.19 : El material es pot desemboscar sencer, estellat o empaquetat	140
Figura 12.20: Desembosc amb autocarregador de restes empaquetades i senceres	141
Figura 12.21: Fragmentació/estellament i Compactació/empacament.....	141
Figura 12.22: Esquema del procés d'empacament.....	142
Figura 12.23: Diferents tipus d'estelladores: automotriu, acoblada a tractor, remolcada i sobre camió	143
Figura 12.24: Diagrama de flux de l'aprofitament de restes forestals segons els diferents sistemes de desembosc.....	144
Figura 12.25: Esquema del procés d'estellament mòbil	145
Figura 12.26: Esquema del sistema d'estellament a carregador o peu de pista	146
Figura 13.1: Diferents vehicles de desembosc segons si es tracta d'estella, restes o bales ...	148
Figura 13.2: Transport de biomassa empaquetada	148
Figura 13.3: Lliurament d'estella en una sitja.....	150
Figura 14.1 Percentatges de les principals espècies forestals	153
Figura 14.2: Existències fusta (m ³) a les forests d'estudi	153
Figura 14.3: Biomassa anual disponible provinent de tractaments de millora.....	155
Figura 14.4: Biomassa anual disponible provinent de tallades de regeneració.....	156
Figura 14.5: Biomassa anual disponible a les forests (Regeneració més T. Millora)	157
Figura 15.1: Tipus de biomassa per tamany	168
Figura 16.1: Caldera compacte	177
Figura 16.2: Caldera amb alimentador inferior.....	178
Figura 16.3: Caldera de graella mòbil	178
Figura 16.4: Conjunt caldera –cremador i dues etapes de combustió.....	179
Figura 16.5: Caldera modulante.....	179
Figura 16.6: Caldera de llit fluid.....	180
Figura 16.7: D'esquerra a dreta: sistema d'emmagatzematge dintre de l'edifici, fora de l'edifici i a prop de l'edifici.....	181
Figura 16.8: Imatge estelles	187
Figura 16.9: Imatge pèl·lets	187
Figura 16.10: Imatges de briquetes.....	189

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Figura 19.1: PEcB segons finalitat energètica	202
Figura 19.2: Rendiment segons finalitat energètica.....	203
Figura 19.3: Gràfica comparativa de la biomassa segons procedència	205
Figura 19.4: Fracció estudiada respecte el total susceptible de ser explotat	209
Figura 22.1: Calderes biomassa PASQUALICCHIO.....	238

PRESENTACIÓ

Aquest projecte dut a terme pel grup Projecte Biomassa té per objectiu l'avaluació de la viabilitat econòmica i ambiental de l'aprofitament de la biomassa forestal com a recurs energètic a les forests d'Arestui, Baïasca, Montanartró i Virós situades dins el Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP). L'estudi s'emmarca dintre de la llicenciatura de Ciències Ambientals de la UAB, pretén ser una integració del conjunt de tots els coneixements adquirits durant la mateixa i està vinculat a un projecte global sobre la Diagnosi Ambiental del PNAP. Els doctors Ester García, Martí Boada, Joan Rieradevall i Jordi García han fet el seguiment del mateix i ens han ofert la seva col·laboració i implicació, de la mateixa manera que els tècnics del PNAP destacant l'aportació d'en Marc Garriga Luján.

En el projecte s'ha fet una revisió dels Plans d'Ordenació Forestal de les esmentades forests per tal d'adequar-les als requeriments del PNAP, i així obtenir resultats sobre el potencial de biomassa sostenible, sobre el seu potencial energètic, i plantejar un escenari d'aprofitament d'aquest potencial a mode de cas pràctic. Per tal d'assolir aquestes fites, l'estudi es divideix en sis blocs:

Bloc I (Introducció): Es fa una descripció del PNAP així com de les forests estudiades. Es fa una introducció al concepte de biomassa, així com una recopilació dels antecedents en aquesta matèria. Punt apart mereix també la legislació aplicable al PNAP.

Bloc II (Objectius i metodologia): En aquest bloc es detallen els objectius generals i específics i es du a terme una explicació exhaustiva de la metodologia de treball utilitzada.

Bloc III (Inventari): Aquest bloc és la base a partir de la qual es desenvoluparà el projecte. Aquí s'exposen les dades i conceptes més rellevants (prenent com a base els Plans d'Ordenació Forestal de les forests d'estudi), es detallen les fases i tecnologies de l'aprofitament forestal, s'elaboren els balanços energètic i socioeconòmic del sistema d'estudi i es planteja un escenari d'aprofitament.

Bloc IV (Avaluació i diagnosi): En aquest bloc és du a terme un estudi detallat sobre els diferents conceptes definits a l'inventari per tal d'assolir els objectius, tant generals com específics, marcats en aquest projecte. Es du a terme una avaluació sobre els diferents condicionants i directrius d'aprofitament forestal, un estudi sobre la eficiència energètica del procés, una avaluació de l'impacte ambiental tant a nivell físic i biòtic com a nivell socioeconòmic, un balanç d'emissions de CO₂ i s'estudia la viabilitat de l'aplicació proposada en forma de cas pràctic.

Bloc V (Conclusions i propostes): En aquest bloc es presenten les conclusions del projecte, les propostes de millora i d'altres consideracions finals.

Bloc VI (Informació complementària): Aquest bloc és un recull de la bibliografia i documentació utilitzada durant la realització del projecte així com dels acrònims i paraules clau.

Bloc VII (Annex): En el darrer bloc es proporciona informació complementària com ara la programació i el pla de treball dut a terme al llarg del projecte així com el pressupost i informació utilitzada i/o consultada d'utilitat.

BLOC 1: INTRODUCCIÓ

1. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PNAP
2. INTRODUCCIÓ AL CONCEPTE DE BIOMASSA
3. ANTECEDENTS
4. DESCRIPCIÓ DE LES FORESTS D'ESTUDI
5. LEGISLACIÓ VIGENT APLICADA AL PNAP
6. JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE

1. DESCRIPCIÓ GENERAL DEL PNAP

El Parc Natural de l'Alt Pirineu (PNAP), creat mitjançant el Decret 194/2003 de l'1 d'agost de 2003, comprèn bona part del Pirineu axial català. Amb 69.850 ha de superfície, esdevé així el parc natural més extens de Catalunya i en les seves serralades s'hi localitzen les alçades màximes del territori català.



Figura 1.1: PEIN's de Catalunya.

Font: <http://mediambient.gencat.net/cat/>

La doble condició d'espai d'alt valor natural i alhora escenari d'uns aprofitaments que tradicionalment han contribuït a modelar el paisatge i a crear i conservar aquests valors ha fet que es consideri que la figura de Parc Natural és la que millor pot garantir la protecció dels valors naturals i culturals inclosos en el seu àmbit i l'establiment d'un règim d'ordenació i de gestió adreçat al desenvolupament sostenible d'aquest territori.

A Catalunya, la figura de Parc Natural està regulada per la Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals, que n'estableix els objectius, el procediment de declaració i altres aspectes de caràcter general.

L'article 25 d'aquesta Llei 12/1985 disposa que "Són Parcs Naturals els espais naturals que presenten valors naturals qualificats, la protecció dels quals es fa amb l'objectiu d'aconseguir-ne la conservació d'una manera compatible amb l'aprofitament ordenat de llurs recursos i l'activitat de llurs habitants."

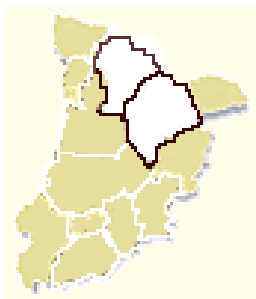


Figura 1.2: Comarques del PNAP

Font: <http://gencat.net/>

El PNAP es troba situat (Fig. 1.2) entre la comarca del Pallars Sobirà, en concret, tretze dels seus municipis (Alt Àneu, Esterri d'Àneu, la Guingueta d'Àneu, Alins, Esterri de Cardós, Farrera, Lladorre, Llavorsí, Rialp, Soriguera, Sort, Tírvia, Vall de Cardós) i la comarca de l'Alt Urgell que toca al parc per tres municipis (Les Valls de Valira, Montferrer i Castellbò)

Dins l'àmbit del Parc Natural hi ha inclosos varis espais PEIN (Llei 12/1985) que s'anomenen a continuació: Alt Àneu, les Capçaleres de la Noguera de

Vallferrera i la Noguera de Cardós i la Vall de Santa Magdalena. La gestió d'aquests espais d'interès natural la duen a terme el Departament de Medi Ambient, la Direcció General del Medi Natural i el Servei de Parcs amb l'objectiu de fer compatible la conservació del patrimoni natural i cultural amb el desenvolupament econòmic i el manteniment d'activitats tradicionals com ara la ramaderia extensiva.

A continuació, a la taula 1.1, es presenten els principals valors naturals i culturals del Parc.

Taula 1.1: Valors naturals i culturals del PNAP. Font: elaboració pròpia a partir de [1]

VALORS NATURALS EXCEPCIONALS
• La complexitat orogràfica, l'extensió, la diversitat paisatgística i l'amplitud altitudinal permeten l'existència de mostres molt variades i riques de les estructures geològiques, dels ecosistemes, dels hàbitats i de les comunitats vegetals, les espècies i els paisatges del Pirineu axial català. • Zones de gran interès geològic, particularment elements d'interès geomorfològic, hidrològic i hidrogeològic. Dos bons exemples són l'estany de Certascan, l'estany glacial més extens del Pirineu, i la Cigalera de l'Obaga de Valeran, un dels avencs més profunds de Catalunya. • Un nombre significatiu d'espècies de flora d'especial singularitat i interès, nou de les quals són declarades com estrictament protegides. Gairebé tots els tipus d'hàbitats existents tenen el caràcter d'hàbitats d'interès comunitari. • Nombroses citacions de comunitats forestals d'àrea reduïda a Catalunya, corresponents a determinats boscos caducifolis mixtos, bedollars de bedoll pubescent, fagedes i avetoses mixtes. • Alt nombre d'espècies animals rares o amenaçades, com l'ós bru, la llúdriga, l'almesquera, el trençalòs, la perdiu blanca o el mussol pirinenc. Destaquen especialment el gall fer, que té a la zona el nucli més important de població de la península Ibèrica, i la sargantana pallaresa, un endemisme gairebé exclusiu del Parc Natural de l'Alt Pirineu. • Facilitat d'observació d'espècies emblemàtiques de la gran fauna de muntanya, com rapinyaires (vultur, trençalòs, àguila daurada, àguila marcenca...) i ungulats (isard, cabirol, daina, cérvol...).
VALORS CULTURALS I L'ACTIVITAT HUMANA
• Un extens patrimoni arqueològic i arquitectònic, l'exponent més significatiu del qual és l'art romànic. Tot i que habitualment es troben en els nuclis de població, són especialment remarcables les nombroses mostres de béns artístics religiosos (retaules, talles, orfebreria, etc.). • Un paisatge cultural extraordinari, fruit del vincle existent entre els valors culturals, l'activitat econòmica i els valors naturals. Les activitats tradicionals lligades al sector primer i l'existència secular d'un aprofitament ordenat dels recursos naturals, principalment la ramaderia, és el que ha fet possible el manteniment de bona part dels valors ecològics i paisatgístics que han motivat a creació del Parc Natural.

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

- La pervivència de les propietats comunals o “comuns”. Es tracta majoritàriament dels boscos i les pastures d'alta muntanya i dels recursos naturals que d'aquests se n'extreuen.
- Important atractiu ecoturístic i excursionista: estanys glacials, observació de fauna salvatge, sender GR-11 i els cims més alts del Pirineu català, especialment la Pica d'Estats (3.143 m).

2. INTRODUCCIÓ AL CONCEPTE DE BIOMASSA

El concepte de biomassa fa referència al conjunt de tota la matèria orgànica d'origen vegetal o animal, incloent els materials que procedeixen de la seva transformació natural o artificial [2]. En la figura 1.3 es pot observar un diagrama representatiu del flux de biomassa.

Durant la major part de la història de la humanitat, la biomassa (tradicionalment coneguda com a “bens de combustible”) i l'energia solar han estat les úniques fonts d'energia tèrmica utilitzades per l'home. Aquestes, van cobrir les necessitats de calor i d'il·luminació abans de l'arribada del carbó amb la Revolució Industrial i, encara ara, continuen sent una important font energètica renovable i no contaminant. A molts llocs del món encara és el principal recurs energètic, sobretot en països subdesenvolupats.

La biomassa és una font d'energia important que pot contribuir a pal·liar el dèficit energètic actual ja que és renovable, relativament neta (com a mínim, més que la procedent dels combustibles fòssils) i necessita tecnologies poc complexes. Una gran diversitat de productes proporcionen biomassa, entre els quals s'inclouen els forestals (llenya, fusta o rebuigs de fusta), deixalles agrícoles (palla), deixalles animals (excrements procedents de granges) i escombraries (paper, cartró o restes d'aliments). L'energia de la biomassa està continguda en els enllaços químics altament energètics presents a la matèria viva. Per tant, qualsevol ésser viu o les seves restes constitueixen una font potencial d'energia que es pot alliberar i utilitzar directament o mitjançant un tractament previ.

En concret, el concepte de biomassa energètica inclou tots els materials d'origen biològic que no s'utilitzen amb finalitats alimentàries o industrials. Per tant, les possibilitats d'aprofitar la biomassa com a energia són molt diverses, amb l'avantatge afegit que la seva combustió no contribueix a augmentar l'efecte hivernacle, donat que el balanç d'emissions de CO₂ és neutre [3].

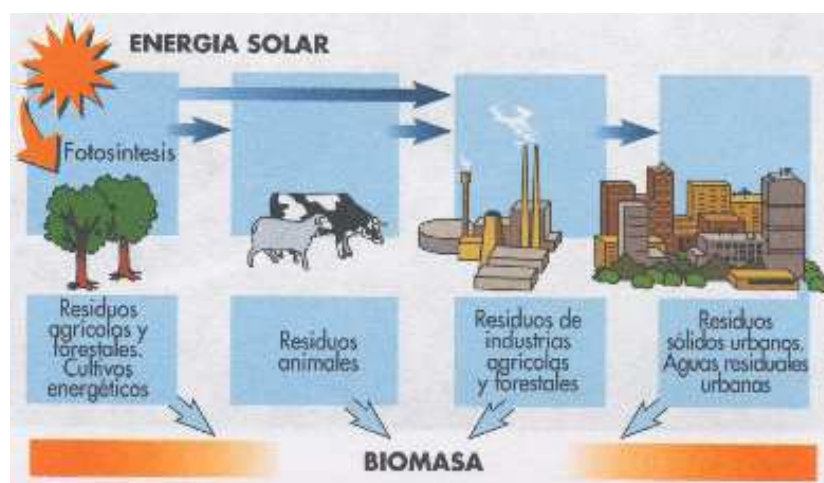


Figura 2.1: Diagrama representatiu del flux de biomassa [4].

El balanç neutre de CO₂ és un dels grans avantatges que presenta l'ús de la biomassa com a font d'energia, però no és l'únic. A continuació es detallen els altres principals avantatges i també els inconvenients de la utilització de la biomassa com recurs energètic. (Taula 2.1 i 2.2)

Taula 2.1: Avantatges i inconvenients dels aspectes ambientals. Font: elaboració pròpia

ASPECTES AMBIENTALS	
AVANTATGES	INCONVENIENTS
• Balanç neutre en emissions de CO₂. Realitzada en les condicions adequades, la combustió de biomassa produeix aigua i CO₂, però la quantitat emesa d'aquest gas (principal responsable de l'efecte hivernacle), va ser captada prèviament per les plantes durant el seu creixement. És a dir, el CO₂ de la biomassa viva forma part d'un flux de circulació natural entre l'atmosfera i la vegetació, pel que no suposa un increment del gas hivernacle en l'atmosfera. Això es compleix sempre i quan la vegetació es renovi a la mateixa velocitat a la que es degrada durant el seu aprofitament. • En la combustió de la biomassa no es produeixen emissions de sulfurs (SO₂) ni d'òxids de nitrogen (NO_x) (pluja àcida), ni tot just partícules sòlides. • Com que una part de la biomassa procedeix de residus que són necessaris eliminar, el seu aprofitament energètic suposa convertir un residu en un recurs. • Millora de les masses forestals amb densitat excessiva, més i millor creixement, més benefici econòmic a la llarga. • Millora del potencial lúdic de les masses forestals. • Compatibilització amb les operacions de prevenció d'incendis.	• Extreure la biomassa provoca la desaparició dels efectes positius que tindria la permanència de les restes sobre el terreny generant una desprotecció del sòl. • També cal esmentar que es produeix una reducció en la quantitat de matèria orgànica present al sòl que provoca una davallada dels nivells de nutrients al sòl. • La configuració física de la biomassa, la seva disposició al bosc i les seves característiques poden ser una dificultat afegida a l'hora d'extreure-la. • La matèria prima ocupa molt volum i, per tant, pot generar problemes de baixa eficiència econòmica en el transport i emmagatzemament.

Taula 2.2: Avantatges i inconvenients dels aspectes socioeconòmics. Font: elaboració pròpia

ASPECTES SOCIOECONÒMICS	
AVANTATGES	INCONVENIENTS
• Disminució de la dependència externa del proveïment de combustibles fòssils. • Reducció de la dependència energètica externa gràcies a la utilització d'una font d'energia local. • Creació de noves oportunitats de negoci a la indústria, afavorint la investigació i el desenvolupament tecnològics, i increment de la competitivitat comercial dels productes. En l'actualitat s'estan fent nombrosos experiments amb diferents tipus de plantes per a aprofitar, de la millor forma possible, aquesta prometedora font d'energia. • Nou mercat per als propietaris forestals amb la reducció de despeses, dinamització del sector de la fusta. • Important desenvolupament de la tecnologia de calefacció: • Qualitat de combustió (rendiment gairebé del 90% i reducció de les emissions de gasos a l'atmosfera).	• A causa del seu alt contingut en residus inutilitzables (15%-90%), el transport d'aquesta biomassa és car i, fins i tot, podria ser ineficient econòmicament. Per tant, caldria dur a terme la transformació física en el mateix punt en què s'obté la biomassa (www.ambientals.net – educació ambiental – Toni Cassany). • Costos elevats per a particulars pel que fa referència a la instal·lació de la caldera. • La informació de la que disposa la gent és escassa (desconeixement de la biomassa i el seu potencial) i hi ha una manca de projectes de demostració de la viabilitat d'aquest tipus d'aprofitament. • La producció de biomassa és totalment estacional degut a les restriccions climatològiques i a les marcades per la protecció tant del medi físico-biòtic com el socioeconòmic. • És necessària la transformació i condicionament de la biomassa per a la seva utilització.

Tots aquests avantatges i inconvenients estan redactats pensant en la biomassa com al conjunt de tota la matèria orgànica d'origen vegetal o animal, incloent els materials que procedeixen de la seva transformació natural o artificial. En el nostre projecte s'estudia la viabilitat de l'ús d'un determinat tipus de biomassa per a la producció energètica. Així doncs és interessant, per a conèixer millor el tipus de matèria primera de la qual parlarem, primer definir quin tipus de biomassa existeixen i segon caracteritzar el tipus de biomassa que es té en compte en aquest estudi.

2.1. TIPUS I COMPOSICIÓ DE LA BIOMASSA

En aquest apartat es diferencien els tipus de biomassa existents i posteriorment es determina la composició de la biomassa residual, concretament la forestal, que és la d'interès per aquest projecte.

2.1.1. TIPUS DE BIOMASSA

En funció de la procedència de la biomassa, aquesta es pot dividir en 3 grans grups:

La biomassa natural és la que es produeix de forma espontània a la natura sense cap intervenció humana, com per exemple, les podes naturals dels boscos. El problema que presenta aquest tipus de biomassa és la necessària gestió de l'adquisició i transport del recurs fins al lloc de la seva transformació i, posteriorment, fins al lloc de la seva utilització. Això pot provocar que l'explotació d'aquesta biomassa sigui inviable econòmicament.

La biomassa procedent de cultius energètics fa referència a les restes de cultius de plantes de creixement ràpid i alt contingut energètic (biocultius) realitzats amb l'únic objectiu d'obtenir-ne un rendiment energètic. Exemples en són la biomassa sòlida (conreus lignocel·lulòsics d'espècies llenyoses com l'eucaliptus i els pollancre o d'espècies herbàcies com el card) i els biocarburants o combustibles líquids (conreus d'oleaginoses com la colza i el gira-sol o de cereals com el blat i el blat de moro que són productors d'etanol). Aquests conreus presenten una gran producció per superfície i any; en el cas de les espècies llenyoses es fan conreus en torns de 3-4 anys i amb una densitat de 10.000 peus per hectàrea.

L'origen de la biomassa residual està associat a la gestió de residus generats per les activitats humanes (agrícoles, forestals i ramaderes) i pels nuclis urbans (residus sòlids urbans -RSU- i aigües residuals). Aquesta biomassa inclou la fracció orgànica dels RSU, els fangs d'estacions depuradores d'aigües residuals i el reciclatge d'olis vegetals com a biocombustibles. Addicionalment, també conté els residus generats pels processos d'indústries agroalimentàries i de transformació de la fusta. Una part dels RSU queda inclosa en la classificació, tot i que les seves modalitats d'aprofitament energètic difereixen de les aplicades a la biomassa.

Es pot diferenciar la biomassa residual en funció del seu contingut d'aigua:

- Humida: efluvis biodegradables com les aigües residuals urbanes i industrials i els residus ramaders (principalment purins), i
- Seca: residus generats en activitats agrícoles (restes vegetals de conreus convencionals) i forestals (llenya, branques, matolls), en la indústria agroalimentària i en la indústria de transformació de la fusta.

A més a més, la biomassa residual es pot classificar en funció del seu origen:

- La biomassa residual agrícola inclou els residus generats en activitats agrícoles (que provenen de conreus llenyosos o herbacis) i agroalimentàries (fabricació d'oli d'oliva, elaboració de fruits secs, indústries vinícoles, etc) que es poden utilitzar directament com a combustible o com a matèria primera per a l'obtenció d'altres combustibles com, per exemple, els biocarburants.
- La biomassa residual generada en el sector ramader i agroalimentari. Aquestes activitats generen residus i subproductes orgànics que poden ser valorats energèticament per mitjà del procés de digestió anaeròbia, com per exemple els purins de porc, els fems, la gallinassa, els residus d'escorxador, els greixos animals, els residus de polpes de fruites, etc. les instal·lacions de cria d'animals. També generen residus líquids que tenen un alt contingut orgànic i constitueixen una font amb un elevat potencial de valoració energètica.
- La biomassa residual generada en els nuclis urbans. Dins aquest grup s'engloben els residus produïts pels ciutadans dels diferents pobles i ciutats, els residus industrials (excloent les del sector agroalimentari) i els fangs que provenen de les EDAR.
- I finalment, la biomassa residual d'origen forestal, que és l'objecte d'interès del present projecte. A continuació se'n fa una descripció més detallada.

La biomassa residual d'origen forestal inclou tots els productes i residus que provenen dels treballs de manteniment i millora de les masses forestals (com ara podes, aclarits o neteges). Aquests treballs generen uns residus que cal retirar del bosc atès que són un factor de risc molt important en la propagació de plagues i d'incendis forestals. Tot i així, els costos econòmics de la realització d'aquesta activitat són molt elevats, de manera que la possibilitat d'aprofitament energètic dels residus retirats els confereix un valor econòmic i pot suposar un ingrés que faciliti la seva realització. Malgrat això, en la situació energètica actual, els preus de la energia són insuficients per cobrir els costos que generaria la realització d'aquests treballs amb finalitats només energètiques [5].

A més a més, dins la biomassa residual forestal també s'inclouen els residus generats en la neteja dels peus de tallades fusteres per a ús comercial i els residus com ara serradures, escorces, estelles, encenalls, etc, procedents de la indústria forestal (serradores, indústries de primera transformació, fabricants de productes elaborats amb fusta, fabricants de suro i de pasta de paper). En aquest cas, els costos econòmics podrien ser positius [6], de manera que un aprofitament energètic d'aquests residus podria suposar un ingrés econòmic atractiu que en promogués la seva utilització.

En el cas de la seva utilització per a producció d'energia resulta interessant, per als càlculs de rendibilitat energètica, conèixer la composició d'aquest tipus de biomassa ja que condiciona el poder calorífic de les diferents espècies arbòries que es tenen en compte en aquest estudi.

2.1.2. COMPOSICIÓ DE LA BIOMASSA

Els components principals de la biomassa forestal són els hidrats de carboni, els lípids i les proteïnes. La proporció amb la qual podem trobar aquests components varia en funció de la naturalesa de la biomassa. En general, la matèria orgànica vegetal està constituïda en la seva majoria per hidrats de carboni en forma de compostos lignocel·luloics. Tenint en compte que aquests compostos són els constituents de la paret cel·lular i que aquesta representa el 95% del material de la planta (en pes sec), podem dir que aquests seran els components bàsics de la biomassa [7].

La biomassa forestal està generalment formada per dos grups de substàncies. Per una banda, les substàncies primàries constitueixen la paret cel·lular, on trobem les principals macromolècules (cel·lulosa, hemicel·lulosa i lignina) presents a tots els tipus de fusta. L'altre grup de substàncies secundàries són de baix pes molecular i són conegudes també com substàncies extraïbles (components solubles) que es caracteritzen per la seva variabilitat (tant en estructura com en quantitat).

La proporció i composició química de la lignina i de les polioses difereix per als diferents tipus de fustes mentre la cel·lulosa és uniforme en composició en totes les fustes [8] i [9].

A continuació es descriuen breument els components principals de la biomassa [7]:

La *cel·lulosa* és un polisacàrid estructural format per glucosa que representa aproximadament el 30% de la matèria seca vegetal. Està formada per molècules de β -D-glucosa unides per enllaços 1-4 glicosídics i té un grau de polimerització de 8 a 10000 unitats. Les funcions de la cel·lulosa són les de donar consistència i protecció a les plantes. Es tracta d'una substància molt resistent als agents químics (la seva estructura cristal·lina altament ordenada limita l'accessibilitat dels reactius i dels enzims), és insoluble en quasi tots els dissolvents i a més és inalterable a l'aire sec. La seva temperatura d'estelatge a pressió d'un bar és d'uns 232 °C.

Les *hemicel·luloses* són polisacàrids d'alta massa molar formats per diferents unitats de monosacàrids: pentoses, hexoses i àcids urònics (manosa, xilosa, galactosa, arabinosa...). Tenen un grau de polimerització de entre 100 i 200 i estan units entre si mitjançant enllaços glicosídics que formen estructures ramificades i, en general, amorfes. L'estructura química i la composició de les

hemicel·luloses és diferent segons les espècies. Representen entre un 10 i un 20% de la matèria seca vegetal i són insolubles en aigua, però solubles en bases fortes i fàcilment hidrolitzades pels àcids.

La *lignina*, que representa un 20% de la matèria seca dels vegetals, és una macromolècula de naturalesa polímera formada per la polimerització a l'atzar de varis àcids i d'alcohols fenilpropílics. L'acoblament aleatori d'aquests radicals dóna origen a una estructura tridimensional amorfa característica de la lignina. Està formada per l'extracció irreversible de l'aigua dels sucres creant compostos aromàtics. Es caracteritza per un complex aromàtic (no carbohidrat) a partir del qual existeixen molts polímers estructurals. Els polímers de lignina són estructures transconectades amb un elevat pes molecular. Consisteix en el polímer natural més complex en relació a la seva estructura i heterogeneïtat. Per aquesta raó no és possible descriure una estructura definida de la lignina. Després dels polisacàrids, la lignina és el polímer orgànic més abundant en el món vegetal. És important destacar que és l'única fibra no polisacàrida que es coneix. Les seves funcions són essencials per a la planta ja que proporciona rigidesa a la paret cel·lular i actua com a pont d'unió entre les cèl·lules de la fusta donant resistència. La seva gran estabilitat química la fa difícilment degradable per reactius tant químics com biològics, degut al elevat contingut en compostos aromàtics fenòlics.

Finalment, les *substàncies extraïbles* són components de la planta solubles en aigua o en diferents dissolvents orgànics que se separen de la paret cel·lular insoluble (tal i com hem comentat anteriorment degut a la insolubilitat del seu component estructural majoritari: la cel·lulosa). Dins aquest grup hi podem trobar hidrocarburs alifàtics i aromàtics, alcohols, fenols, terpens, aldehids, àcids alifàtics, àcids grassos, ceres, glicèrids, compostos nitrogenats, etc. [9]. En general aquestes substàncies representen entre un 2 i un 8 % de la biomassa.

Una vegada es coneix la composició de la biomassa residual forestal ja es pot parlar de les seves principals característiques com ara el seu contingut energètic, que determinarà el seu poder calorífic, i de les diferències d'emissions entre la crema de combustibles fòssils (CF) i la crema de biomassa per a l'obtenció d'energia.

2.2. PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES DE LA BIOMASSA FORESTAL

Les diferents variables que s'utilitzen per a la caracterització de la biomassa s'obtenen de diverses anàlisis químiques del procés de combustió en laboratoris especialitzats (Taula 2.3).

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Taula 2.3 – Caracterització de la biomassa. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de [2].

ANÀLISI IMMEDIAT	
% Carboni fix	16-32%
% Volàtils	65-85% ¹
% Cendres	0,2-5% ²
% Humitat	10-90%
ANÀLISI ELEMENTAL	
% Carboni	46-55% ²
% Hidrogen	5,5-7%
% Nitrogen	0,2-1%
% Sofre	<0,1% ³
% Oxigen	34-44% ¹
PODER CALORÍFIC (Kcal/Kg)	3000-4000 (1/3 dels combustibles derivats del petroli)
DENSITAT (Kg/m3)	30-350
DISTRIBUCIÓ GRANULOMÈTRICA (% del material que es troba per sobre d'una determinada mida)	Molt variable segons el tipus de biomassa

¹Contingut elevat en comparació a combustibles fòssils

²Contingut baix en comparació a combustibles fòssils

³Contingut molt baix en comparació a combustibles fòssils

El contingut energètic de la biomassa es mesura mitjançant el poder calorífic que es defineix com la quantitat de calor despresa en la combustió completa per unitat de volum. Cal distingir però entre el Poder Calorífic Superior (PCS) i el Poder Calorífic Inferior (PCI).

- El **PCS** és el calor després per la combustió d'una unitat de volum, aprofitant l'energia de la condensació de l'aigua.
- El **PCI** és el calor després per la combustió d'una unitat de volum però sense condensació del vapor d'aigua i, per tant, sense aprofitar el calor de la condensació.

A la Taula 2.4 es presenten els poders calorífics que es poden obtenir a partir de diferents tipus de biomassa.

Taula 2.4 – Poders calorífics de diferents tipus de biomassa expressats en (kcal/kg). Font: elaboració pròpia a partir de [2].

Biomassa	PCS	Humitat (%)	PCI	Humitat (%)
Llenyes (coníferes)	4950	20	3590	40
Llenyes (frondoses)	4600	20	3310	40
Serradures i encenalls (coníferes)	4880	15	3790	35
Serradures i encenalls (frondoses)	4630	15	3580	35

2.3. PROCESSOS DE TRANSFORMACIÓ DE LA BIOMASSA

Un cop conegut el tipus de biomassa a tractar, la seva composició i les seves característiques només resta conèixer quins processos s'han de dur a terme per a transformar aquesta biomassa en energia.

Els diferents tipus de biomassa poden ser transformats en una àmplia varietat de productes líquids, sòlids o gasos susceptibles de ser emprats des del punt de vista energètic. Els processos de valoració energètica de la biomassa s'agrupen bàsicament en 3 grans grups (figura 2.2):

- Processos termoquímics
- Processos biològics
- Processos físics

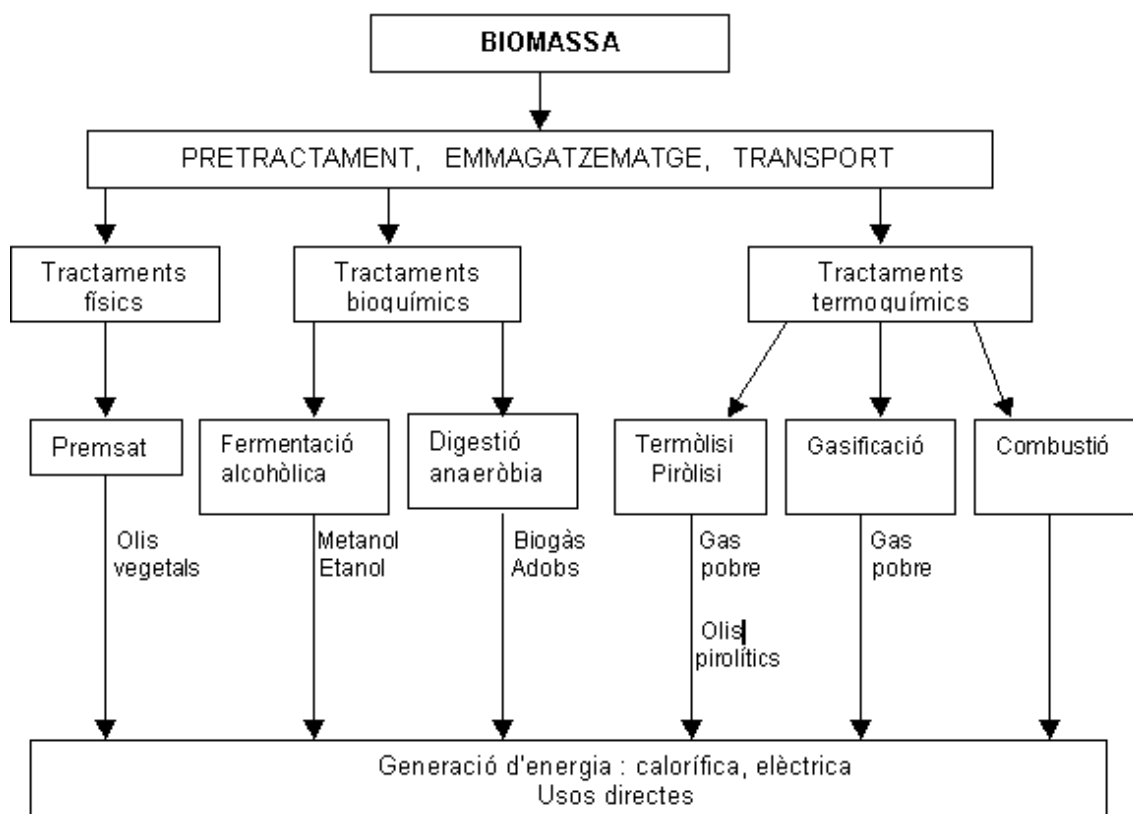


Figura 2.2: Processos de transformació de la biomassa. Font: [10].

2.3.1. PROCESSOS TERMOQUÍMICS

Són un tipus de tractaments basats en la descomposició de les cadenes orgàniques constituents de la matèria viva per mitjà de la calor aportada per una font energètica externa, per la combustió controlada d'una part de la pròpia biomassa o per algun dels

subproductes obtinguts en la descomposició. La transformació es du a terme sota unes determinades condicions de pressió i temperatura per tal d'obtenir productes sòlids, líquids o gasosos. Aquests productes seran diferents segons el tipus de tècnica aplicada.

En aquests tipus de tractaments, existeixen variadíssimes formes que estan molt desenvolupades, sobretot per la biomassa seca. El més conegut i consolidat és la combustió però també hi ha altres tecnologies com ara la gasificació i la piròlisi. Els diferents tractaments depenen de la quantitat d'oxigen present en la transformació (Figura 2.3).



Figura 2.3: Variació de la quantitat d'oxigen necessari en els diferents processos termoquímics de transformació de la biomassa. Font: [10]

Per obtenir productes combustibles de forma termoquímica es sotmet la biomassa a certes condicions de pressió i temperatura a fi d'obtenir productes adequats al tipus d'aplicació desitjada. El carbó vegetal és un dels productes sòlids obtinguts, usat històricament com a combustible de qualitat. Entre els derivats gasosos hi ha el gasogen, recentment aplicat com a combustible en motors. Actualment aquests aprofitaments estan sotmesos a una transformació tecnològica que n'augmenta la seva eficiència suficientment com per fer viable la seva aplicació comercial.

El procés de combustió consisteix en una oxidació (reacció exotèrmica) deguda a la presència d'oxigen sobrer (quantitat no controlada), que normalment s'aporta a través de l'aire que s'incorpora en excés a la reacció (l'excés de l'aire és del 140 al 160%) i s'obtenen gasos calents, que és la part que s'aprofita com a energia tèrmica. L'alta temperatura de treball va dels 800 als 1200°C.

Es tracta d'utilitzar directament la biomassa per a la producció de calor, ja sigui en processos industrials, en calefacció (l'exemple més antic és la llar de foc de les masies però també es pot cremar la biomassa en grans calderes), o bé produint vapor per a la generació d'energia elèctrica. En aquest procés es requereix una matèria prima amb una humitat inferior al 15%, d'un volum apte per a ser manipulat fàcilment, i una mínima capacitat calorífica. Això implica un procés previ a la combustió per tal d'adequar el material: assecar i fraccionar, estellar, moldre o cribar.

La gasificació és també un procés de descomposició per temperatura en una atmosfera no oxidant, en què s'aporta la calor necessària per a una combustió parcial dels propis gasos generats en una proporció inferior (25%) de la que caldria per a una combustió estequiomètrica. La temperatura de treball va dels 600 als 800°C.

Segons si es fa servir aire o oxigen pur, s'obtenen dos productes diferents. En el primer cas s'obté gasogen o gas pobre que es pot utilitzar per obtenir electricitat i vapor. En el segon cas s'opera amb un gasificador amb oxigen i vapor d'aigua i s'obté gas de síntesi. La importància del gas de síntesi radica en que pot ser transformat en combustible líquid. Aquest tractament, al tenir la quantitat d'oxigen controlada, redueix significativament l'obtenció de sòlids.

La piròlisi-termopiròlisi és també un procés de descomposició per temperatura a pressió atmosfèrica normal i amb absència total d'oxigen; per tant, l'energia calorífica s'ha d'aportar per via externa a la pròpia reacció química. La temperatura de treball va dels 450 als 550°C. Com a resultat s'obté una mescla que és en part sòlida (principalment carbó vegetal), en part líquida (olis i destil·lats químics) i en part gasosa (H_2 , CO , CO_2 , N_2 i CH_4). Els líquids i els gasos són hidrocarburs i compostos alifàtics. Aquests productes poden ser utilitzats com a combustibles i matèries primeres. Com més alta és la temperatura del procés, més proporció de gasos i menys residus sòlids se n'obté.

Els processos termoquímics via combustió o gasificació generen com a productes secundaris CO_2 , SO_2 , metà, òxid nítrós i cendres, importants contaminants atmosfèrics.

2.3.2. PROCESSOS BIOLÒGICS

Són aquells tractaments que, per procediments biològics naturals, accelerats i usant diferents tipus de microorganismes, provoquen la descomposició de la matèria orgànica en components més elementals d'alt poder energètic que són d'aprofitament immediat a nivell industrial. Produeixen combustibles líquids o gasosos.

Els processos biològics són mètodes adequats per al tractament de biomassa amb un alt contingut d'humitat. Els més coneguts són la digestió anaeròbia (producció de metà) i la fermentació alcohòlica (producció d'etanol). Actualment, la seva aplicació a escala industrial té pocs anys d'implantació.

La digestió anaeròbia que s'acostuma a utilitzar per a la transformació de la biomassa humida, és un procés basat en l'acció dels bacteris, que degraden la matèria orgànica de residus biodegradables en absència d'oxigen per a reduir-ne la càrrega contaminant produint metà i altres subproductes (una part sòlida que concentra els minerals i els productes de degradació difícil) com a resultat final. A tall d'exemple, la cel·lulosa és una substància que es degrada a gas, el qual conté al voltant d'un 60% de metà (que pot ser usat com a combustible) i un 40% de gas carbònic. Per a aquest procés es necessita una temperatura de entre 30 i 35°C.

La fermentació alcohòlica és un procés que només requereix la presència de llevats, biomassa, i una atmosfera que no contingui oxigen. El tractament inicial depèn del tipus de biomassa utilitzat, i tracta d'obtenir-ne un sucre, que

esdevindrà una solució d'alcohol al 9%, per l'acció dels llevats. Aquesta solució d'alcohol és sotmesa a separació i concentració per destil·lació. Aquests alcohols es poden utilitzar com a combustibles per a motors d'explosió, ja sigui directament o barrejats amb gasolina. El procés de fermentació alcohòlica també genera CO₂ i fibres.

2.3.3. PROCESSOS FÍSICS

Estrictament els processos físics no es poden considerar processos de valoració energètica de la biomassa, sinó que constitueixen les activitats destinades a la preparació i condicionament de la biomassa per al seu aprofitament energètic posterior. Entre aquests tractaments previs podem destacar:

L'homogeneïtzació són aquells processos de trituració, estellatge, assecatge, etc. que proporcionen a la biomassa les condicions adequades de mida, humitat i composició per ser tractada i aprofitada energèticament.

La densificació és un tractament per millorar les propietats de la biomassa i fer-la més compacta. El producte d'aquest tractament té la forma de pèl·lets i briquetes, que són residus amb una elevada densitat i molt adequats per a l'emmagatzematge i el transport.

2.4. SITUACIÓ ACTUAL DE L'EXPLOTACIÓ DE LA BIOMASSA AL PNAP

El PNAP gaudeix d'un valuósíssim patrimoni natural que obre una porta molt interessant a l'hora de valorar les possibilitats d'implementació de les energies renovables, sempre preservant aquest entorn, mitjançant l'aprofitament local i sostenible de la biomassa. Concretament, l'aprofitament energètic de la biomassa és una possibilitat per a comercialitzar fusta de baixa qualitat que en aquests moments no té mercat o és deficitària en alguns aspectes i, per tant, esdevé una bona alternativa per aquells propietaris de boscos que busquen donar un ús rendible a la seva massa forestal i a la vegada, amb la seva gestió, contribueixen a la prevenció d'incendis forestals, la revalorització dels boscos i la dinamització de part de l'activitat socioeconòmica.

Cada any el departament de medi ambient redacta l'anomenada oferta pública de fustes i llenyes on es determina el pla d'aprofitaments forestals per un any determinat i tenint en compte les previsions del programa anual d'aprofitaments i millores, s'elabora l'oferta pública de fustes i llenyes que té per objecte donar publicitat als aprofitaments que es preveuen fer. Aquest programa busca la sostenibilitat, conservació i millora de les masses forestals, i fer compatible el

rendiment econòmic de les forests amb la conservació dels hàbitats i les espècies presents. Amb aquest fi, el programa recull tots els aprofitaments (fustes, llenyes, caça, pastures, tòfones, etc.) que s'han de realitzar durant l'any en curs a les forests públiques de Catalunya, d'acord amb allò establert en els respectius projectes d'ordenació i els plans tècnics de gestió i millora forestal.

Però la realitat és que, tot i que es facin aquestes subhastes públiques per adjudicar l'explotació de les forests, algunes d'aquestes no es duen a terme degut a que ningú vol o pot fer-se càrrec de l'explotació per qüestions econòmiques. L'única biomassa que té bona sortida és la d'aquelles forests amb arbres de classes diamètriques grans, de fàcil accés i de poc pendent.

Tot i això, els boscos del PNAP són encara explotats. Es duen a terme alguns aprofitaments de fusta i llenyes.

- La fusta que s'extreu és la de pi negre, pi roig i algun avet. Principalment s'utilitza fusta per a serra, per a pals i per a trituració. També s'accepten els diàmetres menors procedents de les aclarides baixes. Actualment, el mercat és més especialitzat i la demanda és per fusta de qualitat, de grans dimensions i recte. Les forests del PNAP podrien produir aquest producte en cas de fer-se les actuacions de millora de la productivitat (aclarides selectives periòdiques) que ja estan previstes en els diferents Plans d'Ordenació Forestal (POF's). Per això és important impulsar la realització de tractaments de millora (aclarides) per a tal d'assolir una major productivitat al bosc. La comunitat veïnal també du a terme aprofitaments de fusta per a ús propi tot i que durant els últims anys se n'han realitzat molt pocs.
- Pel que fa a la llenya només s'utilitza com a ús pels veïns i els que tenen drets sobre el bosc. Principalment s'utilitza el bedoll (*Betula pendula*), i es talla arreu com a bosc menut. Actualment quasi ningú va a fer llenya al bosc i aquest ús s'està perdent. Com a conseqüència d'això els boscos tenen un excedent de biomassa forestal a la qual no se li està donant cap ús, oferint una imatge d'abandó i un augment del perill potencial de risc d'incendis.

3. ANTECEDENTS

En aquest apartat es vol fer una petita aproximació del que ha estat històricament l'ús de biomassa forestal en l'àmbit del PNAP així com un repàs a les principals experiències actuals pel seu aprofitament energètic en l'àmbit internacional, europeu, estatal i català.

3.1. PERSPECTIVA HISTÒRICA SOBRE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA AL PNAP

El bosc ocupa una superfície important dins el PNAP i ha estat, històricament, objecte d'una intensa explotació. Primerament per les rompudes fetes per a augmentar la superfície de conreu o de pastures, més tard per les tales per a obtenir el combustible de les fargues (de les quals es té notícia des del segle XI al segle XIX, quan es tancà la farga de Santa Maria de la Vall Ferrera) i d'altra banda per a l'explotació de la fusta utilitzada per a la marina de guerra i com a material de construcció [11]. L'escàs control de que ha estat objecte aquest recurs facilità la sortida d'una gran quantitat de fusta de les altes valls per via fluvial, reunida en grans tramades anomenades rais i que, a més servien per a transportar altres productes, com el ferro i la sal. Aquesta via es féu servir fins que es començaren a construir les primeres preses al segle XX. El carboneig, avui abandonat, havia estat important als boscos de roures i alzines de la meitat meridional de la comarca [11].

Històricament, la relació entre les societats de muntanya i els recursos forestals s'ha d'entendre considerant la propietat de la terra, que en l'àmbit del PNAP i de la comarca en general, gira entorn al món comunal fins a finals del segle XIX, moment en què la legislació liberal resultant de les Corts de Cadis (1812) actuarà contràriament a les llibertats de cada poble per a accedir als recursos naturals [12].

Al llarg del segle XX els processos de canvi de relació social amb el bosc s'estableixen amb la implantació progressiva de les societats urbanoindustrials, que, paral·lelament amb el creixement tecnològic, demogràfic i el increment de mobilitat, aniran suplint els dendrocombustibles forestals per hidrocarburs fòssils [13]. Això ha comportat un cert abandó dels boscos i l'aparició de noves demandes socials vers la seva utilització com són les iniciatives conservacionistes i els usos terciaris [13].

En els darrers anys, a Catalunya han sorgit projectes i iniciatives per l'aprofitament de la biomassa forestal com a recurs energètic (veure apartat 3.3.3). Aquests projectes poden ser una bona eina per afavorir la explotació sostenible dels boscos tenint en compte els aspectes multifuncionals d'aquests (aspectes biològics, ambientals i socioeconòmics). Concretament dins l'àmbit del PNAP els últims mesos s'està donant a conèixer les possibles aplicacions de la biomassa i avaluant les millors opcions per les zones de muntanya mitjançant l'organització de fòrums i jornades com la organitzada el passat més de febrer pel Consell Comarcal del Pallars Sobirà sobre "Aprofitaments energètics dels boscos del Pallars Sobirà: alternatives de gestió".

3.2. PROJECTE LIFE "PIRINEU VIU"

Durant els anys 1998 i 2001, els termes municipals d'Arestui i Baiasca participaren en el projecte LIFE "Pirineu viu" impulsat per l'ADF Mig Pallars. A

través d'aquest projecte es realitzaren una sèrie d'iniciatives dins de l'àmbit de les seves forests amb l'objectiu d'impulsar una gestió forestal adaptada als temps actuals, en els que es potencia la multifuncionalitat del bosc.

Entre aquestes iniciatives cal destacar:

- Fer compatible l'aprofitament del bosc amb la preservació del patrimoni forestal singular, mitjançant el respecte dels sectors de bosc madur i dels arbres singulars presents en els aprofitaments fusters duts a terme al bosc.
- Convertir el patrimoni forestal singular en l'eix principal d'una sèrie d'itineraris forestals didàctico-turístics. Tres d'aquests itineraris s'han dut a terme en aquests boscos, creant així una nova oferta turística dins de la vall.
- La participació de les administracions i de la societat en la compensació de costos generats per la preservació dels boscos, a través de l'esponsorització privada de reserves forestals de boscos madurs i l'apadrinament d'arbres singulars.
- La integració d'iniciatives locals en el projecte i la implicació dels agents socials (administració forestal, entitats locals,...) i econòmics (empreses fusteres, turístiques, hostaleres i comercials) de la comarca en la valorització d'aquest patrimoni, en la dotació d'infraestructures i la creació d'oferta didàctico-turística conjunta.

3.3. EXPERIÈNCIES EN L'APROFITAMENT BIOMASSA FORESTAL COM A RECURS ENERGÈTIC

3.3.1. ÀMBIT INTERNACIONAL

Actualment existeixen varis estudis a nivell internacional, de entre els quals cal destacar els realitzats a Canadà i els Estats Units, així com d'altres estudis que es realitzen de forma conjunta entre diferents països.

CANADÀ

Biomass Combustion Systems (BCS): Prefeasibility Analysis (1998)

Aquest treball va ser elaborat pel *Natural Resources Canada – CANMET Energy Diversification Research Laboratory (CEDRL)*. L'estudi es va fer sobre 6

comunitats del nord del Canadà per tal d'analitzar i determinar la viabilitat tècnica i econòmica dels sistemes de combustió de la biomassa (BCS) en una comunitat amb edificis grans.

Biomass Combustion Systems (BCS): Buyer's Guide (1999)

Estudi fet pel *Natural Resources Canada - CANMET Energy Diversification Research Laboratory (CEDRL) and the Renewable and Electrical Energy Division*. És un estudi que repassa les tecnologies de combustió de la biomassa, aspectes econòmics i altres temes relacionats com la compra i presa de decisions. Aquest estudi-guia va ser publicat pel *Natural Resources Canada, Buyer's Guide to Small Commercial Biomass Combustion Systems, Natural Resources Canada, 2000*.

ESTATS UNITS

El cas dels EEUU és molt semblant al de Canadà, ja que des de fa molt temps s'investiga en les tecnologies de conversió de la biomassa a energia i productes (ja siguin químics o biocombustibles). Actualment s'estudia la forma d'introduir al mercat els biocombustibles i l'energia obtinguda a partir de la biomassa, com una manera de reduir les emissions de CO₂, i així aconseguir els objectius marcats pel Protocol de Kyoto.

Cal destacar el paper de l'**Agència Internacional de l'Energia (*International Energy Agency, IEA*)**, un organisme que actualment està duent a terme un seguit d'estudis en els que hi participen nombrosos països del món, entre ells Canadà, Estats Units i diversos països membres de la UE. Els estudis que s'estan realitzant actualment són:

Short Rotation Crops for Bioenergy Systems

Aquest estudi se centra en trobar les necessitats de les indústries productores d'energia a partir de la biomassa mitjançant millores tècniques de la producció de biomassa. L'objectiu general és desenvolupar els sistemes de producció de biomassa de rotació curta, millorar el coneixement del potencial de producció d'energia a partir de la biomassa i promoure l'ús de la biomassa per a obtenir energia en els països participants. Aquests països són: Austràlia, Canadà, Croàcia, Dinamarca, Holanda, Nova Zelanda, Suècia, Regne Unit i Estats Units.

Biomass Production for Energy from Sustainable Forestry

Els objectius principals d'aquest estudi són el desenvolupament d'un marc per a la informació relativa a la producció de biomassa per a obtenir energia, a partir d'un bosc explotat de forma sostenible, basat en la tecnologia i els coneixements científics capdavaners. L'estudi inclou l'anàlisi de zones i boscos de diferents regions del planeta per a la recerca d'informació. Els països

participants del projecte són Austràlia, Bèlgica, Canadà, Dinamarca, Noruega, Suècia i Estats Units.

Pyrolysis of biomass

Els objectius d'aquest estudi se centren en estudiar la tecnologia i ciència de la piròlisi de la biomassa i els processos associats, així com també les aplicacions que constitueixen i integren el projecte de l'energia a partir de biomassa. L'objectiu és desenvolupar i estendre la Xarxa Europea de piròlisi que ha estat funcionant durant 3 anys. Els països participants són: Noruega, Estats Units i 14 països membres de la Unió Europea.

3.3.2. ÀMBIT EUROPEU

A nivell europeu, també s'estan realitzant un conjunt de projectes en relació a l'explotació de la biomassa com a recurs energètic. Uns quants exemples es detallen a continuació:

Projecte 5EURES: *Five European RES Heat pilots* (2005-2007) [14].

El projecte 5eures reuneix als millors experts de silvicultura i bioenergia de les regions de Barnim (Alemanya), de Catalunya (Espanya), de l'Est-Lituània, de Jyväskylä, de Joensuu (Finlàndia) i de Marvão (Portugal) per treballar en un projecte conjunt de demostracions pràctiques de plantes de calor a partir de biomassa en aquestes regions. El resultat final del projecte seran cinc mercats experimentals que serviran d'exemples pràctics per al desenvolupament addicional de polítiques energètiques a nivell europeu i nacionals. Està finançat pel programa ALTENER.

ENERSILVA (2005-2007) [15].

ENERSILVA és un projecte europeu cofinançat pel Programa INTERREG III B Sudoe. La seva principal finalitat és promoure l'aprofitament energètic de la biomassa forestal primària entre els propietaris forestals i la instal·lació de plantes de transformació de la biomassa en energia al sud d'Europa. Els participants d'aquest projecte són diferents organitzacions forestals i energètiques de Galícia, Catalunya, el País Basc, Portugal i Aquitània.

AGRIFOREENERGY (2006-2008) [16].

Pertany al programa Energia Intel·ligent de la Unió Europea. En aquest estudi es promou l'ús de biomassa forestal i agrícola per a la generació d'energia calorífica, electricitat i biocombustibles. El projecte aborda especialment les

barreres de la falta de cooperació, informacions i formació en el sector agrícola i forestal i la manca de sensibilització de la opinió pública.

EUBIA (European Biomass Association) Bio-Turbine (1996-2008) [17].

Aquest projecte tracta la producció d'energia elèctrico-tèrmica utilitzades per proveir energia in situ mitjançant microturbines.

EUBIA és l'organisme que està duent a terme a Europa els principals projectes sobre la biomassa, que es va establir al 1996 a Brussel·les, com una associació no lucrativa internacional. Actualment promou les activitats energètiques a petita, mitjana i gran escala amb col·laboració d'autoritats locals, organitzacions d'agricultura, gent local i indústries; promou cooperacions internacionals així com els conceptes i tecnologies innovadores.

Bois Energie 66 [18].

Aquesta associació va néixer per dinamitzar i difondre l'aprofitament energètic de la biomassa forestal, com a resultat de la política de foment de l'Estat francès. També assumeix actualment el servei de logística de subministrament en resposta als usuaris que demanen garantir i organitzar el proveïment.. Bois-energie 66 té com a base la promoció de la biomassa forestal, el desenvolupament local i la gestió òptima dels boscos i es finança amb una petita part pública.

3.3.3. ÀMBIT ESPANYOL

Dins el territori espanyol podem destacar dos organismes que actualment estan treballant en temes d'aprofitament biomàssic.

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas [19].

És un organisme públic que treballa pel desenvolupament de les energies alternatives. En el seu conjunt total de projectes en trobem un especialment interessant pel que fa a l'aprofitament de la biomassa; "La biomassa como fuente de Energia y productos para la agricultura i la industria". Té com a objectiu l'estudi de característiques, recursos disponibles, mètodes de producció i recol·lecció de biomassa i de les seves característiques com a combustible per a la utilització d'aquesta com a energia neta.

Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) [20].

És un centre tecnològic públic que està dirigit a les energies renovables. El departament d'Energia de la Biomassa del CENER, desenvolupa unes activitats que pretenen cobrir el total de la cadena d'aprofitament energètic de la biomassa i dels residus agrícoles, avaluant i caracteritzant els recursos i les tecnologies de generació de l'energia. Es troba dividit en grups de treball que realitzen activitats i projectes d'investigació i desenvolupament com poden ser:

- L'avaluació potencial de la biomassa utilitzable i la logística de la biomassa en una àrea determinada.
- Estudis sobre la viabilitat de cultius alternatius per a la Producció de Biocombustibles.

3.3.4. ÀMBIT CATALÀ

Finalment, a Catalunya podem destacar diferents organismes que promouen estudis relacionats amb la biomassa com a recurs energètic.

ICAEN. Energia a partir de biomassa per processos termoquímics [2].

L'Institut Català de l'Energia actualment està centrant part de la seva recerca en la investigació i el desenvolupament de l'obtenció d'energia a partir de la biomassa mitjançant processos termoquímics, bàsicament, de gasificació i combustió.

Entre els diversos projectes de l'ICAEN cal destacar les següents DEMO (tecnologies avançades en estalvi i eficiència energètica):

- District Heating amb biomassa a Molins de Rei (central de generació l'aigua calenta a partir de biomassa)
- Planta de gasificació de closca d'ametlla i de producció d'electricitat a Móra d'Ebre
- Planta de combustió de biomassa a Sant Pere de Torelló

Centre de Recerca d'Ecologia i Aplicacions Forestals (CREAF) [21].

El CREAF és un consorci creat pel decret 300/1987, de 4 d'agost i actua com a centre de recerca bàsica i aplicada en ecologia terrestre, especialment forestal. És adscrit a la Universitat Autònoma de Barcelona i associat a l'IRTA.

Dues experiències a destacar d'aquest centre en el camp d'estudi forestal són:
a) la realització de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya i el b) Pla de Biomassa de Catalunya, realitzat conjuntament amb el CTFC.

Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC) [22].

El Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC) ubicat al Solsonès és un centre de recerca creat l'any 1995 i que centra la seva activitat en els camps de formació, recerca, desenvolupament i transferència de tecnologia en l'àmbit forestal. La seva missió és contribuir a la modernització i a la competitivitat del sector forestal i al desenvolupament sostenible del medi natural en l'àmbit mediterrani. El CTFC desenvolupa els seus objectius mitjançant quatre estratègies de treball: gestió del medi forestal, valorització de productes i serveis forestals, política forestal i desenvolupament rural i protecció dels recursos naturals.

Associació de Professionals de les Energies Renovables de Catalunya (Aperca) [23].

L'associació Aperca ha estat creada per professionals que treballen en el camp de les aplicacions de les energies renovables amb els objectius de:

- Fomentar la utilització de les energies renovables en tots els àmbits i sectors possibles.
- Difondre les qualitats mediambientals d'estalvi d'energia i d'autonomia en la utilització de les energies renovables.
- Assessorar i informar les persones interessades a utilitzar fonts renovables d'energia.
- Unir esforços per promoure els objectius comuns i representar els professionals catalans del sector davant de les administracions autonòmiques, estatals i internacionals.

A continuació es du a terme una descripció de les diferents forests estudiades en el present projecte així com dels motius per els quals han estat triades entre totes les forests del PNAP. Es considera important l'estudi de les característiques físiques i biològiques de les forests ja que algunes d'aquestes característiques, com ara el pendent o la presència de certa fauna, poden resultar limitants a l'hora de determinar la viabilitat d'extracció d'alguns indrets provocant una disminució de la quantitat de biomassa extraïble sosteniblement.

4. DESCRIPCIÓ DE LES FORESTS D'ESTUDI

Les zones estudiades en el present projecte reben el nom de forests i tenen com a instrument de gestió els anomenats Plans d'Ordenació Forestal (POF's). La finalitat d'aquests documents és planificar i organitzar la gestió de l'ecosistema i dels seus recursos per a assolir els objectius socials, econòmics i ecològics, entesos com el conjunt de béns i serveis tangibles i intangibles a obtenir a partir d'un maneig sostenible dels recursos naturals i introduïts. Consideren, a més, una programació de les intervencions necessàries o desitjables i els treballs de tot tipus que s'han d'enfocar cap als objectius definits, per finalment incloure un seguiment permanent dels resultats. L'ordenació forestal és el pilar fonamental per acomplir amb el maneig forestal sostenible.

Aquests Plans d'Ordenació Forestal segueixen una metodologia molt raonada dividint les forests en unitats més petites d'estudi. Parlant en termes d'extensió, de divisions més grans a més petites, primer trobem els quarters, seguidament els cantons i aquests a la vegada estan dividits en rodals, les unitats més simples d'estructuració. Els quarters es classifiquen segons l'ús potencial que es vol donar a la zona depenen de les característiques principals.

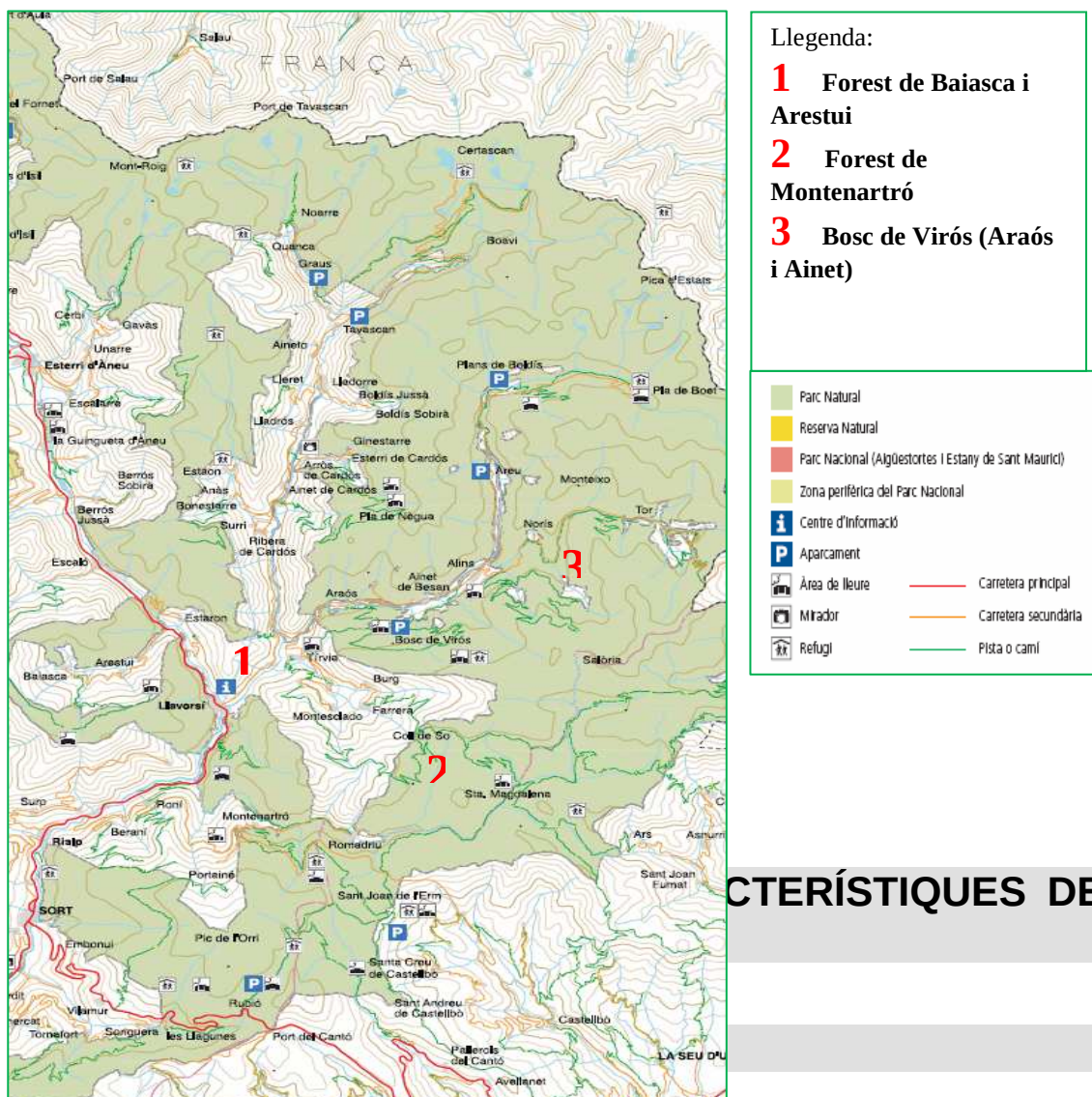
4.1. JUSTIFICACIÓ DE L'ELECCIÓ DE LES FORESTS D'ESTUDI

Les forests objecte d'estudi són cinc: Baiasca, Arestui i Montenartró que pertanyen a Llavorsí i les forests de Virós d'Ainet i Virós d'Araós que pertanyen al municipi d'Alins.

S'han triat aquestes cinc forests d'estudi perquè hi ha un consorci entre els ajuntaments d'aquests municipis o EMD (Entitat Municipal Descentralitzada) ja que tenen un projecte comú en referència al tema de l'aprofitament de la biomassa. Però el motiu més important és que aquestes cinc forests són de les més productives del Parc (la seva biomassa representa un tant per cent força elevat respecte a la quantitat total de biomassa de la zona) i, per tant, el seu aprofitament pot sortir rentable en l'actualitat.

A l'apartat següent, mitjançant la figura 4.1, es situen sobre un mapa les diferents ubicacions de les forests estudiades mentre que a l'apartat 4.4 es descriuen les característiques generals de les cinc forests.

4.2. MAPA SITUACIÓ



CTERÍSTIQUES DE

El clima de la zona d'estudi està condicionat per dos factors: la diferència altitudinal dins la mateixa àrea i la influència del relleu. A les diferents forests els hi correspon un clima d'alta muntanya, més suavitzat a les parts més baixes, per sota els 1.500 metres. Es caracteritza per tenir un règim pluviomètric definit per pluges abundants, amb una precipitació mitjana anual aproximada d'uns 700 mm, repartides uniformement al llarg de l'any. Les temperatures mitjanes mensuals són molt fredes, de 2-3°C als mesos d'hivern i de 15-20°C als mesos d'estiu (oscil·lant força en funció dels anys). Es pot comprovar com s'accentua el contrast entre estiu i hivern, i gairebé deixen d'existir les estacions de primavera i tardor. La temperatura mitjana anual és aproximadament de 10°C.

El període de gelades és un altre factor important a tenir en compte. Hi ha quatre mesos de gelades segures i 4 mesos de gelades probables. Les gelades segures es donen del mes de desembre al mes de març, i les probables es donen als mesos d'abril, maig, octubre i novembre.

Cal aclarir que en els mesos més freds gran part de les precipitacions són en forma de neu. A la part més alta del bosc s'hi pot comptabilitzar fins a 20 i 30 dies de nevada a l'any i on la neu pot restar-hi fins a sis mesos, essent, doncs, un factor a tenir en compte, ja que condiciona l'accés al bosc.

Pel que fa als vents, no hi ha cap vent dominant que pugui condicionar la planificació forestal. Tan sols cal citar les brises de muntanya, caracteritzades per què durant el dia es produeixen a les zones de muntanya brises de vessant anabàtiques (pugen cap al vessant) acompanyades de vents de vall. Durant la nit la situació s'inverteix produint-se brises catabàtiques (baixen al fons de vall) acompanyades de vents de muntanya. Com a curiositat, caldria citar l'existència d'un vent molt ocasional i procedent del nord (*fogony*), que quan topa amb els Pirineus puja fins que la humitat que transporta es condensa i precipita al voltant dels cims. En baixar pel vessant sud s'escalfa adiabàticament i de forma considerable perquè ja ha perdut tota la humitat.

4.3.2. GEOMORFOLOGIA

La estructura geomorfològica de la regió és fruit de l'orogènia herciniana, que va establir l'estructura bàsica, i de l'orogènia alpina, que va modificar l'anterior, manifestant-se predominantment en forma de falles.

Dins l'orogènia herciniana es distingeixen dues grans unitats. La primera i la més extensa és l'anticlinori de la Pallaresa, estructura anticlinal formada per roques paleozoiques metamorfitzades, caracteritzada per l'alineació general dels eixos en direcció E-W i una disposició de capes verticalitzades de bussament nord. Al seu interior apareix el petit sinclinal de Tor, clarament diferenciat de l'anticlinal. La segona gran unitat és el batòlit granodiorític de Bassiers, que de forma allargada ocupa una petita part de la capçalera de la Noguera de Cardós.

Com a conseqüència dels processos hercinians i alpins, el estrats geològics presenten un fort bussament cap al nord, fet que esdevé característic en l'aspecte del relleu. La presència d'abundants fractures de diversió magnitud i direcció en ambdues estructures, han actuat en molts casos com a línies directores del modelatge del relleu.

4.3.3. HIDROLOGIA

Les forests es troben hidrogràficament incloses dins la conca de la Noguera Pallaresa, la qual travessa de nord a sud la comarca del Pallars sobirà, el Pallars Jussà i arriba a la Noguera on desembocarà al Segre, a l'alçada del congost de Camarassa. Totes les forests presenten nombrosos torrents estacionals que es troben en el seu màxim funcionament a l'època del desgel,

sobretot avançada la primavera. Aquests torrents sovint s'arriben a assecar en èpoques molt caloroses i de forta sequera.

Existeixen diverses fonts naturals escampades per totes la Forests. Moltes d'elles s'han utilitzat per abeurar el bestiar instal·lant-hi cóms degudament preparats. També existeixen altres fonts naturals o brolladors on l'aigua surt lliurement, aquestes fonts es troben repartides per tota la forest i acostumen a ser utilitzades per tot tipus de fauna per a abeurar-se i per a refrescar-se, també s'utilitzen o utilitzaven per regar les finques adjacents. En èpoques de fortes glaçades les podem reconèixer fàcilment ja que s'observen unes curioses acumulacions de gel formades just en el lloc de on surt l'aigua.

A la forest de Baiasca concretament, tots els torrents i barrancs que hi desemboquen formen el riu de Baiasca, riu principal i que travessa tot "el forat de Baiasca" d'est a oest fins a desembocar a la noguera Pallaresa. La forest d'Arestui també presenta nombrosos barrancs que desemboquen al riu de Baiasca, la resta de barrancs i sobretot els situats a la solana d'Arestui són únicament de caràcter temporal.

Pel que fa el Bosc de Virós (forest Virós i Araós), cal destacar la Font de Virós, al costat de les Bordes de Virós, l'aigua de la qual és utilitzada en una àrea recreativa, i que també s'utilitza per abastir d'aigua el dipòsit de Virós. Aquest dipòsit es va arranjar l'any 1999 com a punt d'aigua per camions i helicòpters de bombers en cas d'incendi forestal.

El fet més remarcable de la hidrografia d'aquesta àrea és la regulació hídrica que protagonitza la neu, molt abundant a gran altitud, on pot estar-hi fins a sis mesos, depenent de l'any. En aquest sentit cal destacar que el règim fluvial, és de fet, nivó-pluvial, caracteritzat per les fortes variacions estacionals dels cabals mitjans mensuals.

La Noguera Pallaresa és un dels rius més regulars de tot Catalunya, amb una precipitació nívica que cavalca entre els dos anys, i així regularitza els cabals de cada any. El valor d'irregularitat màxima és del 2,7, o sigui que en els anys de més cabal no s'arriba a triplicar el valor mitjà anual dels anys mínims.

4.3.4. CARACTERÍSTIQUES I TIPUS DE SÒLS

El relleu ha tingut, i encara té, un paper molt important en l'edafogènesi, en determinar una zonació edafològica altitudinal. A causa de la gran inclinació dels vessants, en molts indrets els processos d'erosió són més importants que els edafogènics, motiu pel qual predominen els sòls poc evolucionats o litosòls, sense que arribin a la seva maduresa a causa dels processos destructius. Tot i que cal dir que, a nivell de les forests, l'erosió no és massa important.

El clima és d'alta muntanya, i és per això que els sòls, per l'acció del clima fred, tendeixen a rentar-se en excés, a acidificar-se o fins i tot enriquir-se en humus molt àcid, aturant així els processos edafogènics. La presència d'acícules de pi

i de fullaraca generada pel bosc i sotabosc típic subalpí, afavoreix la formació d'humus àcid del tipus moder o mor.

Els principals tipus de sòl presents a les forests es descriuen a continuació.

LITOSÒLS

Es troben en indrets pedregosos, pics, crestes i cons de dejecció, preferentment a les parts altes de la forest. Es mostren poc alterats i es poden mantenir sense canvis importants durant llargs períodes de temps. La rigurositat del clima i l'elevat pendent en limiten molt l'evolució, i poden provocar que mantinguin un mateix estat durant llargs períodes de temps.

SÒLS ALPINS

A la zona de prat alpí, on també la rigurositat del clima és extrema, hi trobem uns sòls, que, gràcies a la relativa suavitat del terreny, poden acumular gruixos una mica més apreciables. Són sòls poc profunds però ben evolucionats que presenten humus de tipus mor o moder segons el pendent en que es trobin ubicats. El factor limitant que n'atura l'evolució vers sòls més madurs és en aquest cas el clima.

SÒLS SUBALPINS

El caràcter edafogènic més important d'aquests sòls existents generalment en sotabosc de pi negre i avet, és la intensa activitat química que presenten, a causa de la matèria acidificant, en la mobilització del ferro que dóna lloc a processos de podzolització. Presenten un humus evolucionat tipus mull en les zones de calcoesquistos i calcàries, i un humus acidificant del tipus mull forestal o moder, més comú a Bosc Gran i Solana de St Joan. L'acidificació que provoca la vegetació sobre aquests sòls, fa que no quedi fixat el complex argilo-húmic, amb la qual cosa la matèria orgànica se sol lixiviar, i s'impedeixen nivells superiors de maduresa. Els valors de pH solen oscil·lar entre 5-6. On s'hi acumula l'aigua, a vegades s'hi formen sòls torbosos de coloració fosca, saturats totalment d'aigua, molt compactes i de reacció fortament àcida.

SÒLS MONTANS

A les rouredes i a la zona de pi roig, es presenta un humus tipus moder, més àcid i amb una relació C/N més gran de 15, que indica la presència de compostos húmics poc evolucionats. La forta acidificació (amb valors de pH igual a 6 o fins i tot de 4) de la matèria orgànica provoca la destrucció dels complexos argilo-húmics i la conseqüent lixiviació.

4.3.5. RISCOS GEOLÒGICS

Els dos riscos geològics més destacables de què són susceptibles les forests d'estudi són les esllavissades (se'n pot veure un exemple a la figura 4.2) i els desprendiments.

Les forests d'Arestui i Baiasca presenten unes grans esllavissades en les parts baixes dels Comunal. Aquestes esllavissades són causades per les elevades pendent, la poca estructura del substrat litològic i els agents erosius com l'aigua. Les zones sotmeses a dinàmiques d'allaus estan situades en les capçaleres dels barrancs, destaquen en la solana d'Auressi.

En zones d'alt pendent i afloraments rocosos es corre el risc de fracturació i desprendiment de roques com en algunes parts de la forest de Montenartró, a la zona de Bosc Gran i Solana de St Joan, hi ha el perill imminent de desprendiments de blocs o roques, degut a l'elevat pendent del vessant i als fenòmens de meteorització de gel-desgel entre les fisures de les roques que afloren.



Figura 4.2. Vista d'una esllavissada a la Solana de Sant Joan a la forest de Montenartró Font: [1]

El risc d'allaus, és un factor a tenir en compte a l'hivern, sobre tot per a l'ús públic del bosc.

S'ha calculat l'índex d'erosió que s'ha construït a partir de dades relacionades amb la pendent, els sediments, el risc geològic, els allaus, la vegetació,... i que s'ha calculat solament, en els rodals que formen part del quarter de protecció del sol, per ser directament, els rodals amb majors probabilitats de riscos.

4.3.6. VEGETACIÓ I FLORA¹

¹ Extret de [1]

VEGETACIÓ POTENCIAL

Per vegetació potencial s'entén la vegetació que es pot esperar que dominaria de forma òptima a la zona d'estudi per condicions de substrat, orientació, altitud i climatologia; aquesta coincidiria amb la vegetació primitiva de l'indret, sempre i quan qualsevol alteració produïda al llarg del temps no hagués malmès el sòl ni l'estratificació i composició de les espècies vegetals.

En funció dels criteris florístics, fisionòmics i geogràfics, l'àrea objecte d'estudi es troba immersa dins el domini les tres regions biogeogràfiques presents a Catalunya. Així a les forests comunals d'estudi s'hi troben la regió bòreo-alpina, l'eurosiberiana i la mediterrània. Aquesta diversitat de regions és deguda a la seva elevada amplitud altitudinal i a les oposades orientacions.

La regió bòreo-alpina

Aquesta regió comprèn les zones més altes de les forests, entre els 1600 – 2300 m., on es diferencien clarament dos estatges. L'estatge alpí on dominen els prats rasos i les gespes. I l'estatge subalpí, el predominant, que correspon amb el bosc de coníferes natural, al límit inferior de l'alta muntanya. S'hi troba el domini del bosc de pi negre amb neret. És un bosc fonamentat a l'entorn del pi negre amb sotabosc de neret i de nabiú. I també el domini de l'avetosa típica. La seva substitució comporta el desenvolupament de pastures de gespet.

La regió eurosiberiana

La regió eurosiberiana la constitueix la zona de la muntanya mitjana plujosa amb unes condicions climàtiques de tipus atlàntic que permeten la implantació d'una vegetació dominada per boscos caducifolis temperats.

Està representada per l'estatge montà, comprès entre els 1300 - 1600 m. aproximadament. Hi dominen els boscos de pi roig i els boscos caducifolis, principalment rouredes de tipus submediterrani.

La regió mediterrània

Es troba a tota l'estatge basal i muntà de la forest comunal, però únicament on el terreny té una orientació solella i un sòl menys profund. En funció dels trets florístics i la vegetació particular, en aquesta àrea es situa l'estatge basal (entre els 900 – 1.400 m.), en funció de l'orientació i els afloraments rocosos existents. És un estatge forestal que coincideix bàsicament amb el domini dels carrascars i dels roquissars silícics.

COMUNITATS VEGETALS ACTUALS: DESCRIPCIÓ DELS HÀBITATS

Enfront la vegetació potencial es troba la vegetació actual, fruit de les transformacions originades principalment per l'home. Així doncs, degut a la proximitat de nuclis rurals habitats i a l'activitat antròpica que sempre hi ha hagut al conjunt de la forest de Montenaró, la vegetació actual difereix lleugerament de la potencial.

1. L'estatge alpí

L'estatge alpí es caracteritza per les pastures alpines. En les nostres forests apareix a la part més alta dels Rasos on s'estén cap a la Vall d'Assua.

Gespets (*Festuca eskia*): Aquesta és una de les comunitats més característica de l'estatge alpí dels Pirineus. Apareixen entre els 2.300 i els 2.500 m d'altitud, però al Pirineu central penetren també a l'estatge subalpí, entre els 1.700 i 1.800 m. La comunitat vegetal que apareix en aquesta forest és *Campanulo-Festucetum eskiae*. En aquesta comunitat, a part del gespet (*Festuca eskia*) també apareixen espècies com *Iberis sempervirens*, *Campanula sp.*, *Festuca paniculata*, *Thymus nervosus*, *Veronica sp.*, ...

2. L'estatge subalpí

La vegetació d'aquest estatge es caracteritza per la dominància de les coníferes; pinedes de pi negre i avetoses. Es troba a una altitud d'entre 1600 i 2300 m.

- Les pinedes de pi negre

• Rhododendro-Vaccinion

L'espècie dominant és el pi negre (*Pinus uncinata*), espècie poc exigent que suporta bé les condicions climàtiques pròpies de l'alta muntanya (Figura 4.3). Tot i això, la seva gestió i explotació és delicada. Posseeix una gran amplitud ecològica que li permet viure sobre sòls molt pobres i acidificats o, fins i tot, arrelar en les escletxes de les roques.

Acompanyada sovint de bedolls (*Betula pendula*) i més rarament de moixeres de guilla (*Sorbus aucuparia*). L'estrat arbustiu presenta un alt recobriment, on l'espècie dominant és el neret (*Rhododendron ferrugineum*) i també hi abunda el nabiu (*Vaccinium myrtillus*). Algunes de les plantes herbàcies acompanyants són: *Hepatica nobilis*, *Oxalis acetosella*, *Deschampsia flexuosa*, *Melampyrum pratense* o la *Pyrola minor*.

Des de mitjans del segle XX, les pinedes de pi negre han estat objecte d'aprofitaments forestals, allí es limiten amb bosquets de bedoll, matollars de neret o pastures (*Nardion*). La massa de pi negre és debilita amb les tallades fent que la seva gestió i la seva explotació siguin delicades.

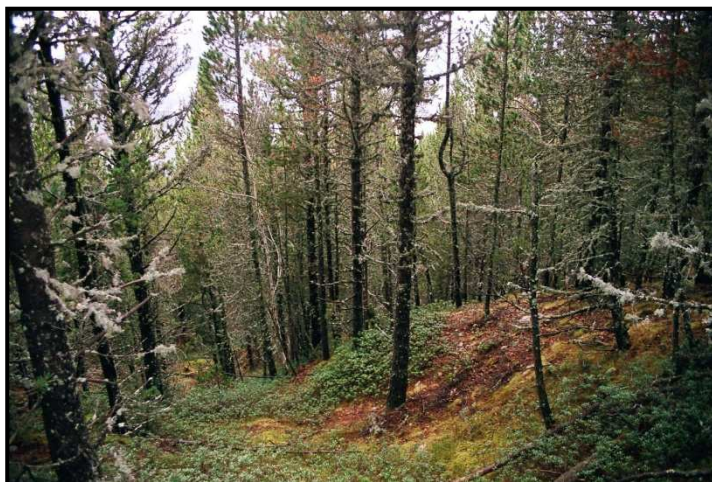


Figura 4.3: Bosc de pi negre a la forest de Baiasca
Font: [1].

- Les avetoses

L'espècie dominant és l'avet (*Abies alba*). Acompanyat, a vegades, pel bedoll (*Betula pendula*), la moixera (*Sorbus aucuparia*) i el pi negre (*Pinus uncinata*) en formació mixta o de transició.

Les avetoses acostumen a formar masses irregulars, ben estratificades on hi abunda la regeneració. Preferentment en terrenys silícics i obagues humides d'exposició nord o nordest, ascendeix fins quasi als 2.000 m.

- Bosc d'avet i pi negre

Bosc mixte (*Saxigrano-Rhododendretum abietetosum*) on acostuma a dominar l'avet (*Abies alba*) sobre el pi negre (*Pinus uncinata*) i que presenta un estrat arbustiu propi de les pinedes de pi negre (neret, nabiu,...). Es localitza en vessants ombrívols subalpines, d'ambients frescos i substrats àcids.

- Les pastures acidòfiles

Les pastures de l'estatge subalpí i altimontà són predomini de les gespes acidòfiles de pèl caní (*Nardus stricta*). Ben representada en els Rasos, el Pla del Cantó, el Planell Gran i el Pic de l'Àliga.

Prats de pèl caní (*Nardus stricta*): Les gespes de pèl caní es trobarien als indrets particularment humits, vora els estanys i les mulleres àcides o als fondals coberts de neu durant l'hivern. Actualment s'han estès i també cobreixen altres zones de l'estatge subalpí i alpí. La causa d'aquesta invasió és la sobrepastura donat que aquesta afavoreix el pèl caní, espècie rebutjada pel bestiar. La comunitat més representada a les zones menys humides seria *Poo-Nardetum*, comunitat de pèl caní amb poa violàcia. Tot i que domina àmpliament el pèl caní també creix la *Poa violacea* i *Meum athamanticum* entre altres.

3. L'estatge montà

Caracteritzat per la presència de pi roig. Es troba a una altitud d'entre 1.300 i 1.600 m.

- Les pinedes de pi roig

• Deschampsio-Pinion

El pi roig (*Pinus sylvestris*) el trobem formant part de diverses comunitat, essent la més representativa la típica pineda amb poc recobriment arbustiu i un estrat muscinal molt ben desenvolupat, crea masses extenses i uniformes.

A vegades apareix acompanyat d'avets, constituint boscos de transició. D'altres vegades de bedoll (*Betula pendula*), sobretot en les zones forestalment més explotades, i menys freqüentment de roures (*Quercus petraea*) o trèmols (*Populus tremula*).

En el sotabosc hi podem trobar diversos arbustos com: ginebró (*Juniperus communis*), nabiú (*Vaccinium myrtillus*), boixerola (*Arctostaphylos uva-ursi*), arç blanc (*Crataegus monogyna*), corner (*Amelanchier ovalis*), avellaner (*Corylus avellana*),...

En l'estrat herbaci hi predominen espècies herbàcies com les pirolàcies, *Hepatica nobilis*, *Galium rotundifolium*, *Melampyrum sylvaticum*, *M. pratense*, *Veronica officinalis*, *Calluna vulgaris*, *Deschampsia flexuosa* i *Lathyrus montanus*.

- El bedollar

Fruit de la colonització d'antics terrenys de cultiu o de zones tallades arreu per part del bedoll (*Betula pendula*) i altres espècies arbustives i herbàcies. Aquests bedollars secundaris arriben a formar masses notables amb alguns peus vells.

- Les rouredes de roure martinenc

Pertanyen a l'associació *Pteridio-Quercetum pubescentis*. És una comunitat mal conservada, tot i que es conserven alguns roures de gran tamany i excepcional bellesa, sobretot en els marges dels enclavats del Bosc d'Auressi. És un bosc acidòfil de caire submediterrani que ocupa petites clapes en els vessants obacs i semiobacs en altituds que van dels 900 als 1400 m, sovint apareixen mesclats amb el pi roig i el bedoll.

En l'estrat arbori hi podem trobar; *Quercus humilis*, *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*. L'arbustiu està poc desenvolupat, hi destaquen; *Juniperus communis* i *Crataegus monogyna* i en l'herbaci; *Calluna vulgaris*, *Lonicera xylosteum*, *Poa nemoralis*, *Pteridium aquilinum* entre d'altres espècies.

- Els prats montans silicícoles i mesòfils

Presentes en els cultius pròxims a les zones habitades, degut al pastoreig i a la tallada de les pinedes de pi roig. En l'estrat herbaci s'hi troben espècies com; *Agrostis capillaris*, *Festuca nigrescens* i *Anthoxanthum odoratum*.

Gramenets secs: són prats extramediterranis més xeròfils, propis dels vessants solells de l'estatge altimontà dels Pirineus (*Xerobromion*). Aquests gramenets són comunitats secundàries que tendeixen a evolucionar cap a comunitats arbustives i més endavant a ser col·lonitzades per bosc. Aquesta última situació de vegades no és possible donat que els sòls estan molt erosionats i aquestes comunitats esdevenen permanents.

- a) La comunitat més estesa seria el gramenet de cua de rata amb *Festuca ovina* (*Koelerio-Avenuletum mirananae*), que es desenvolupa sobre esquistes, en zones més o menys continentals i poc plujoses entre els 800 i 1.600 m. Dominen gramínies com *Festuca ovina*, *Phleum phleoides*, *Agrostis capillaris* i *Avenula mirandana*.
- b) Una altra comunitat, també molt estesa, seria *Cleistogeno-Dichanthietum ischaemi*, en zones rocoses entre els 800 i 1.100 m. Creixen *Cleistogenes serotina*, *Dichanthium ischaemum* o *Hyparrhenia hirta*.

- Matollars de bàlec i ginebró

Als indrets ben assolellats i poc coberts de neu a l'hivern es desenvolupen els matollars de ginebró i bàlec. Se solen situar entre els 2.000 i 2.400 m d'altitud, en les nostres forests assoleixen altituds menors. Als terrenys silícics hi ha un predomini clar del bàlec front el ginebró. Aquesta comunitat es desenvolupa a les zones on s'està abandonant la pastura i hi ha una col·lonització del matollar. Cal dir que la comunitat de bàlec és molt poc representativa al conjunt de les forests, es desenvolupa solament a la Solana d'Auressi.

- Les pastures basòfiles

El Solà d'Arestui i part del de Baiasca destaca per la seva naturalesa bàsica i per la vegetació herbàcia que s'hi ha instal·lat. El sòl silícic s'ha rentat i ha convertit aquestes pastures en basòfiles.

Aquestes característiques poc freqüents han contribuït a incloure aquest paratge dins de la Xarxa Natura 2000 per a la protecció i conservació d'hàbitats. Es descriuen com a prats – i fàcies emmatades – medioeuropees, seminaturals, sobre calcari (*Festuco-Brometea*). Amb espècies com: *Festuca ovina*, *Avenula iberica*, *Bromus erectus*, *Brachypodium phoenicoides*, *Teucrium pyrenaicum*.

4. L'estatge basal

Estatge dominat per l'alzinar continental (*Quercetum rotundifoliae*) format per carrasques (*Quercus ilex* ssp. *ballota*) o mesclat amb el roure martinenc (*Quercus humilis*) i el pi roig (*Pinus sylvestris*). Es localitza al barranc d'Auressi, en la zona de la Collada dels Rebolls i el Pui Agut, entre 1000 i 1200 m. en

vessants rocosos i amb forts pendents on quasi no s'hi desenvolupa el sotabosc.

5. La vegetació dels indrets especials

La més destacada és la vegetació de ribera, present al costat dels cursos d'aigua i de les fonts on formen comunitats mixtes amb la presència de freixes de fulla gran (*Fraxinus excelsior*), gatsaules (*Salix caprea*), salzes (*Salix alba*), cirerers (*Prunus avium*), trèmols (*Populus tremula*) i avellaners (*Corylus avellana*).

Els avellaners arriben a formar comunitats pures en els barrancs d'Auressi i d'Encasi, prop de Baiasca i també comunitats mixtes amb el pi roig, l'avet i el bedoll en el Bony de la Roureda al Bosc d'Auressi.

Els trèmols apareixen en comunitats massa petites per poder arribar a diferenciar-les, tot i que representen un gran valor ecològic al servir de refugi per a la fauna salvatge.

Cal anomenar les espècies forestals productores de fruits silvestres, baies i flors de decoració que trobem en les diferents comunitats ja descrites. Espècies com: el nabiu (*Vaccinium myrtillus*), la maduixa silvestre (*Fragaria vesca*), el gerd (*Rubus idaeus*), la mora (*Rubus ulmifolius*), la moixera de guilla (*Sorbus aucuparia*) i el vesc (*Viscum album*), són de gran importància per a la fauna ja que constitueixen part de la seva base alimentària.

La vegetació rupícola té un paper destacat en afloraments, tarteres i fissures de les roques.

4.3.7. BOLETS, LIQUENS I MOLSES²

Les forests presenten una gran diversitat en fongs, molts d'ells apreciats gastronòmicament pel seu sabor. Aquests bolets els podem trobar repartits pels estatges montà i subalpí.

Alguns dels més apreciats en la comarca es detallen a la taula 4.1.

Taula 4.1: Tipus de bolets Font: Elaboració pròpia a partir de [1]

BOLETS	Nom comú	Nom científic	Curiositats
	Carreretes	Marasmius oreades	També coneguts com a camasecs. Abunden molt més a la primavera que a la tardor, és un excel·lent comestible, que s'acostuma a conservar sec. És comuna la seva venda a comerços de la zona com a producte típic.
	Moixernons	Calocybe gambosa	També anomenats camagrocs. Són típicament primaverals, de l'abril al juny. Es troben a prats a una altitud mitjana (1.050 m.) i és un comestible excel·lent.
	Rovellons	Lactarius deliciosus	Típics de boscos joves de coníferes. Surten a la tardor, a partir de l'agost. Comestible excel·lent buscat per gent de la comarca i de fora.
	Ceps		Apareixen a la tardor, de setembre a novembre, en sòls humits de pinedes de pi negre de mitjana edat. És un comestible excel·lent, molt apreciat al Pallars.

² Extret de [1]

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

<i>Rosinyols</i>		Apareixen al juliol i al setembre principalment en els bedollars, essent abundants en anys amb estius plujosos. Bolet de gran qualitat i fàcil conservació, el que facilita la seva comercialització.
<i>Verderols</i>		Creixen abundantment en les pinedes de pi negre, formant erols en segons quin casos. No gaire conegut, però molt apreciat i considerat un comestible excel·lent.
<i>Murgues</i>	<i>Guyromitra esculenta</i>	Bolet de primavera que apareix en els boscos de pi negre i pi roig, amb predilecció en les zones on s'acumula fusta morta en fase avançada de descomposició. Bolet tòxic cru, comestible un cop bullit, però considerat un comestible excel·lent en el Pallars Sobirà. Fàcil de conservar un cop està sec.
<i>Múrgula</i>	<i>Morchella conica</i>	Creix a l'estació primaveral. És més fàcil de trobar a altitud bastant elevades. Neix entre l'herba, als espais oberts dels boscos, prefereix les vores de camins de muntanya, on es troba entre la baixa vegetació frondosa de determinades plantes.
<i>Llenega negra</i>		Es troba a pinedes, excel·lent comestible molt apreciat en alguns indrets.
<i>Llenega blanca</i>		Bolet de d'estiu-tardor, es troba a latifol·lis i coníferes. És comestible.
<i>Llenega roja</i>		Es una espècie bastant comú en els boscos de <i>Picea excelsa</i> , avet vermell, on es troba immersa a la vegetació alta i musgosa del sotabosc o entre les plantes. Creix al final de l'estiu i durant la tardor; sovint, fins molt entrada l'estació. Es presenten molts individus en forma gregària.
<i>Fredolic</i>	<i>Tricholoma terreum</i>	És un bolet tardà que surt a les pinedes amb els primers freds; d'aquest fet li ve el nom. El fredolic és de carn blanca i bon comestible, tot i que ni de bon tros tan gustós com el rovelló o el camagroc. Sovint és abundant a les pinedes de terra baixa i de muntanya mitjana, de manera que allarga la temporada boletaire.

Les forests d'Arestui i Baiasca també es caracteritzen per tenir una elevada riquesa muscinal, sobretot en l'estatge montà. Format per espècies com *Hylocomium splendens*, *Dicranum scoparium* i *Rhytidiadelphus triquetus*. Aquest estrat muscinal, junt amb el matollar i l'estrat herbaci, assegura la protecció del sòl contra l'erosió i acumula l'aigua de la pluja o la neu, conservant la humitat del sòl.

Pel que fa als líquens cal recalcar l'abundant presència de barbes de caputxí (*Usnea sp*) entre la cota 1500 i 1800. Utilitzades com a bioindicador de la contaminació atmosfèrica, la presència d'exemplars de gran mida demostra l'excel·lent qualitat de l'aire d'aquesta zona.

4.3.8. FAUNA³

PEIXOS

A la única forest que es troben peixos és a la forest de Montenartró, degut a que hi recorre un tram del riu de Santa Magdalena (o riu de Romadriu), conté una baixa diversitat de peixos. Però és confirmada la presència d'una bona

³ Extret de [1]

població de truita (*Salmo trutta*) tan aigües avall com més amunt de l'embassament de Romadriu.

AMFIBIS

Es troben en petits barrancs i altres indrets humits de la part baixa de les forests, tret de la granota roja, que pot arribar als estatges altitudinals superiors. La salamandra (*Salamandra salamandra*) - veure figura 4.4 -, el gripau comú (*Bufo bufo*), el tòtil (*Alytes obstetricans*) i la granota roja (*Rana temporaria*) són les espècies de presència segura dins l'àrea d'estudi, mentre que és probable (però no ha estat confirmada) la presència del tritó pirinenc (*Euproctus asper*). A la taula 4.2 s'anomenen els diferents amfibis presents a les zones d'estudi.



Figura 4.4: Exemplar de Salamandra (*Salamandra salamandra*)
Font: [25].

Taula 4.2: Amfibis presents a la zona Font:
Elaboració pròpia a partir de [1]

AMFIBIS	
Nom comú	Nom científic
Salamandra	<i>Salamandra salamandra</i>
Gripau comú	<i>Bufo bufo</i>
Tòtil	<i>Alytes obstetricans</i>
Granota roja	<i>Rana temporaria</i>
Tritó pirinenc	<i>Euproctus asper</i>

RÈPTILS

A grans trets, els sectors d'exposició solella són més escaients per als requeriments dels rèptils que les obagues. Cal dir que en zones de bosc dens

no hi ha gairebé cap espècie de rèptil. A continuació es descriuen els diferents rèptils presents a les forests estudiades (taula 4.3)

Taula 4.3: Rèptils presents a la zona. Font: Elaboració pròpia a partir de [1]

RÈPTILS			
Nom comú		Nom científic	Característiques
Sps. Ofidis	Escrú pirinenc	Vipera aspis	Abundant a les zones ben assolellades amb vegetació arbustiva, i també freqüent als boscos clars de pi negre amb neret.
	Serp verda i groga	Coluber viridiflavus	En sectors de prat de dall i boscos mixtes.
	Serp verda	Malpolon monspessulanum	La presència és probable perquè l'hàbitat és adient però no han trobat cap dada.
	Serp d'aigua	Natrix maura	
	Serp d'escolapi	Elaphe longissima	
	Serps llises	Coronella sp	
Sps. Lacertidae	Llangardaix Ocel·lat	Timon lepidus	El trobem a les parts baixes i més assolellades de la forest.
	Llangardaix verd	Lacerta bilineata	Presentes probablement en indrets humits amb bona cobertura herbàcia i arbustiva.
	Vidriol	Anguis fragilis	
	Sargantana de paret	Podarcis muralis	Freqüent en murs de pedra.
	Sargantana ibèrica	Podarcis hispanicus	És probable la seva presència tot i que es trobaria al límit de la seva àrea de distribució

OCELLS

L'ambient forestal que domina a l'estatge subalpí, com hem dit, és la pineda de pi negre. Aquest hàbitat presenta una avifauna prou diferenciada sobretot per l'estructura de bosc, l'entrada de llum i la composició de l'estrat arbustiu. Les espècies més característiques que s'hi han detectat en pinedes de pi negre (taula 4.4), en pinedes de pi roig i boscos mixtes caducifolis (taula 4.5), en els boscos de ribera (taula 4.6) i en roquissars silícics (taula 4.7) són:

Taula 4.4: Ocells pineda pi negre Font:Elaboració pròpia a partir de [1]

Pineda pi negre	OCELLS	
	Nom comú	Nom científic
	Gall fer (figura 4.6)	<i>Tetrao urogallus</i>
	Mallerenga petita	<i>Parus ater</i>
	Pinsà comú	<i>Fringilla coelebs</i>

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

	Raspinell pirinenc	<i>Certhia familiaris</i>
	Picot verd	<i>Picus viridis</i>
	Picot negre	<i>Dryocopus martius</i>
	Reietó	<i>Regalus regulus</i>
	Merla de pit blanc	<i>Turdus torquatus</i>
	Pinsà borroner	<i>Phyrrula phyrrula</i>
	Picasoques blau	<i>Sitta europaea</i>
	Trencapinyes	<i>Loxia Recurvirostra</i>
	Llucareta	<i>Serinus citrinella</i>

A les parts culminals i més ben conservades de la forest, és on es troba l'àrea de cantaders, nidificació i d'hivernada del gall fer (*Tetrao urogallus*).

Taula 4.5: Ocells pineda pi roig i boscos mixtes caducifolis Font:Elaboració pròpia a partir de [1]

Pineda pi roig i boscos mixtes caducifolis	OCELLS	
	Nom comú	Nom científic
	Merla (figura 4.5)	<i>Turdus merula</i>
	Mallerenga carbonera	<i>Parus major</i>
	Picot negre	<i>Dryocopus martius</i>
	Picot graser gros	<i>Dendrocopos major</i>
	Raspinell comú	<i>Certhia brachydactyla</i>
	Tord	<i>Turdus philomelus</i>
	Piula dels arbres	<i>Anthus trivialis</i>
	Cornella	<i>Corvus corone</i>
	Mallerenga emplomallada	<i>Parus cristatus</i>
	Bruel	<i>Regulus ignicapillus</i>
	Gaig	<i>Garrulus glandarius</i>
	Cucut	<i>Cuculus canorus</i>

Taula 4.6: Ocells de bosc de ribera Font:Elaboració pròpia a partir de [1]

Bosc de ribera	OCELLS	
	Nom comú	Nom científic

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

	Merla d'aigua	<i>Cinclus cinclus</i>
	Cargolet	<i>Troglodyte troglodytes</i>
	Mallerenga blava	<i>Parus caeruleus</i>
	Cuereta torrentera	<i>Motacilla cinerea</i>
	Merla	<i>Turdus merula</i>
	Griva	<i>Turdus viscivorus</i>
	Rossinyol comú	<i>Luscinia megarhynchos</i>

Taula 4.7: Ocells de roquissars silícics. Font:Elaboració pròpia a partir de [1]

Roquissars silícics	OCELLS	
	Nom comú	Nom científic
	Cotxa fumada	<i>Phoenicurus ochruros</i>
	Sit negre	<i>Emberiza cia</i>
	Mosquiter pàl·lid	<i>Phylloscopus bonelli</i>
	Cornella	<i>Corvus corone</i>
	Roquerol	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>

Totes elles es troben estretament lligades als ambients rupestres.

A la taula 4.8 s'anomenen els diferents ocells rapinyaires que habiten o freqüenten la zona fent la distinció entre si són diürns o nocturns.

Taula 4.8: Rapinyaires diürns i nocturns. Font: elaboració pròpia a partir de [1]

	OCELLS		
	Nom comú	Nom científic	Característiques
	Voltor comú	<i>Gyps fulvus</i>	Sobrevolen la forest sense nidificar-hi
	Xoriguer comú	<i>Falcó tinnunculus</i>	És més probable la seva reproducció, nidifica als penyals i cingles.
	Esparver comú	<i>Accipiter nisus</i>	Nidifica a les masses espesses de coníferes.
Rapinyaires diürns	Trencalòs	<i>Gypaetus barbatus</i>	Presència habitual a la solana de Montenaró com a àrea d'alimentació.
	Gamarús	<i>Strix aluco</i>	Es coneix la seva presència segura.

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Enganyapastors	<i>Caprimulgus europaeus</i>	La seva presència és probable, sobretot a les zones més obertes.
Mussol pirinenc	<i>Aegolius funereus</i>	No s'ha confirmat la possible presència d'aquest, ocupa els forats vells de picot negre en pins vells o morts de les pinedes de pi negre.

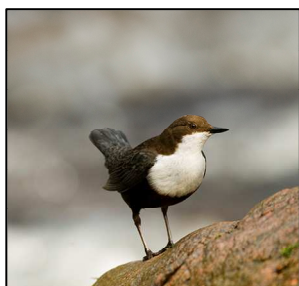


Figura 4.5. Merla d'aigua (*Cinclus cinclus*).
Font: [25]



Figura 4.6. Excrements de gall fer
Font: [25]

MAMÍFERS

Els micromamífers presents a l'àrea d'estudi són mal coneguts, per manca d'informació bibliogràfica. Tanmateix, de les dades dels POF's de les forests estudiades, obtenim les taules 4.9, 4.10 i 4.11.

Taula 4.9: Micromamífers zona d'estudi segons grau d'abundància Font: Elaboració pròpia a partir de [1]

MICROMAMÍFERS		
Nom comú	Nom científic	Abundància
Talp	<i>Talpa europaea</i>	Presència molt probable
Musaranya menuda	<i>Sorex minutus</i>	
Musaranya cua-quadrada	<i>Sorex araneus</i>	
Musaranya vulgar	<i>Crocidura russula</i>	
Rata cellarda	<i>Eliomys quercinus</i>	
Esquirol	<i>Sciurus vulgaris</i>	
Talpó roig	<i>Clethrionomys glareolus</i>	Presència segura
Talpó de tatera	<i>Chionomys nivalis</i>	

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Talpó muntanyenc	<i>Microtus agrestis</i>	
Rata talpera	<i>Arvicola terrestris</i>	Presència confirmada segons bibliografia
Rata d'aigua	<i>Arvicola sapidus</i>	
Liró gris	<i>Glis glis</i>	Presència poc probable però no descartable
Talpó pirinenc	<i>Microtus pyrenaicus</i>	
Rata almesquera	<i>Galemys pyrenaicus</i>	Són escasses a cursos d'aigua permanent però ha estat confirmada la seva presència
Musaranya d'aigua	<i>Neomys fodiens</i>	

Pel que fa als lagomorfs, la llebre (*Lepus europaeus*) és comuna en la majoria dels ambients oberts, sobretot en els prats abandonats i a les vorades de bosc.

Taula 4.10: Carnívors presents zona estudi Font: Elaboració pròpia a partir de [1]

CARNÍVORS		
Nom comú	Nom científic	Abundància
Guineu (figura 4.7)	<i>Vulpes vulpes</i>	Espècies que apareixen per tota l'àrea
Fagina	<i>Martes foina</i>	
Geneta	<i>Genetta genetta</i>	
Marta	<i>Martes martes</i>	Presència probable d'aquestes dues espècies més especialistes, requereixen boscos extensos i tranquils.
Gat salvatge	<i>Felis sylvestris</i>	
Llúdriga	<i>Lutra lutra</i>	Presència confirmada al tram del riu Romadriu

Taula 4.11 Ungulats presents a la zona d'estudi Font: Elaboració pròpia a partir de [1]

UNGULATS		
Nom comú	Nom científic	Localització
Senglar	<i>Sus scrofa</i>	Es troba per tot arreu de la forest
Isard	<i>Rupicapra pyrenaica</i>	A les parts altes de les forests i parts culminals de les finques

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Cabirol	<i>Capreolus capreolus</i>	A les zones forestals que utilitza com a refugi i des d'on surt freqüentment per alimentar-se als prats. Força freqüent.
Cérvol	<i>Cervus elaphus</i>	Presència esporàdica a la part alta de les forests.

Diferents espècies de ratpenats (ordre Chiroptera) són probables a l'àrea d'estudi (veure taula 4.12), essent les espècies fitòfiles, ocupants de cavitats dels arbres, les de presència més probable [1].

Taula 4.12 Espècies de rat-penats amb presència més probable
Font: Elaboració pròpia a partir de [1]

RAT-PENATS	
Nom científic	
<i>Myotis bechsteinii</i>	<i>Nyctalus leisleri</i>
<i>Myotis daubentonii</i>	<i>Plecotus austriacus</i>
<i>Barbastella barbastellus</i>	<i>Plecotus auritus</i>
<i>Eptesicus serotinus</i>	<i>Hypsugo savii</i>
<i>Nyctalus noctula</i>	

També podrien estar presents a la zona algunes espècies troglòfiles (habitants de coves i escletxes de roques), com *Pipistrellus kuhlii* o *Tadarida teniotis*, però la seva incidència en la planificació forestal seria mínima. Cal tenir present que no s'ha fet cap estudi específic sobre els quiròpters de l'àrea d'estudi, de manera que la llista anterior s'ha de prendre com merament orientativa.



Figura 4.7. Guineu o guilla (*Vulpes vulpes*) Font: [25]

INVERTEBRATS

En general, la informació existent sobre els invertebrats és extraordinàriament escassa, la qual cosa fa difícil tant la confecció d'una descripció general de les

comunitats presents a l'àrea d'estudi, com la seva posterior presa en consideració en la planificació forestal. Es recomana fomentar la recerca sobre aquest grup taxonòmic per tal d'incrementar el seu coneixement, sobretot en tot allò referent a la gestió forestal.

ESPÈCIES D'INTERÈS PER A LA CONSERVACIÓ I ASPECTES A CONSIDERAR EN LA PLANIFICACIÓ

Les espècies que es consideren més sensibles i, per tant d'interès per a la conservació de la forest de Montenartró, són el gallfer (*Tetrao urogallus*), el picot negre (*Dryocopus martius*), la marta (*Martes martes*), el gat salvatge (*Felis sylvestris*) i la llúdriga (*Lutra lutra*). Degut a que les primeres dues espècies i la llúdriga, se'n coneix amb més detall la seva distribució a dins de la forest, són les que condicionaran els aspectes de planificació forestal dels present Pla d'Ordenació. Pel que fa a la presència de marta i de gat salvatge, caldria aprofundir més en estudis sobre la seva presència i distribució per tal de poder establir mesures de conservació efectives. També haurem de tenir en compte les següents espècies pel que fa la conservació del seu hàbitat: Quiròpters forestals (*Chiroptera*), Rapinyaires forestals, Perdiu xerra (*Perdix perdix*), Becada (*Scolopax rusticola*), Mussol pirinenc (*Aegolius funereus*) i Pícid.

4.3.9. ESTAT DE CONSERVACIÓ

Des de l'1 d'agost del 2003 (Decret 194/2003), les forests estan incloses dins del Parc Natural de l'Alt Pirineu. Els seus objectius bàsics són:

- La protecció dels valors geològics, biològics, ecològics, paisatgístics i culturals inclosos en el seu àmbit.
- L'establiment d'un règim d'ordenació i gestió adreçat al desenvolupament sostenible, que faci compatible la protecció dels valors esmentats amb l'aprofitament ordenat dels seus recursos i l'activitat dels seus habitants.

Part de les forests entren dins de la Xarxa Natura 2000⁴ (Alt Pallars), i al mateix temps han estat declarades LIC⁵ i ZEPA⁶. Part de les forests estan dins de l'Àrea Important per les Aus (IBA 132-133), figures protegides per la legislació europea.

⁴ Article 3 de la Directiva 97/62/CE (Directiva Hàbitats), a data 27 octubre de 1993

⁵ Lugar de Interés Comunitario, zona d'especial conservació integrada a la Xarxa Natura 2000 europea

⁶ Zonas de especial protección para las aves, son catalogadas por los estados miembros de la Unión Europea como zonas naturales de singular relevancia para la conservación de la avifauna amenazada de extinción, de acuerdo con lo establecido en la directiva comunitaria 79/409/CEE

Finalment cal destacar que, com la major part de l'Alt Pirineu, l'àrea d'estudi es troba dins de l'àmbit d'aplicació del Pla de Recuperació del Trencalòs a Catalunya⁷.

Les iniciatives de conservació de la natura que afecten les forests són diverses, malgrat no tenir una incidència relativament alta quant a la seva implantació i/o efectivitat. La seva combinació, aplicant els criteris definits al PCMBD [26], permet considerar un percentatge considerable de territori, com a Forest amb un Alt Valor de Conservació, segons la definició continguda en l'Esborrany dels Estàndards Espanyols de Gestió Forestal per a la Certificació FSC.

ALTRES INICIATIVES DE CONSERVACIÓ

En el marc del Projecte LIFE "Pirineu viu" de l'ADF Mig Pallars, s'han dut a terme diverses iniciatives per a la conservació del patrimoni forestal singular.

L'any 1998 va finalitzar l'Inventari d'Àrees d'Interès a Evolució Natural del Mig Pallars, en el qual s'identifiquen 68 sectors de bosc productor prioritari per a la seva conservació, ja sigui pel fet de contenir mostres representatives de bosc madur, o per incloure àrees vitals d'espècies amenaçades. Aquest inventari ha estat la base per a la creació de 14 Reserves Forestals mitjançant patrocini privat, un dels components principals del Projecte "Pirineu viu".

Una segona actuació del Projecte LIFE "Pirineu viu" ha consistit en la catalogació d'arbres singulars, identificats segons criteris de dimensions, forma i/o interès ecològic [26]. Per a la conservació d'aquests arbres, l'ADF Mig Pallars n'ha promogut el seu apadrinament, consistent en que una persona o entitat pagui a l'entitat municipal propietària un import a canvi de la no tala de l'arbre. Actualment a ambdós municipis no hi ha cap arbre apadrinat.

Una altra iniciativa que cal esmentar és l'inventari d'Àrees Importants per als Ocells (IBAs, sigles en anglès), elaborat per SEO/BirdLife [27].

4.3.10. RISC D'INCENDIS

No hi ha cap Pla de Prevenció d'Incendis fet a les forests d'estudi, tot i que es té previst la seva realització⁸.

Les directrius d'aquest Pla seran:

- Potenciar la vigilància i la col·locació de senyalització preventiva per evitar la ignició.
- Realitzar aclarides al costat de les pistes i periodificar les cremes prescrites en les pastures de les solanes per evitar la propagació.

D'altra banda, l'ADF finança anualment, material d'extinció als pobles (mànegues, punts d'aigua, extintors...). En cas de necessitat es disposa d'equips particulars, com són tractors, cubes... que pertanyen als pobles

⁷ Aprovada i descrita en el Decret 282/1994 de 29 de setembre.

⁸ Segons informació de [25].

d'Arestui i Baiasca. El Parc de Bombers més proper és el de Sort, a més dels Bombers Voluntaris de Llavorsí i d'Esterri d'Àneu. Al municipi de Tírvia hi ha situat l'heliport pels aterratges dels helicòpters.

La majoria dels incendis s'originen a les solanes o bé al costat de les pistes de les forest, essent les zones amb el risc més alt. A l'estiu i a la tardor, és quan hi ha major presència de visitants al bosc però és l'estiu l'època amb un major risc degut a les condicions d'elevades temperatures. Cal destacar, que els llamps es consideren un factor de risc natural i causen la major part dels incendis forestals en aquestes valls.

4.3.11. ESTAT SOCIOECONÒMIC⁹

Per aconseguir tenir aquest marc socioeconòmic ben definit és obligatori descomposar tot el territori des de l'escala superior de comarca (Pallars Sobirà) fins a l'escala més inferior de localitat (municipi) passant per l'escala intermitja (territori del Mig Pallars). No es disposa de informació suficient a nivell de municipi, així doncs, es descriuran només dos d'aquests tres punts, l'escala superior a nivell de comarca i l'escala intermitja, el territori del Mig Pallars, a aquesta escala quan es faci referència al sector terciari, es parlarà una mica més en detall d'alguns municipis o EMD on es troba alguna de les forests estudiades.

Evolució de la població al Pallars Sobirà

Tal com s'ha explicat al primer punt d'aquest bloc, la comarca on es realitza aquesta ordenació forestal és el Pallars Sobirà.

El Pallars Sobirà es caracteritza per un entorn geogràfic i per una situació socioeconòmica pròpia de l'alta muntanya: relleu abrupte, clima rigorós, activitat agrària preponderant, importants dèficits d'infraestructures i equipaments, feble ocupació humana del territori i existència de recursos específics: paisatge, neu, bosc, aigua...La relació entre la població i la superfície ens dona una densitat de població molt baixa de 4,29 habitants/ m² [28], com es pot extreure de la taula 4.13:

Taula 4.13: Superfície, població i densitat de la comarca del Pallars Sobirà. **Font:** [28]

Superfície (Km²)	% de Cat.	Població	% de Cat	Densitat
1355,2	4,24	5815	0,09	4,29

Aquesta comarca a l'igual que totes les comarques de l'Alt Pirineu, ha sofert, des del segle XVII, una evolució econòmica diferencial a l'experimentada al conjunt de Catalunya. La incomunicació física d'aquesta comarca de muntanya, fins ben entrat el segle XX, retarda la seva integració a l'economia de mercat

⁹ Segons [1] i [28].

imperant a la resta del país i possibilita la persistència d'una economia d'autoabastiment que portava acompanyada la necessitat abundosa de mà d'obra.

La situació descrita té, però, el seu punt d'inflexió a partir de mitjans de segle XIX. En aquest moment a les periòdiques crisis de subsistència, provocades pel desequilibri entre població i recursos disponibles, s'afegeixen la desestabilització de les estructures productives tradicionals, fonamentalment agràries, i la seva difícil adaptació a les noves relacions econòmiques de caire capitalista. L'atracció exercida per les àrees industrials del país, a partir dels anys cinquanta-seixanta del present segle, suposa el punt culminant d'aquest procés, el resultat final del qual fou la destrucció del sistema socioeconòmic tradicional de la muntanya i un important endarreriment en el ritme de creixement. Aquest endarreriment tindrà una de les seves principals manifestacions en l'evolució de la població. En els darrers cent cinquanta anys globalment l'Alt Pirineu i en particular el Pallars Sobirà, a excepció d'algunes etapes puntuals de creixement, pateix un degoteig demogràfic continu de la seva població. Això la fa ser la segona comarca menys poblada de Catalunya [28], tal i com es pot observar a la taula 4.14:

Taula 4.14: Evolució de la població del Pallars Sobirà fins 1996 Font: [28]

Anys	1857	1860	1877	1888	1897	1900	1910	1920	1930
Número habitants	18.762	20.112	15.322	13.785	13.631	12.990	12.475	13.634	12.507
Anys	1936	1940	1950	1960	1970	1981	1986	1991	1996
Número habitants	12.369	10.483	10.223	10.240	7.700	5.247	5.438	5.046	5.815

En termes relatius, la pèrdua de població al Pallars Sobirà entre 1860 i 1996 supera el 70 % i conserva solament el 28,19 % dels efectius. Gràficament es pot observar en la figura 4.8:

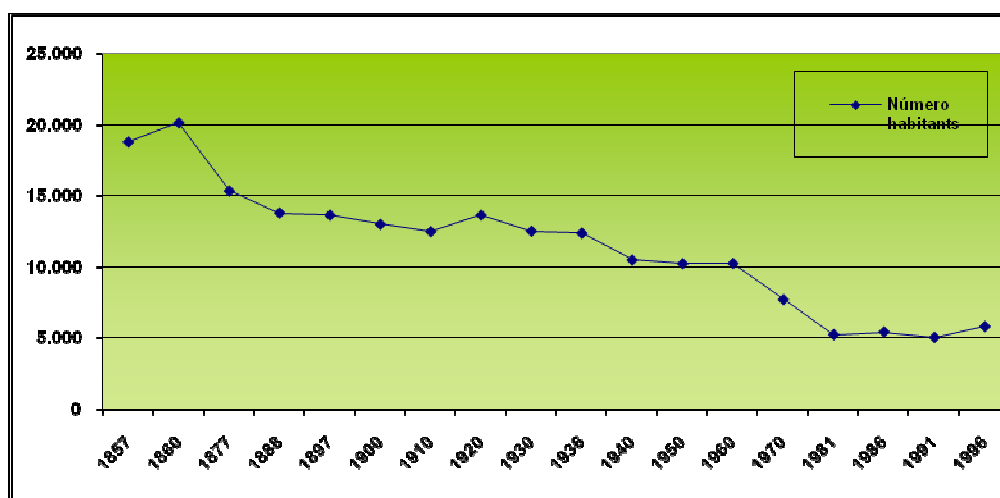


Figura 4.8: Evolució de la població des del 1857 fins 1996 al Pallars Sobirà. Font: [25]

Activitat de la població al Pallars Sobirà

La comarca del Pallars Sobirà és una de les comarques de l'alta muntanya de Catalunya més deprimides econòmicament degut a les seves condicions orogràfiques. Dues tercers parts de la superfície de la comarca tenen una pendent superior al 35% fet que dificulta el desenvolupament industrial i genera una davallada del sector agrícola, ramader i forestal. Un altre factor és la despoblació de la zona per la manca d'oferta de treball. Per aquests i altres motius s'elabora cada 4 anys el pla comarcal d'alta muntanya del Pallars Sobirà. Per comprendre millor la problemàtica de la zona analitzem els diferents factors principals que hi influeixen (taula 4.15).

Taula 4.15: Usos del sòl del Pallars Sobirà Font: [29]

Usos del sòl	Superfície comarcal que ocupen en %
Bosc	73.4
Prats supraforestals	14.7
Sòl amb vegetació escassa o nul·la	9.8
Conreus herbacis de secà	1.0
Conreus herbacis de regadiu	0.5
Aigua continental	0.5
Congestes de neu	0.1
Zones residencials, industrials i serveis	0.1
Altres usos	0.1

Part del territori es troba sota alguna figura de protecció del medi natural. A destacar la presència de part del Parc Nacional d'Aigüestortes, del Parc Natural de l'Alt Pirineu, de la Reserva Nacional de Caça, d'una sèrie de reserves forestals i 8 espais PEIN.

L'any 1991 la població activa es distribuïa de la següent forma (figura 4.9):

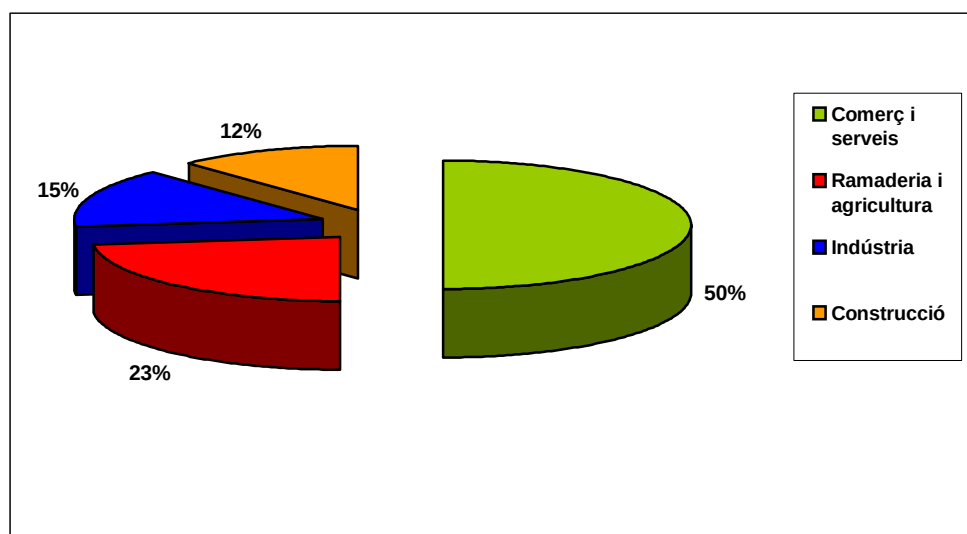


Figura 4.9: Sectors econòmics del Pallars Sobirà Font: [29]

Si es comparen aquestes dades amb les de Catalunya, podem observar com l'agricultura i la construcció tenen un percentatge major d'ocupació que la mitjana de catalana, el sector del comerç i els serveis és similar al català, però que el sector industrial és clarament inferior a la mitjana. A continuació analitzarem cada sector en concret.

Sector primari

- Ramaderia

Segons el cens agrari de 1989 s'apuntava una disminució del sector lleter per la disminució del nombre de caps de vaques lleteres i un augment del bestiar oví gràcies a les primes de la Unió Europea. Es tenien comptabilitzades unes 150 explotacions de boví de carn amb un total de 2500 caps de vaca bruna, activitat de caràcter extensiu, en què es combina el pasturatge a la muntanya i a la ribera. El nombre de caps de boví de carn es mantenia estable.

El boví mixt per a carn i llet, tradicional a la comarca, es troba en vies de desaparició.

- Agricultura

També segons el cens agrari del 1989, s'observava com els conreus herbacis es mantenien, la producció de cereals i els conreus de farratges augmentaven, els d'hortalisses disminuïen a la meitat i els guarets desapareixien.

- Les forests

La superfície forestal de la comarca és de 132.253 ha. La producció de fusta anual era al 1989 de 24.000 m³, mentre que els anys següents era de 20.000m³ de fusta per any. Aquesta disminució en la explotació de fusta es deu principalment a la caiguda del preu d'aquesta i a l'augment d'espais protegits. L'explotació de fusta és portada a terme per les entitats locals a partir dels boscos comunals i de les comunitats de propietaris en diverses muntanyes tot i que la propietat privada té un pes residual.

El 80% de la producció comarcal és de pi roig i negre, seguides de l'avet i el pollancre.

S'aconsella una gestió racional dels boscos a més de la protecció d'aquest medi natural perquè la comarca és capçalera de conca de molts rius i té forts pendents i, si s'explotés de forma massiva el bosc, provocaria una erosió irreparable a la zona. La funció de vetllar per la vigilància contra els incendis forestals és competència de les 3 Associacions de Defensa Forestal de la comarca: A.D.F. Mig Pallars, A.D.F. de les Valls d'Àneu, A.D.F. del Pic de l'Orri. Per dinamitzar econòmicament aquest sector s'hauria de modernitzar l'empresa agrària mitjançant subvencions i bonificacions a l'hora de demanar préstecs, caldria que s'incorporessin agricultors joves mitjançant ajudes i s'hauria de fomentar i millorar la ramaderia extensiva optimitzant l'aprofitament de pastures per recuperar prats envaïts pel bosc. També seria interessant reestructurar el cooperativisme agrari i les entitats associatives agràries per millorar la comercialització dels productes agraris.

Sector secundari

És el sector menys desenvolupat on hi trobem representades les diferents empreses hidroelèctriques les quals troben en la comarca un elevat potencial degut als abundants recursos hídrics. El ram de la construcció que es troba en un moment d'augment de la seva activitat però, en canvi, les indústries es troben en recessió. La única possibilitat de que aquest sector augmenti és amb la instal·lació de petites indústries del ram artesanal i alimentari.

Sector terciari

Del total de la població activa un 23% es dedica al turisme, a la restauració i l'hostaleria, i un altre 23% a l'educació i a la sanitat. El comerç està poc especialitzat i diversificat ja que la majoria és d'aliments.

El turisme està augmentant a la zona, degut sobretot a la instal·lació de diverses empreses d'esports d'aventura i a la presència del Parc Nacional d'Aigüestortes. Aquest fet ha portat a l'augment de places hoteleres passant de les 1.529, l'any 1981, a les 2.142 de l'any 1991. Les dades respecte a l'activitat turística i als serveis oferts que són presentades a la taula 4.16 i a la figura 4.10, donen una bona idea d'aquesta evolució.

Taula 4.16. Activitats i serveis turístics ofertats al Pallars Sobirà
Font: [29]

Serveis ofertats	1999	2004
Càmpings	20	19
Albergs	4	19
Residències Cases Pagès	29	49
Cases colònies	12	-
Hotels	-	53
Restaurants	-	44
Bars	-	-
Esports d'aventura	8	22
Esports d'hivern	-	9

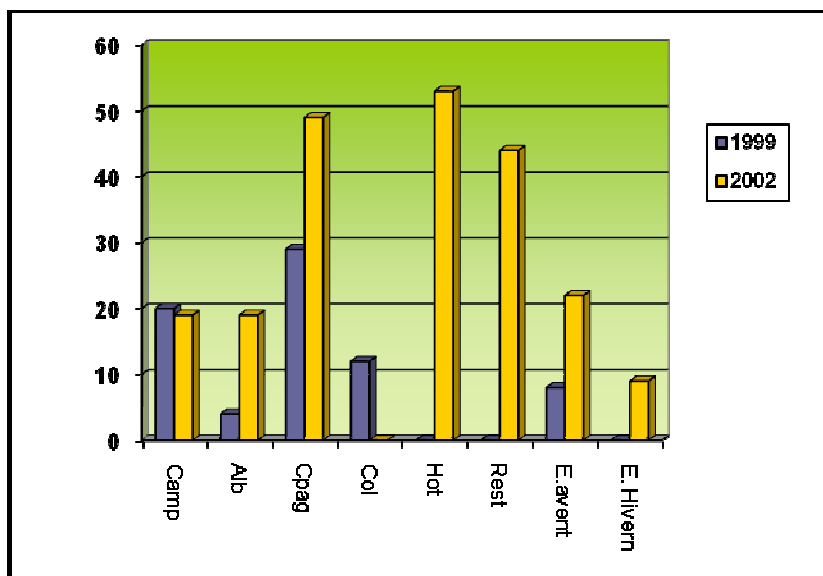


Figura 4.10. Comparació serveis turístics al Pallars Sobirà entre 1999 i 2002 Font: [29] i [30]

També han proliferat les cases com a segones residències arribant l'any 1991 al 42.4% dels habitatges. Els principals atractius turístics de la comarca són: els de la natura (Parc Nacional, Parc Natural, Itineraris comarcals i Itineraris Pirineu Viu), les dues estacions d'esquí alpí, Portainé i Superespot, i les d'esquí de fons, Bonabé, Tavascan, i Bosc de Virós, els esports d'aventura, i el turisme cultural, Museu de fusta d'Àreu i l'Ecomuseu d'Esterri d'Àneu.

Antecedents de l'ús pastoral a les forests del Mig Pallars

Així i tot, un dels motius de creació del PNAP va ser el relleu i la potenciació d'aquest sector primari, per això es van marcar els següents objectius:

- Objectius ramaders del Parc Natural de l'Alt Pirineu

Segons la informació pública que donen els tríptics del Parc Natural, la ramaderia representa un dels principals valors i textualment es reflexa així:

“En els darrers anys la ramaderia ha sofert una forta davallada, amb la consegüent pèrdua de valors naturals i de paisatges que allò pot suposar. Per això, la promoció i potenciació de la ramaderia extensiva serà un dels principals eixos de la gestió i inversió del Parc, principalment pel que fa a la millora de les infraestructures ramaderes i de la competitivitat en el mercat del productes derivats de la ramaderia ecològica. Els acords individuals del Parc amb els titulars de les explotacions ramaderes poden ser un instrument útil per complir aquests objectius.”

D'altra banda, declaracions públiques per part dels tècnics del Parc aportaven la següent informació:

“Les activitats tradicionals lligades al sector primari i l'existència secular d'un aprofitament ordenat dels recursos naturals, principalment la ramaderia, és el que ha fet possible l'existència, pervivència i conservació de gran part del patrimoni natural i la configuració i manteniment del paisatge que motiva la creació del Parc Natural de l'Alt Pirineu. Es per això que, en aquest àmbit, no es poden deslligar ni destriar els valors culturals, i econòmics, dels valors naturals”.

Per aquest motiu, un dels principals objectius del Parc serà el desenvolupament d'instruments per tal de potenciar la ramaderia extensiva i les races ramaderes autòctones per evitar la pèrdua d'aquest paisatge del que tots ens beneficiem, sobretot a nivell turístic. En aquest sentit les línies de treball del Parc són:

- Inversió en la creació, recuperació i millora de les infraestructures ramaderes presents dins dels límits del Parc, via línia d'ajuts (terreny privat) o actuació directa (terreny públic): abeuradors, coms, mànegues de maneig, pletes, tancats, passos, canadencs, cabanes, bordes i refugis, foment de la figura de pastor, accessos a pastures, adequació tipològica de granges, etc.
- Manteniment de les infraestructures públiques, i en especial els camins i senders, els murs de pedra seca, i els coms i abeuradors a través de brigades de treballadors forestals.
- Contractes específics i voluntaris de conservació amb les explotacions ramaderes de l'àmbit del Parc. L'objectiu és fer viables les explotacions ramaderes existents i assegurar el manteniment dels prats de dall i les pastures incloses dins dels límits del Parc, mitjançant el pagament per superfície mantinguda i proporcional a la tipologia de prat o pastura.
- Foment i impuls de la ramaderia ecològica com a actiu econòmic de les explotacions ramaderes del Parc, principalment pel que fa a la comercialització dels seus productes. En aquest sentit el Parc ja està impulsant junt amb els ramaders del Pallars Sobirà la creació d'una granja d'engreix de vedella ecològica a la finca de Cassovall, propietat del Departament de Medi Ambient.”

-El punt de vista dels ramaders per al futur de la ramaderia extensiva al Mig Pallars

Els ramaders avui en dia mostren estar preocupats per les decisions que es prenguin a Europa respecte a si les ajudes es desacoblen o van unides a la producció. Per als ramaders amb ovelles volen mantenir els drets sobre aquestes encara que hi hagi menys ovelles, el que durà a la disminució dels caps per ramat segons el punt de vista dels ramaders. Per el moment, les ajudes agroambientals han revifat el sector. Hi ha unes 250 explotacions al Pallars Sobirà, però només 66 han cobrat subvencions.

El projecte del Parc Natural de recolzar la ramaderia ecològica posa un alt grau d'esperança als ramaders, mirant com a punt de referència els convenis col·lectius fets a França i a Navarra.

Malgrat aquests avanços també hi ha altres impediments que resten per exemple degut a que el Pla d'Accions Ramaderes (pels contaminants de

purins, etc) del Departament d'Agricultura, no està diferenciat per comarques, i es tracta igual al ramat de la Plana de Lleida, que el dels Pirineus, el qual representa un agravi comparatiu per als ramaders.

Sector secundari

La única empresa que podria considerar-se d'aquest sector és la central hidroelèctrica que està ubicada al poble de Llavorsí.

Sector terciari

A les EMD de Ainet, Araós, Arestui, Baiasca i Montenartró gairebé no existeix aquest sector. No hi ha ningú que es dediqui als serveis, cap taxi, cap restaurant ni bar, exceptuant l'alberg L'Esquirol situat a Ainet de Bessan que dona servei de residència per a turistes.

Molt pròxim es troba el poble de Llavorsí que és un dels centres turístics de la comarca on s'ubiquen tres empreses de ràfting que també ofereixen altres tipus d'activitats d'esplai i turisme d'aventura (barranquisme, kayak, hidrospeed, hípica, etc...). Alguns turistes s'apropen des de Llavorsí o Sort a fer una volta per aquests pobles o a caminar, malgrat no hi ha cap servei pel visitant.

A la comarca hi ha estacions d'esquí nòrdic (Port Ainé, Superespot, i Baqueira Beret) i dos de fons (Virós, i Tavascan).

Un altre servei que té una funcionabilitat temporal, però que ofereixen el seu servei durant tot l'any, són els càmpings. Hi ha dos, un és propietat municipal i està gestionat per una família del poble, és el Càmping Riberies a Llavorsí.

Igualment la restauració també ocupa un lloc semblant al de l'hosteleria en l'activitat poblacional del terme municipal. Tot i això els bars acaben sent seus socials i per tant, tenen activitat durant tot l'any, fluctuant segons els períodes que s'han explicat. Hi ha dos bars i són: el Mallol i el Càmping Riberies.

La construcció, que durant aquests anys és contínua, dona feina de forma estable i regular durant tot l'any però es tracta d'una regularitat temporal ja que quan les obres s'acaben es requereix una nova construcció per mantenir aquesta continuïtat. La majoria d'aquestes edificacions noves són segones residències.

Des de l'oficina forestal Mig Pallars, van sorgir diferents projectes d'iniciativa local i municipal que s'han recollit al catàleg de patrocini promogut pel projecte LIFE i per aquesta oficina forestal (ADF Mig Pallars, 2000). Sens dubte, tot aquest desenvolupament ha d'aprendre dels errors produïts a altres valls i, per tant, no ha de sortir-se del desenvolupament sostenible amb els recursos forestals i naturals i amb respecte a la població local i a totes les formes de vida que allí s'hi donen (construccions adequades respectant les capacitats, manteniment de la morfologia dels pobles i de les construccions, potenciació dels productes artesanals, moviment de terres mínims,...).

5. LEGISLACIÓ VIGENT APLICADA AL PNAP

L'aprofitament energètic de la biomassa extreta del Parc Natural de l'Alt Pirineu presenta una complexitat jurídica generada per la interactuació de diversos processos i sobretot, de diversos nivells administratius.

La incorporació tardana i precipitada d'un ministeri de Medi Ambient en l'estat espanyol, produïda l'any 1996¹⁰ comporta certa desorganització. A causa dels fracassos a l'hora d'intentar solucionar les problemàtiques en la seva creació, competències en matèria mediambiental s'han traslladat en bona part a les comunitats autònomes que així ho han volgut. Un dels casos és el de Catalunya, on actualment en matèria de Medi Ambient ens trobem amb un nivell administratiu subestatal anomenat Departament de Medi Ambient i Habitatge. Tanmateix, també són vigents certes normatives corresponents al nivell administratiu estatal anomenat "Ministerio de Medio Ambiente". Finalment, la pertinença d'Espanya en qualitat d'estat membre de la Unió Europea dóna pas a la consideració d'un tercer nivell administratiu amb certes competències específiques.

Cada un d'aquests tres nivells disposen i fan ús d'un poder legislatiu, fet que comporta la creació de diferents lleis que legislen sobre un mateix territori i que possiblement interaccionen en alguns punts. Per altra banda cal tenir en compte la multiplicitat de processos que es volen dur a terme corresponents principalment a la biomassa i energies renovables dins un marc de protecció específica pel que fa a biodiversitat.

En el següent apartat s'ha optat principalment per a la descripció general de les diferents lleis vigents en el territori afectat així com explicar les característiques que tinguin un impacte directe sobre les actuacions proposades.

5.1. NIVELL EUROPEU

En aquest nivell administratiu trobem certes figures jurídiques destinades a la protecció d'espais geogràfics.

Una és la **Directiva 92/43/CEE** coneguda també com a la directiva d'Hàbitats i amb una importància cabdal per la seva gran aplicació en tot el territori de la UE. Aquesta, també conté la **Directiva 79/409/CEE**, coneguda com a Directiva Aus. Posteriorment s'han realitzat algunes modificacions a aquesta normativa amb la **Directiva 97/62/CEE** per a adaptar-la al pas del temps. La principal característica d'interès per al projecte és que aquesta darrera contempla la creació de la **Xarxa Natura 2000** i de les **ZEPA**, dues figures de protecció presents al PNAP. Aquestes figures de protecció condicionen indirectament l'extracció de biomassa ja que la seva principal

¹⁰ Existeix una figura administrativa durant el període de govern de Felipe González de 1992-1996 però que no és considerada com a tal.

finalitat és la de preservar els espais naturals per tal de conservar-ne la biodiversitat. Cal dir però que és possible l'extracció de biomassa en zones on aquesta activitat es dugui a terme en un espai geogràfic i temporal que no afecti a la reproducció ni a la vida dels individus protegits.

En aquest nivell, trobem també legislació vinculada a la producció de biomassa. Aquesta legislació és d'un caire més incentivador i va referida principalment a qüestions energètiques. Una primera llei a tenir en compte és la **Directiva 2001/77/CE** orientada a la producció d'energia renovable en la que es determina la voluntat d'augmentar l'aportació d'energia de fonts renovables tot i no especificar quines.

Una altra directiva que demostra l'interès de la UE per a la promoció de l'ús de biocombustibles és la **Directiva 2003/30/CE** relativa al foment de l'ús de biocarburants i altres combustibles renovables.

Alhora, la UE ha elaborat diversos documents referents a les energies renovables com en són el Llibre Blanc o el Llibre Verd així com també s'ha elaborat l'any 2005 un Pla d'acció per la biomassa.

5.2. NIVELL ESTATAL

A l'estat espanyol trobem lleis principalment enfocades en la protecció d'espais d'interès natural. La llei amb més transcendència és la **Llei 4/1989** de conservació dels Espais Naturals i la Flora i Fauna silvestres. Aquesta llei, entre d'altres, defineix els espais naturals protegits i els divideix categories següents: Parcs, Reserves naturals, Monuments naturals i Paisatges protegits. Dins la zona d'estudi del present treball, es troba vigent la figura de Parc Natural. Per últim i més recentment trobem la **Llei 42/2007** del Patrimoni Natural i la Biodiversitat que ve a substituir la **Llei 4/1989**. Aquesta, se centra principalment en la protecció dels recursos per tal que es puguin utilitzar de forma sostenible. També defèn la necessitat de preservar el paisatge així com alguns espais naturals protegits (entre ells els inclosos a la Xarxa Natura 2000) per tal de mantenir-ne la seva integritat i dotar-los de coherència i connectivitat.

Per altra banda, observem que també hi ha vigència de normatives relacionades amb incendis forestals. Aquesta normativa s'inicia el 2000 amb la decret **203/2000** per la qual es crea la comissió Nacional de Boscos (CNB) que posteriorment ha promulgat plans per a la prevenció d'incendis. Finalment, trobem la **Llei 43/2003** on s'especifica la creació dels Plans d'Ordenació dels Recursos Forestals (PORF) com a instrument de planificació que poden desenvolupar les comunitats autònomes.

5.3. NIVELL AUTONÒMIC

La primera normativa que cal tenir en compte en aquest nivell administratiu és la resolució **194/2003** Creació del Parc Natural de l'Alt Pirineu. Aquesta, dóna a l'espai explotat la categoria de Parc Natural, quelcom que implica la protecció dels valors paisatgístics i ecològics de l'espai però també en permet la seva explotació a fi que els propietaris de les terres afectades puguin seguir amb l'explotació sostenible de la terra. Aquest fet permet que la zona sigui susceptible de ser explotada per a l'extracció de biomassa.

Una altra normativa a tenir en compte és la Llei **12/1985 LEIN** per la qual es conforma la figura d'Espai d'Interès Natural (EIN). Aquesta se centra en donar una figura de protecció mínima a un espai amb l'objectiu d'una millor preservació però sense entrar en conflicte amb les activitats que s'hi duen a terme. Pràcticament tot l'abast del PNAP és catalogat com a EIN fet que dóna una condició mínima per a l'explotació sostenible de l'espai. La normativa PEIN també contempla la creació de la figura de Parc Natural vigent també a la normativa estatal i que protegeix tot el PNAP amb un grau jurídic de protecció de l'espai més elevat degut a la seva gran riquesa ecològica i paisatgística.

També existeixen diverses lleis relacionades amb la prevenció d'incendis forestals. D'entre elles destaquen la Llei **64/1995** i la Llei **5/2003** enfocades a l'establiment de perímetres de tala al voltant de zones susceptibles de rebre danys d'incendis. Aquesta legislació implica tales de seguretat per als espais afectats i que poden suposar l'extracció de cert volum de biomassa de les zones afectades en cas propici.

També cal tenir en compte la Llei **6/1988** per la qual es forma el Centre de Propietat Forestal encarregada de l'ordenació de la producció forestal i com a eina per a conservació i millora de boscos. Posteriorment a la Llei **7/1999** es determinen les seves funcions i entre d'altres s'hi especifica el procediment per a realitzar aprofitaments de fustes, llenyes i escorces en propietat privada i pública. En aquesta llei es contemplen també els PTGMF com a eina d'ordenació territorial.

Per últim cal esmentar la creació del **Pla General de Política Forestal 2007-2016** del qual l'última notícia que se'n té és que va passar a informació pública el Juny del 2006, actualment en vigor.

5.4. NIVELL PNAP (NORMATIVA ESPECÍFICA PNAP)

11

Pel que fa al Parc Natural de l'Alt Pirineu, la normativa que directament el regula tracta els temes següents:

Els usos i aprofitaments agrícoles, forestals, ramaders extensius, cinegètics, piscícoles, artesanals i recreatius tradicionals, com l'excursionisme, s'han de

¹¹ Extret del projecte de SOMNATURA any 2007 pagina 23.

continuar desenvolupant de manera ordenada i compatible amb la protecció de l'espai. Els usos públics s'han de desenvolupar congruentment amb els objectius de protecció de l'espai, i no poden representar efectes negatius sobre els valors protegits.

Així mateix, d'acord amb l'article 12 del Decret 328/1992, de 14 de desembre, els usos públics s'han de desenvolupar amb ple respecte als béns i als drets privats i comunals.

En l'àmbit del Parc Natural de l'Alt Pirineu és d'aplicació el règim del sòl no urbanitzable fixat per la legislació urbanística vigent a Catalunya (Llei). També està regularitzada la circulació motoritzada al medi natural (Llei 9/1995, de 27 de juliol).

Les activitats cinegètiques en l'àmbit de la Reserva Nacional de Caça, de la Zona de Caça Controlada i dels altres terrenys cinegètics es regulen per la seva normativa específica. Les activitats piscícoles de pesca continental en l'àmbit del Parc Natural s'han de fer d'acord amb les regulacions específiques de les zones existents per a l'ordenació d'aquestes activitats.

En els casos que regula la legislació vigent, cal aplicar el procediment d'avaluació d'impacte ambiental i la declaració d'impacte favorable corresponent i per a fer qualsevol estudi biològic, geològic o ecològic que afecti de manera total o parcial el Parc Natural, cal l'autorització de l'òrgan gestor. Per altra banda, només s'admet la reintroducció d'espècies quan siguin pròpies de la fauna autòctona i amb l'informe favorable de la Junta Rectora.

Finalment, cal tenir en compte que tot i la voluntat positiva per a realitzar-lo no existeix un Pla Especial de Protecció del Medi Natural i el Paisatge, fet que comporta cert buit legal. Amb tot, cal remarcar que totes les zones afectades per aquest projecte consten d'un POF que en determina les seves característiques físiques, geogràfiques i biològiques, així com fa una estimació de la quantitat de biomassa susceptible de ser explotada.

Cal especificar la presència de certes mesures per mitigar l'impacte de l'extracció de biomassa, una de les quals n'és la prohibició d'aquesta activitat durant els mesos de Juny i Juliol ja que és l'època de reproducció del Gall Fer entre altres espècies.

6. JUSTIFICACIÓ DEL PROJECTE

La investigació en el camp de la biomassa, pel que fa al seu aprofitament energètic, està tenint un fort impuls en els darrers anys. La necessitat d'un canvi en el model energètic, en el que el desenvolupament de les energies renovables ha de tenir un paper cabdal, juntament amb la necessitat dels

nostres boscos de ser gestionats, fa molt interessant la realització d'aquest projecte.

Els escenaris energètics actuals no són sostenibles ni a curt ni a llarg termini. La dependència de combustibles no renovables ens obliga a qüestionar, replantejar i canviar l'actual model energètic. Les energies alternatives, a la llum de les polítiques europees relacionades con el Protocol de Kyoto i a la vista de l'augment imparable dels preus del petroli i del gas, que han arribat a duplicar-se els darrers anys, cobren especial importància en l'actualitat. Catalunya, com la resta de països desenvolupats, ha basat el seu desenvolupament en l'ús poc eficient del petroli, cosa que l'ha fet dependre de les polítiques econòmiques internacionals basades en el comerç d'aquest recurs i els seus derivats. Tot i ser deficitària en recursos energètics fòssils, té molt potencial en energies renovables i, dins d'aquestes, l'energia que pot proporcionar la biomassa pot ser important ja que és un país forestal.¹²

En el passat, els boscos que ara pertanyen al PNAP suposaven la principal font de recursos energètics (biomassa forestal) i alimentaris, entre d'altres usos, de molts municipis del Pallars Sobirà i l'Alt Urgell. Gràcies a l'extracció de biomassa forestal, els boscos gaudien d'un bon estat de conservació i d'un baix risc en la propagació d'incendis. Amb el pas dels anys, l'abandonament de les zones rurals de l'alta muntanya degut a diversos factors, la introducció d'altres tipus d'energies com els combustibles fòssils, la dificultat d'extracció de la fusta degut a les complicades condicions orogràfiques i l'escàs interès econòmic que representa l'explotació forestal en el territori, han fet que els boscos del PNAP hagin patit un abandonament progressiu pel que fa a la seva gestió i que la seva biomassa s'hagi anat acumulant en el sòl dels boscos.

D'altra banda, tractant-se de boscos que estan inclosos dins un Parc Natural, es fa necessari tenir una especial cura de les funcions ecològiques i mediambientals. Ara bé, això ha de ser compatible amb l'explotació sostenible dels recursos. Aquesta multifuncionalitat dels boscos ha de ser l'objectiu principal per a la seva gestió.

Tot hi haver uns Plans d'Ordenació Forestals per a les forests estudiades, no es disposen de dades energètiques que validin les possibilitats reals d'aprofitament energètic d'aquest recurs. Això, juntament amb el fet de tractar-se de forests incloses en un Parc Natural ha motivat que el grup "Projecte Biomassa" hagi tingut un especial interès per a la realització d'aquest estudi.

Les principals millores ambientals i socioeconòmiques perseguides són:

JUSTIFICACIONS AMBIENTALS

- S'afavoreixen els treballs de gestió de les masses forestals, respectant els ecosistemes naturals.

¹² Segons l'últim Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya elaborat pel CREAF la superfície forestal ocupa el 61% del país sent la superfície de bosc del 38%.

- La utilització de la biomassa com a font energètica suposa un balanç de CO₂ pràcticament neutre.
- Prevenció d'incendis forestals i de plagues al disminuir la biomassa acumulada i trencant la continuïtat vertical.
- Aplicació del concepte multifuncionalitat al bosc.

JUSTIFICACIONS SOCIOECONÒMIQUES

- Valorització de determinats productes del bosc, que avui en dia manquen d'un mercat actual.
- Propicia una alternativa econòmica als propietaris de les superfícies forestals, en aquest cas comunals.
- Fomenta l'ocupació a les àrees rurals.

BLOC 2: OBJECTIUS I METODOLOGIA

7. OBJECTIUS

8. METODOLOGIA D'ESTUDI

BLOC 2: OBJECTIUS I METODOLOGIA

7. OBJECTIUS

Per a la realització d'aquest projecte ens hem marcat una sèrie d'objectius amb la finalitat d'avaluar la viabilitat de l'aprofitament de la biomassa forestal de les forest del PNAP, tenint molt presents els seus requeriments tant ambientals com socioeconòmics. Hem definit un objectiu principal i cinc objectius específics.

7.1. OBJECTIU GENERAL

- L'objectiu principal d'aquest projecte és avaluar la viabilitat energètica, econòmica i ambiental de l'aprofitament de la biomassa forestal com a recurs energètic a les forests d'Arestui, Baiasca, Montenartró i de Virós situades dins el PNAP.

7.2. OBJECTIUS ESPECÍFICS

AMBIENTALS

- Quantificar la biomassa disponible i avaluar-ne el seu potencial energètic.
- Avaluar l'impacte ambiental de l'aprofitament de la biomassa forestal.
 - Elaborar el balanç de CO₂ del procés.
- Analitzar el protocol d'aprofitament de la biomassa.

SOCIOECONÒMICS

- Avaluar l'impacte socioeconòmic de la extracció de fusta
- Estudiar la viabilitat de la implantació de calderes mitjançant un estudi de cas.

8. METODOLOGIA D'ESTUDI

En el següent apartat es realitza una explicació general de la metodologia emprada durant la realització del projecte. Tanmateix es realitza també un estudi del sistema afectat per tal de facilitar la identificació dels diferents processos analitzats durant el projecte així com per a millorar l'eficiència durant la realització del mateix.

8.1. BALANÇ GENERAL DEL SISTEMA

Tal i com reflecteix l'objectiu general del projecte, cal un avaluació de la viabilitat econòmica i ambiental del procés de conversió de la biomassa a energia. Tenint en compte el sistema descrit anteriorment i amb l'objectiu de quantificar aproximadament aquest benefici, s'ha desenvolupat un model d'equacions que intenten aproximar-se d'una manera significativa a la realitat de l'espai. Les fórmules del sistema parteixen principalment de la següent equació inicial:

$$\text{Beneficis totals} = \text{Producció total} - \text{Costos totals}$$

A partir d'aquesta primera igualtat s'han desenvolupat els balanços enfocats a la vessant econòmica i energètica. Aquests es reflecteixen a continuació i es desenvoluparan durant els següents apartats del projecte.

8.1.1. PLANTEJAMENT DEL BALANÇ ENERGÈTIC DEL SISTEMA

La metodologia seguida per a la realització del balanç energètic del sistema comprèn dues parts, amb l'objectiu de determinar finalment el potencial energètic total (PET) de les forests.

En una primera part es planteja el balanç energètic del sistema tenint en compte les diferents etapes implicades en l'aprofitament de la biomassa forestal. En una segona part es detalla el procediment seguit per obtenir la producció energètica total (PET) de la biomassa residual de forests i serradores a partir de l'explicació dels diferents elements de l'equació de balanç. Aquest elements serien la biomassa residual forestal (BR_f), la biomassa residual procedent de les serradores (BR_s) i els costos energètics que comprenen els costos energètics del transport (CET) i els costos energètics de la extracció (CEE).

BALANÇ ENERGÈTIC DEL SISTEMA

Etales en l'aprofitament de la biomassa

1. Extracció i estellament: es considera la despesa energètica, comptabilitzada com el consum de gas-oil realitzada durant els treballs d'extracció i estellament.
2. Transport: des de les forests on s'extreu la fusta fins el punt de tractament o emmagatzematge, i d'aquí al destí final de consum, també en litres de gas-oil.
3. Preparació: es considera l'assecatge natural de l'estella que, per tant, no suposa cap despesa energètica.
4. Conversió energètica: considerem tot el potencial energètic de la biomassa tant forestal com de les serradores un cop l'estella ha assolit un 30% d'humitat al punt d'emmagatzematge mitjançant assecatge natural¹³.

Plantejament del balanç energètic del sistema

$$PET = (PEB_B + PEB_S) - (CET + CEE)$$

PET: Producció Energètica Total.

PEB_B: Producció Energètica Biomassa procedent directament del bosc.

PEB_S: Producció Energètica Biomassa procedent serradores.

CET: Costos Energètics de Transport.

CEE: Costos Energètics d'Extracció.

Tot en MegaJoules (MJ)

POTENCIAL ENERGÈTIC DE LA BIOMASSA

Quantificació de la biomassa residual total disponible (BRT)

En primer lloc es tracta de recopilar tota la biomassa residual disponible. Per això ens basem d'una banda en els POF's ja que aquí es detallen les existències de fusta que s'extrauran en els períodes de temps que determinen els seus plans generals i especials per a cada una de les forests d'estudi, i d'altra en les dades proporcionades per les dues serradores de la zona de l'estella que produeixen com a conseqüència dels seus treballs. Els volum venen donats en m³ (inclou fusta i escorça).

Respecte a la biomassa residual de les forests (BR_f) en considerarem tres tipus:

- Tota la biomassa provinent de la realització dels treballs i tractaments de millora. Als POF's venen especificats els volums de serra extrets per la realització d'aquests treballs. Els volums no de serra (branques), no es considera aprofitable pel nostre estudi ja que les branques es trituren i

¹³ Percentatge d'humitat que es considera que es pot assolir mitjançant assecatge natural [31]

es deixen al bosc i serveixen així de nutrients pel sòl i de protecció contra l'erosió.

- Tota la biomassa procedent de la realització dels treballs de neteja dels camins i pistes forestals 20m a banda i banda de les mateixes. Aquests volums ja venen contemplats en els tractaments de millora previstos als POF's pel que no caldrà cap mètode per estimar-lo.
- Una part de la biomassa procedent de les tallades de regeneració. Dels volums de serra previstos als POF's hi ha una part que no seria apte pels treballs de serra (pel seu petit diàmetre o per que són pals torts, etc), o que no acaba sortint finalment al mercat perquè no és rendible econòmicament la seva extracció. Aquest volum seria de l'ordre d'un 30% dels volums totals de serra segons estimacions dels tècnics del PNAP consultats [32].

Pel que fa a la biomassa residual de les serradores (BR_s) es consideren:

- Estelles produïdes com a residu a les serradores. Aquest tipus de residu el considerem totalment aprofitable ja que actualment es venuda a molt baix preu a una empresa de Solsona per fer taulers i conglomerats. La utilització energètica d'aquest recurs prop del lloc on es produeix podria revaloritzar-lo a l'hora que s'estalvien costos de transport.

Tanmateix, és important establir el marc temporal d'estudi ja que els POF's estan fets considerant un marc temporal determinat. En aquests sentit també s'ha de tenir en compte que no van ser realitzats el mateix any.

Per tant s'establirà un marc temporal d'estudi de 15 anys (període 2008-2022). S'han de fer algunes consideracions i aproximacions a causa de la limitació de dades disponibles a les diferents forests.

- Pel que fa a les dades dels volums de fusta de regeneració disposem de dades complertes a les forests d'Arestui i Baiasca i a la forest de Montenartró. En canvi al Bosc de Virós (Araós i Ainet), només es disposen de dades del primer pla especial (període 2003-2012), pel que s'ha optat per fer una mitja d'aquests anys i utilitzar-la per completar la sèrie temporal que falta fins 2022.
- De la mateixa manera es procedirà per les dades dels tractaments de millora d'Arestui i Baiasca i Bosc de Virós, que només reflecteixen dades del primer pla especial.

Càlcul del potencial energètic de la biomassa

Un cop s'obtenen els volums de BR_f s'ha de fer la conversió a massa tones p.s.e.¹⁴ Per aconseguir-ho s'ha utilitzat una densitat mitjana de 0,458 t/m³. Aquesta densitat s'ha obtingut de la següent manera:

¹⁴ Pes sec estufa: pes del material vegetal amb un 0% de contingut d'aigua. Per aconseguir aquest pes cal assecar una mostra a l'estufa a una temperatura de 80°C, durant 24 hores, fins arribar al seu pes constant.

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

- Utilitzant la densitat de fusta i escorça de cada espècie tenint en compte la seva proporció (taula 8.1)
- Per la proporció d'escorça considerar les classes diamètriques inferiors (figura 8.1)
- Valorar les principals espècies forestals en funció de la seva proporció sobre el total (figura 8.2)

Taula 8.1. Densitat de fusta i escorça, poder calorífic superior (PCS), poder calorífic inferior (PCI, Kcal/Kg). Font:[33].

Espècie	Densitat (tn/m ³)		PCS	PCI (0)	PCI (20)	PCI (40)
	Fusta	Escorça				
Pi roig	0,547	0,294	4556-4955	4240-4639	3436-3768	2862-3147
Pi negre	0,518	0,415				
Avet	0,507	0,532	4816	4500	3653	3047

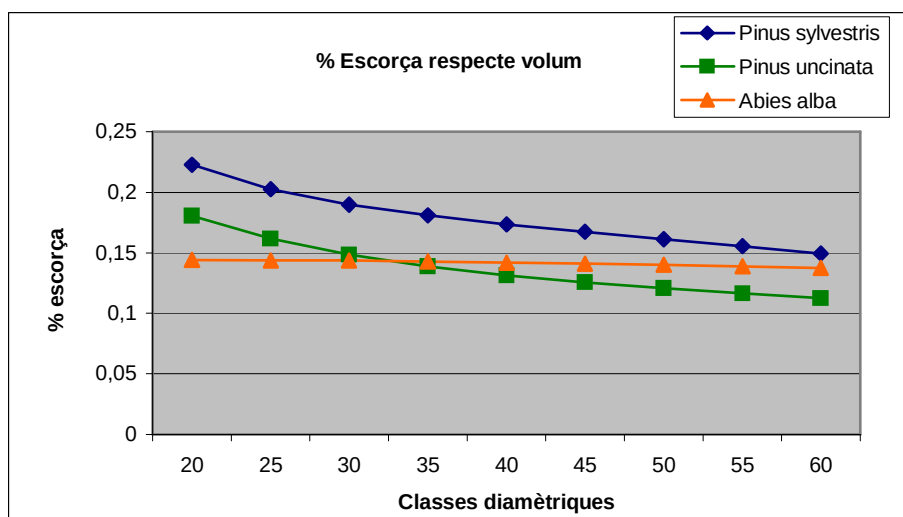


Figura 8.1. Percentatge d'escorça respecte al volum per classes diamètriques. Font: [34]

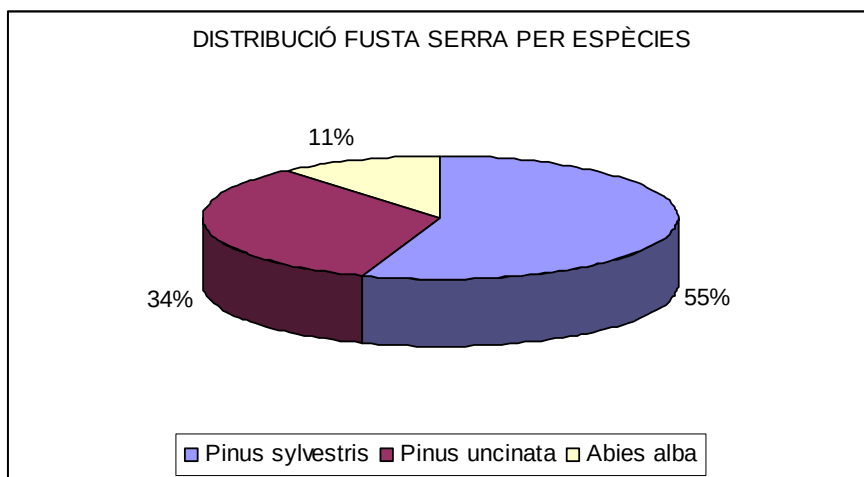


Figura 8.2. Percentatge distribució de fusta per espècies Font: [1]

Per fer la conversió a unitats energètiques (MJ) s'ha de multiplicar la massa pel seu Potencial Calorífic Inferior a la humitat "h". Es considera una humitat del 30% perquè es pot obtenir un rendiment energètic bo amb un cost energètic d'assecatge 0, ja que es pot optar per l'assecatge natural. En base a la taula 8.1 hem considerat un PCI_{30} aproximat de 3300 kcal/kg el que equival a 13.794 MJ/t.

Les tones p.s.e obtingudes s'han de passar a tones p.s.a¹⁵ multiplicant per un factor 1,3 (30% humitat).

$$PEB_B = M_{BB} \times PCI_{30}$$

$$PEB_S = M_{BS} \times PCI_{30}$$

M_{BB} : Massa de la Biomassa procedent del bosc(tones p.s.a 30%).

M_{BS} : Massa de la Biomassa procedent de serradores(tones p.s.a 30%).

PCI_{30} : Potencial energètic del combustible al 30% d'humitat (MJ/tn)

Per tant obtenim aquesta fórmula:

$$PET = (M_{BB} \times PCI_{30} + M_{BS} \times PCI_{30}) - CE$$

COSTOS ENERGÈTICS (CE)

En quant als costos energètics (CE) els podem dividir entre costos energètics del transport (CET) i els costos energètics d'extracció (CEE).

$$CE = CET + CEE$$

¹⁵ Pes sec ambient: pes del material vegetal amb un 30% de contingut d'aigua.

Costos energètics d'extracció

Els costos energètics d'extracció s'estimen a partir dels costos energètics d'extracció al bosc CEE_B .

$$CEE = CEE_B$$

CEE: Costos Energètics d'Extracció. (MJ)

CEE_B : Costos Energètics d'extracció del Bosc (MJ)

Per calcular els costos energètics d'extracció al bosc (CEE_b) s'ha de tenir en compte la maquinària utilitzada pels treballs d'extracció i quantificar els consums de gas-oil per transformar-lo a les unitats energètiques adients (MJ). El model d'extracció consistirà en dues moto-serres i un tractor amb ploma i estelladora.

Aplicant el rendiment de la maquinària per les hores treballades (taula 8.3.) i a partir de les característiques del gas-oil (taula 8.2), es realitza la conversió d'unitats físiques a unitats energètiques (MJ). D'aquesta manera s'obté que el consum energètic de l'extracció de biomassa forestal. En quant a la massa s'ha de considerar el pes verd¹⁶ (p.v) ja que la trituració es farà insitu a la vegada que es realitzen els treballs d'extracció. S'ha de considerar que mitjançant aquest model es poden extreure unes 25 t de biomassa en pes verd per jornada laboral de 8 hores.

Taula 8.2. Característiques físico-químiques del gasoli (Poder Calorífic Superior en MJ/Tn i Densitat en kg/litre). Font: [34]

Poder calorífic superior (MJ/kg)	43,08
Densitat (kg/litre)	0,84

Taula 8.3. Consum energètic i de combustible i rendiment d'un tractor amb ploma i trituradora utilitzat per extreure la biomassa forestal. Font: [34]

	Potència (CV)	Factor de consum de combustible (l/h/CV)	Consum de combustible (l/h)	Rendiment (t/h)		
				Min	Max	Valor promig
Tractor amb ploma i estelladora	150	0,14	21	3,19	4,36	3,78

Costos energètics del transport

S'han de contemplar dues etapes en el transport; la que va del bosc o la serradora al punt d'emmagatzematge i des del punt d'emmagatzematge al destí final de consum (calderes). Les dues etapes sumades donen el cost energètic total del transport:

¹⁶ Pes verd: Pes del material vegetal amb un 100% de contingut d'aigua o acabat de tallar.

$$CET = CET_b + CET_e$$

CET: Costos Energètics Transport. (MJ)

CET_b : Costos Energètics Transport bosc o serradora al punt d'emmagatzematge (MJ)

CET_s : Costos Energètics Transport punt emmagatzematge fins destí final (MJ)

Etapa 1: hi ha tres zones bàsiques d'extracció per tant es considerarà tres distàncies mitges i les quantitats de biomassa respectives.

- forest d'Arestui i Baiasca: 15 km des del punt d'extracció fins el punt d'emmagatzematge (escenari de 30 km comptant anada i tornada).
- Forest de Montenartró: 15 km des del punt d'extracció fins el punt d'emmagatzematge (escenari de 30 km comptant anada i tornada).
- Bosc de Virós: 5 km des del punt d'extracció fins el punt d'emmagatzematge (escenari de 10 km anada i tornada).

Hem d'afegir el transport de l'estella de les dues serradores al punt d'emmagatzematge.

- Fustes Pallé: 1km des de la serradora fins el punt d'emmagatzematge (escenari de 2 km comptant anada i tornada).
- Fustes Sebastià: 17,5 km des de la serradora fins el punt d'emmagatzematge (escenari de 35 km comptant anada i tornada).

Etapa 2: des del punt d'emmagatzematge fins Llavorsí, 7km (14 km anar i tornar).

El punt d'emmagatzematge es troba situat a la localitat d'Araós (possible ubicació consultada i proporcionada pel tècnic del Parc, Marc Garriga).

Per completar aquest model hem de realitzar, amb l'ajut dels sistemes d'informació geogràfica, un mapa on es reflecteix la situació de la situació de les forests, el punt d'emmagatzematge i els punts de consum final, poder estimar les diferents distàncies mitges del transport. Juntament amb això s'hauran de definir els tipus de camions que duren a terme el transport per poder, a partir de la seva capacitat i de la proporció de biomassa extreta a cada forests, estimar en número n de viatges realitzats.

Un cop obtingut el litres de gas-oil emprats podrem fer la conversió energètica adient utilitzant taula 8.2.

$$CET_b = L_b * n * C_{ta}$$

$$CET_e = L_e * n * C_{ta}$$

L_b : Distància del bosc al punt d'emmagatzematge (km).

L_e : Distància del punt d'emmagatzematge al destí final del consum (km).

C_{ta} : Consum de combustible mitjà dels vehicles utilitzats viatge anada i tornada (l/km)

n: nº de viatges (inclou anada i tornada del vehicle). Depèn de la quantitat de biomassa (tones p.v.) a transportar i de la capacitat del camió.

El vehicle proposat és un tractor d'alta velocitat, amb bona mobilitat fora de pista i alta velocitat per carretera amb remolc de dos eixos amb capacitat per transportar 8 tones.

Respecte al consum de combustible s'ha estimat, mitjançant consulta amb el rematant, un consum mitjà de 20 l/km tenint en compte el viatge d'anada (amb càrrega), i el viatge de tornada (buit).

Pel transport des de la serradora de Rialp (F. Sebastià) fins el punt d'emmagatzematge es proposa un camió de distribució regional amb 14 tones de capacitat i un consum mitjà de 30 l/km (veure taula 8.4).

Un cop obtinguda la següent igualtat ja tenim tota la informació necessària per a poder determinar, mitjançant observació directa, el balanç energètic de l'extracció de la biomassa, que es desenvoluparà al llarg del projecte.

Taula 8.4. Càrrega màxima permesa (en Tn); Pes total del vehicle (Tn) i consums mitjans de gasoli per als diferents tipus de vehicle utilitzats per al transport de la biomassa forestals. Font: elaboració pròpia en base apartat 13.2 i entrevista rematant (Bloc VII Annexos, apartat 31.1).

	Càrrega màxima (Tn)	Pes total del vehicle (Tn)	Consum mitjà amb i sense càrrega (litres/100 km)
Tractor d'alta velocitat amb remolc	8,0	14,0	20,0
Camió de distribució regional	14,0	24,0	30,0

8.1.2. PLANTEJAMENT DEL BALANÇ ECONÒMIC DEL SISTEMA

El balanç econòmic d'aprofitament de biomassa pretén principalment donar una idea general del potencial econòmic derivat de l'aprofitament de la biomassa residual de serradores i de tals de poda i d'aclariment en el PNAP.

Per tal de determinar una xifra aproximada pel que fa a aquest balanç s'ha procedit al desenvolupament de la fórmula inicial de la qual parteix el sistema. A partir d'aquesta s'ha obtingut una nova equació tenint en compte els aspectes econòmics. Cal fer atenció en que només s'han tingut en compte els impactes directes, sense entrar a valorar els indirectes de l'espai explotat i de l'activitat realitzada. Tot i això, s'intenta donar un motiu per tal de intentar demostrar la seva viabilitat econòmica. L'equació de partida és la següent:

$$BEcT = PEcB - CEc$$

BEcT: Balanç Econòmic Total.(€)

PEcB: Producció Econòmica de la Biomassa.(€)

CEc: Costos Econòmics.(€)

Degut a la impossibilitat de determinar els següents paràmetres mitjançant una observació directa en el territori s'ha procedit al desenvolupament d'aquestes de fins a que es puguin obtenir els paràmetres necessaris per aquesta via.

BENEFICIS ECONÒMICS

Centrant-nos en la producció econòmica de la biomassa realitzem una operació de conversió de potencial energètic en econòmic tenint en compte el preu de l'energia i el rendiment de les plantes que realitzen aquesta activitat.

$$PEcB = PEB \cdot R_p \cdot PKw$$

PEcB: Producció Econòmica de la Biomassa.(€)

R_p: Rendiment de la planta de producció d'energia a partir de biomassa.(tant per 1)

PEB: Producció Energètica de la Biomassa.(KJ)

PKw: Preu del Kilowatt d'energia.(€/KJ)

COSTOS ECONÒMICS

Un cop obtinguda la producció econòmica de la biomassa ens centrarem en la segona part de l'equació. Per tal d'obtenir els Costos Econòmics. La operació és més complexa ja que cal quantificar tant els costos d'extracció com els del transport:

$$CEc = CEc_E + CEc_T$$

CEc: Costos Econòmics.(€)

CEc_E: Costos Econòmics de l'Extracció.(€)

CEc_T: Costos Econòmics del Transport.(€)

És possible establir una diferenciació entre els procedents del bosc i els procedents de la serradora, ja que aquests tenen precisen d'una activitat clarament diferenciada. Per una part tenim l'extracció del bosc que precis de personal i maquinaria, mentre per altra part tenim l'extracció de serradores que només té un preu de venda com a residu de la producció de l'empresa:

$$CEc_E = CEc_{E_{bosc}} + CEc_{E_{serradora}}$$

CEc_{E_{bosc}}: Costos Econòmics d'Extracció en el bosc(€)

CEc_{E_{serradora}}: Costos Econòmics d'Extracció en serradora(€)

Aquesta diferenciació també és aplicable al transport, ja que es realitzen des de punts molt diversos:

$$CEc_T = CEc_{T_{bosc}} + CEc_{T_{serradora}}$$

CEc_{T_{bosc}}: Costos Econòmics de Transport en el bosc (€)

CEc_{T_{serradora}}: Costos Econòmics de Transport en serradora(€)

Si ens centrem en el procés d'extracció observem que també es produeixen dos processos diferenciats: l'extracció de fusta i la restauració de l'espai. Per tal de determinar l'extracció observem cada un dels dos processos.

Centrant-nos en l'extracció del bosc, observem que els principals costos son els següents:

$$CEcE_{bosc} = CEcE_{fusta} + CEc_{restauració}$$

CEcE_{bosc}: Costos Econòmics d'Extracció en el bosc(€)

CEcE_{fusta}: Costos Específics de l'Extracció de fusta(€)

CEc_{restauració}: Cost Econòmic de la restauració(€)

Tanmateix per a valorar els Costos Econòmics de l'Extracció de fusta s'intentarà aproximar el càlcul mitjançant la massa de la biomassa extreta i el seu preu de venda:

$$CEcE_{fusta} = M_{BB} * P_{TE}$$

CEcE_{fusta}: Costos Específics de l'Extracció de fusta(€)

M_{BB}: Massa de la biomassa extreta del bosc (tones)

P_{TE}: Preu per tona establert per el rematant. (€)

Centrant-nos en la quantificació dels costos econòmics d'extracció de biomassa procedent de serradores s'ha optat per a l'estudi del preu de mercat dels residus. A partir d'aquí obtenim la següent fórmula:

$$CEcE_{serradores} = M_{BB} * P_{TS}$$

CEcE_{serradores}: costos econòmics d'extracció en serradores(€)

M_{BB}: Massa de la biomassa extreta de les serradores (tones)

P_{TS}: Preu per tona establert per la serradora.

Pel que fa als costos econòmics del transport i centrant-nos en la fórmula obtinguda anteriorment, deduïm que el transport costarà proporcionalment a la distància recorreguda:

$$CEcT_{bosc} = L_B * n_c * P_{Km}$$

L_B: Longitud del punt d'extracció al punt de processat.(Km)

n_c: Quantitat de viatges en camió.(n)

P_{Km}: Preu per quilòmetre

però també podem trobar-nos que el transportista facturi per hores de feina:

$$CEcT_{bosc} = T * P_{hora}$$

L_B: longitud dels bosc al punt de processat.(km)

n_c: Quantitat de viatges en camió.

T: temps treballat.(hores)

P_{hora}: preu per hora de feina.(€)

Per tal de calcular la variables longitud, es realitza la següent operació:

$$L_B = (\sum L_{x,n} * f_x) / n_f$$

L_B: Longitud del bosc al punt de processat(km)

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

$L_{x,n}$: distància de la forest x al punt de processat(km)

f_x : fracció que representa la massa extreta de la forest x respecte a la biomassa total extreta (en tant per 1).

n_f : nombre de forests explotades

Per tal de saber els viatges en camió necessaris (n_c) ens centrem en el càlcul de la carrega del camió i de la massa de la biomassa total extreta. A partir d'aquí n'extrapolem el nombre de viatges necessaris:

$$n_c = M_{BB} / Cc_M$$

n_c : Quantitat de viatges en camió.

Cc_M : capacitat càrrega màssica del camió(kg)

M_{BB} : Massa de la biomassa procedent del bosc(kg)

Degut a que la densitat de la biomassa no compactada no és molt elevada, s'estima que el factor limitant del camió no serà el PMA sinó més aviat serà el volum màxim de transport. Per tant passem la capacitat de carrega màssica a volumètrica mitjançant la densitat:

$$Cc_M = Cc_v * d_B$$

Cc_M : capacitat càrrega màssica del camió(kg)

Cc_v : capacitat de càrrega volumètrica del camió (m^3)

d_B : densitat mitjana de la biomassa explotada. (kg/m^3)

Per tal de determinar de forma més acurada la densitat mitjana s'ha optat per la realització de la següent fórmula:

$$d_B = (\sum d_x * f_{x,n}) / n$$

d_B : densitat mitjana de la biomassa explotada. (kg/m^3).

d_x : densitat de l'espècie vegetal x (kg/m^3).

$f_{x,n}$: fracció de biomassa de l'espècie vegetal x extreta respecte a la biomassa total extreta del bosc. (en tant per 1).

n : nombre total d'espècies explotades.

Si es tracta de la segona fórmula, en la qual el transportista factura per hores, la tractem de la següent manera:

$$CEcT_{bosc} = T * P$$

P : Preu per hora (€)

T : Temps de treball(hores)

Per saber el temps de treball podem fer una estimació aproximada ja que:

$$T = (T_{càrrega} + T_{desplaçament} + T_{descàrrega}) * \text{nombre de viatges.}$$

Un cop obtingut el cost econòmic del transport pel bosc cal repetir el procés per a les serradores:

$$CEcT_{serradores} = L_s * n_c$$

Com que no sabem la forma de treball del transportista també podem trobar-nos que realitza el següent:

$$CEcT_{\text{serradores}} = T * P$$

Tornant a l'equació anterior:

$$CEcT_{\text{serradores}} = L_s * n_c$$

L_s : Longitud del punt d'extracció al punt de processat.(Km)

n_c : Quantitat de viatges en camió.(n)

$$L_s = (\sum L_{x,n} * f_x) / n_f$$

L_s : Longitud de la serradora al punt de processat(km)

$L_{x,n}$: distància de la serradora x al punt de processat(km)

f_x : fracció que representa la massa extreta de la serradora x respecte a la biomassa total extreta (en tant per 1).

n_f : nombre de serradores afectades.

Per tal de saber els viatges en camió necessaris (n_c):

$$n_c = M_{BS} / Cc_M$$

n_c : Quantitat de viatges en camió.

Cc_M : capacitat càrrega màssica del camió(kg)

M_{BS} : Massa de la biomassa procedent de les serradores(kg)

$$Cc_M = Cc_v * d_B$$

Cc_M : capacitat càrrega màssica del camió(kg)

Cc_v : capacitat de càrrega volumètrica del camió (m^3)

d_B : densitat mitjana de la biomassa explotada.(kg/ m^3)

$$d_B = (\sum d_x * f_{x,n}) / n$$

d_B : densitat mitjana de la biomassa explotada.(kg/ m^3)

d_x : densitat de l'espècie vegetal x (kg/ m^3)

$f_{x,n}$: fracció de biomassa de l'espècie vegetal x extreta respecte a la biomassa total extreta del bosc. (en tant per 1)

n : nombre total d'espècies explotades

Si es tracta de la segona fórmula la tractem de la següent manera

$$CEcT_{\text{serradora}} = T * P$$

P: Preu per hora (variable observable)

T: Temps de treball

Per saber T podem fer una estimació aproximada ja que:

$$T = (T_{\text{càrrega}} + T_{\text{desplaçament}} + T_{\text{descàrrega}}) * \text{nombre de viatges.}$$

Un cop obtinguda la següent igualtat ja tenim tota la informació necessària per a poder determinar, mitjançant observació directa, el balanç econòmic de l'extracció de la biomassa, que es desenvoluparà al llarg del projecte.

8.1.3. PLANTEJAMENT D'UN ESCENARI PRÀCTIC

La finalitat de plantejar un escenari d'aplicació, és demostrar la viabilitat tant energètica com econòmica de l'ús de calderes de biomassa a partir del potencial energètic en sistemes de calefacció i com a substitut de les plaques solars per aigua sanitària obligatòries segons el nou Codi Tècnic d'Edificació.

Per començar s'ha de triar l'edifici on es vol aplicar aquest projecte. Seguidament s'ha de calcular la necessitat energètica de l'edifici per calefacció i per l'aigua sanitària.

Necessitat energètica per la calefacció

Per tal de calcular la necessitat energètica de l'edifici s'ha contactat amb un expert, al que se li han facilitat algunes dades per tal de que pogués fer el càlculs pertinents. També s'ha contactat amb un constructor per tal de que valorés aproximadament el cost de la instal·lació de la caldera escollida amb una potència concreta, segons la necessitat energètica.

Algunes de les dades necessàries per calcular la necessitat energètica són les següents:

1. Volum edifici
2. Zona climàtica
3. Temperatura exterior mitjana
4. Temperatura interior desitjada
5. Tipus d'aïllament (simple, reforçat o molt reforçat)
6. N° habitacions a l'edifici
7. Orientació de l'edifici (Nord, sud, est, oest)
8. Etc.

Cal dir que alguns d'aquests paràmetres són aproximats o estimats per manca de informació fidedigna.

A partir d'aquest potencial energètic i del combustible a utilitzar, en aquest cas estelles, es busca una caldera amb les característiques més adients d'acord amb les necessitats energètiques i tenim en compte el P.C.I del combustible.

Necessitat energètica per l'aigua sanitària

Actualment segons el El Codi tècnic de l'Edificació, Document HE Estalvi d'Energia HE4 i HE5 és obligatori una aportació mínima per part d'energia solar en la generació d'aigua calenta sanitària. Aquesta aportació d'energia solar pot ser substituïda per energia a partir de biomassa. Això vol dir que hi haurà un estalvi del cost d'aquestes plaques solars. El que es fa és calcular quina és aquesta necessitat energètica en kWh, per tal de que un expert calculi la

quantitat de plaques solars necessàries, el seu cost i el cost de la seva instal·lació.

El càlcul es farà a partir de la següent equació:

$$[\text{Consum total aigua calenta}] = [\text{Consum per persona}] * [\text{Nombre de persones}] * [\text{Coeficient de reducció } f]$$

El valor del coeficient de reducció "f" es calcula a partir del nombre d'habitatges per a instal·lacions col·lectives en edificis d'habitatges. S'estableix segons les següents fórmules:

$$\text{Si } n \leq 10 \text{ habitatges} \rightarrow f=1$$

$$\text{Si } 10 < n < 25 \rightarrow f=1,2 - (0,02 * n)$$

$$\text{Si } n \geq 25 \text{ habitatges} \rightarrow f=0,7$$

El consum per persona es pot realitzar a partir de les previsions d'utilització de l'edifici i les dades orientatives de consum diari, que trobem a una taula del CTE (HE4).

A partir del consum total d'aigua calenta, es calcula la demanda energètica diària en kWh mitjançant la següent fórmula:

$$DE = \frac{(C_{mACS}) * [(T_{AC}) - (T_{AF})]}{860}$$

On,

DE: Demanda energètica diària, en kWh

C_{mACS}: Mitjana de consum diari d'aigua calenta, en litres. Aquest és el valor calculat a l'equació anterior.

T_{AC}: Temperatura de l'aigua calenta, en °C, es considerarà 45° la mínima.

T_{AF}: Temperatura de l'aigua freda, en °C, es considerarà 10°.

Si es necessita la demanda energètica en kWh anual, s'haurà de multiplicar el valor obtingut per 365 dies.

Amb aquest valor es parla amb l'expert, per tal que calculi les plaques solars necessàries per abastir aquesta demanda energètica. I seguidament amb un constructor per tal de que faciliti el cost de la instal·lació d'aquestes.

A partir d'aquests càlculs ja es pot fer un balanç econòmic tenint en compte els costos de la caldera, la seva instal·lació, el cost de les plaques solars i la seva instal·lació i les subvencions existents de la Generalitat de Catalunya per l'aplicació de biomassa.

8.2. ANÀLISI DEL PROCÉS I D'ACTORS IMPLICATS

El següent projecte, centrat en l'anàlisi de l'aprofitament de biomassa per a la producció d'energia, presenta un cicle on es reaprofitava un producte de desfet, degut a la poca qualitat, per a la producció d'energia. Amb aquest cicle

s'aconsegueix també reutilitzar un producte i treure d'aquest un major rendiment.



Si ens centrem en l'estudi concret podem determinar els diferents actors implicats en el procés (figura 8.4).

ACTORS IMPLICATS

- **Punts geogràfics d'interès:** localitzacions que conformen el cicle de producció d'energia a partir de biomassa i que cal tenir en compte ja que la seva situació comporta una despesa energètica i econòmica determinada. Aquests els podem dividir entre:
 - o **Punts geogràfics d'extracció:** centrats en la producció de la biomassa útil per al procés. Trobem dues serradores i cinc forests.
 - o **Punts geogràfics de processament:** d'utilitat per al processament i emmagatzematge de la biomassa útil. Aquest és un sol punt i es troba ubicat al municipi d'Araòs.
 - o **Punts de destí de la biomassa:** conformats per les centrals de combustió d'aquesta biomassa, tant per a la producció d'energia elèctrica com calorífica.

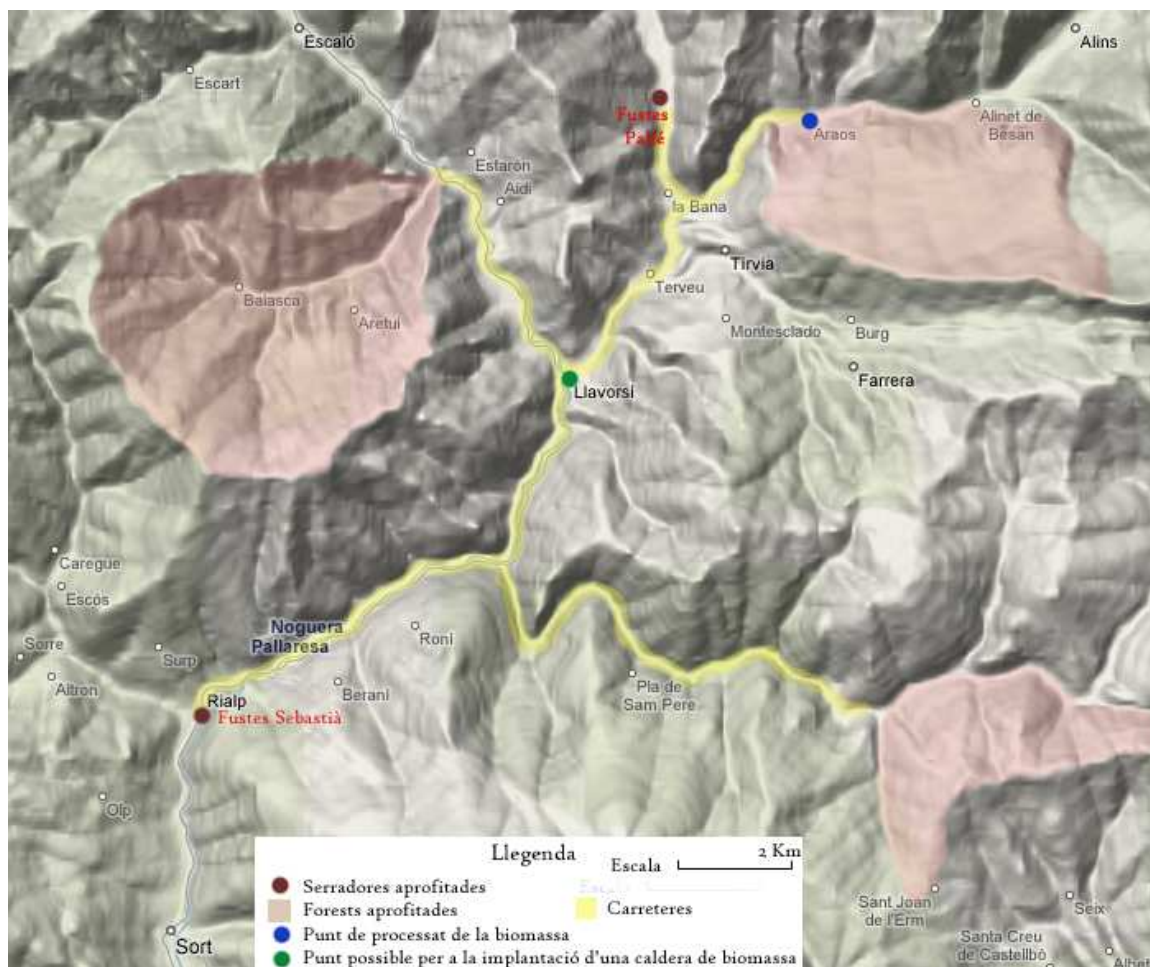


Figura 8.4: Mapa procés. Font: elaboració pròpia

- **Actors humans implicats:** són els diversos actors implicats en cada un dels passos del cicle d'estudi. Entre els actors humans implicats podem també diferenciar entre 4 grups:
 - o **Actors implicats en l'extracció:** conjunt d'actors amb la funció de extreure a biomassa dels punts indicats i transportar-la a la zona de processament. Entre ells trobem:
 - **Rematant:** encarregat d'extracció de la fusta. En el nostre sistema l'actor és Sefocat.
 - **Responsable forestal de l'espai:** vetlla per al compliment de la legislació vigent. En aquest cas trobem que el responsable de l'explotació del Pallars és Josep Maria Fañanás.
 - **Transportista:** encarregat de transportar la biomassa des del punt d'extracció fins al punt de processament.
 - **Serradores:** producció de fusta, tenen com a subproducte l'estella, combustible principal del sistema d'estudi
 - o **Actors implicats en el processament:** conjunt d'actors centrats en el processament de la biomassa per tal de que sigui viable per a la seva utilització en calderes.
 - **Transportista:** encarregat de transportar la biomassa processada fins als punts de producció d'energia.

- **Empresa de processat de la biomassa:** empresa encarregada de processar la biomassa perquè aquesta sigui el màxim de rendible per a la producció d'energia. En aquest estudi no tenim cap empresa física però sí que existeix una opció viable d'implantació
- o **Actors implicats en la producció d'energia:** actors directament implicats en la producció d'energia a partir de biomassa.
 - **Empresa de venta i manteniment de calderes:** vetlla per a la incorporació i manteniment de noves calderes de biomassa al PNAP.
 - **Altres empreses relacionades:** cal esmentar altres tecnologies a tenir en compte.
- o **Actors que afecten a tot el cicle:** actors que afecten a tot el cicle d'estudi, ja sigui directament o indirectament.
 - **Tècnics del Parc:** encarregats de vetllar per una metodologia d'extracció respectuosa amb el medi. En aquest cas és Marc Garriga el responsable.
 - **Població local:** es veuen directa o indirectament afectats per aquest procés.
 - **Ajuntaments locals:** en aquest cas els Ajuntaments locals afectats són principalment els de Araós, Alins i Llavorsí.

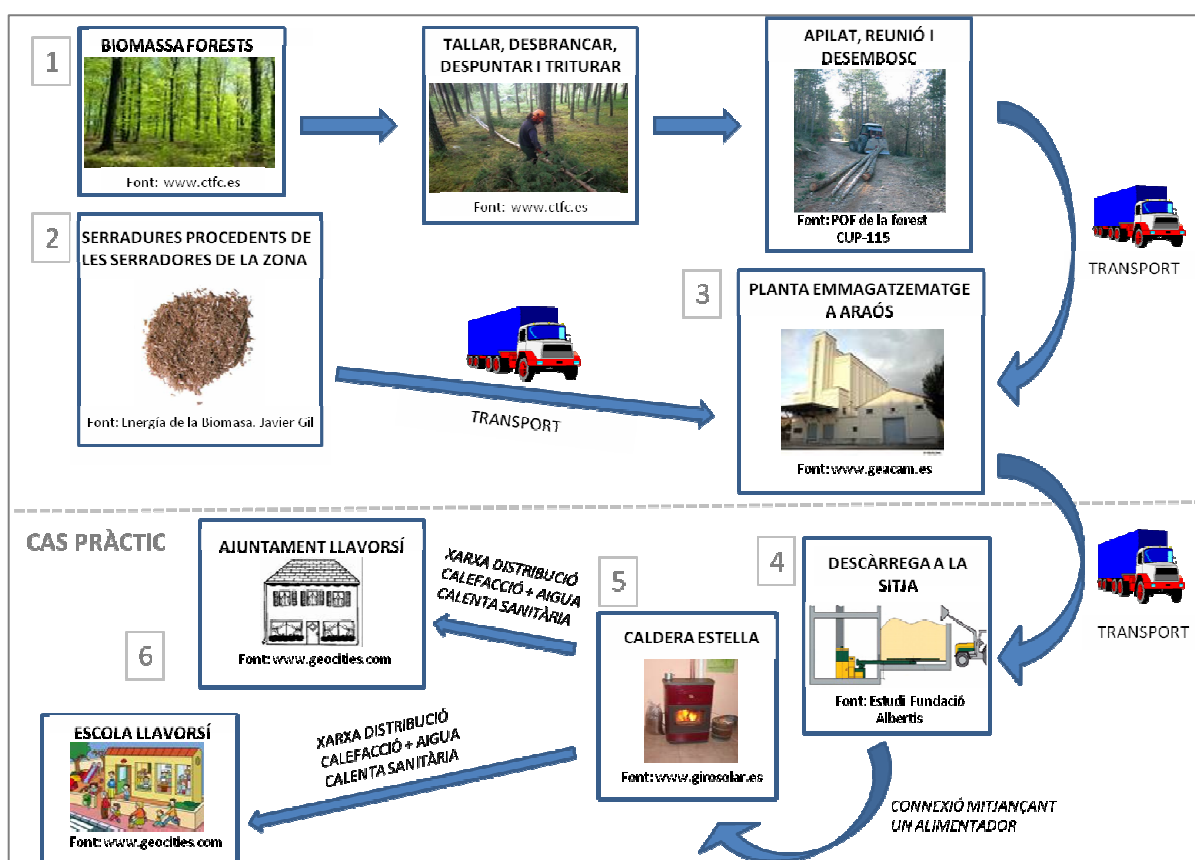


Figura 8.5: Esquema general del procés. Font: Elaboració pròpia

Breu explicació del procés:

La biomassa objecte d'estudi prové de dos escenaris diferents, que són:

- ¹ Biomassa de les cinc forests d'estudi
- ² Biomassa procedent dels residus de les serradores de la zona, en forma de serradures.

Aquesta biomassa es transporta fins al punt d'emmagatzematge a Araós ³. D'aquí la biomassa es transporta fins a Llavorsí, a on es descàrrega a la sitja ⁴ (dipòsit comú per l'Ajuntament i l'escola de Llavorsí, en aquest s'emmagatzema la biomassa). Aquesta biomassa es cremarà a la caldera ⁵ i la calor es distribuirà mitjançant una xarxa de distribució cap a la l'escola i l'ajuntament ⁶ segons les necessitats energètiques, tant pel sistema de calefacció com pel sistema d'aigua calenta sanitària.

8.3. IDENTIFICACIÓ, VALORACIÓ I AVALUACIÓ D'IMPACTES AMBIENTALS

En aquest apartat s'exposen les eines per a identificar, valorar i avaluar els possibles impactes derivats de l'aprofitament de la biomassa forestal al PNAP.

Primerament, es realitza una identificació i valoració dels impactes, assumint només els impactes previsiblement més importants, tant els negatius com els positius, a fi de tenir una idea de quins són els efectes sobre el medi de les activitats d'extracció i transport de la biomassa. Posteriorment es durà a terme una avaluació dels impactes citats.

A més, es realitza una distinció d'escala entre els impactes generats. D'aquesta manera, es consideren impactes a nivell local, que afecten només a la zona de l'estudi, i impactes a escala global, amb una anàlisi a gran escala dels impactes derivats de l'aprofitament de la biomassa amb finalitats energètiques.

L'eina fonamental en l'**Avaluació d'Impacte Ambiental (AIA)** a Catalunya per a projectes d'obres i instal·lacions és el **Decret 114/1988**, de 7 d'abril, d'AIA [35]. Aquest Decret esdevé de la transposició a la normativa de l'Estat espanyol de la **Directiva 85/337/CEE**, relativa a l'avaluació de les repercussions de determinats projectes públics o privats sobre el medi ambient, modificada per la **Directiva 97/11/CE**, de 3 de març de 1997.

La **Directiva 85/337/CEE** es va transposar mitjançant el **Reial Decret Legislatiu 1302/1986**, de 28 de juny, sobre AIA i el **Decret 1131/1988**, de 30 de setembre, que estableix el Reglament pel qual es desenvolupa l'anterior Decret.

L'Estat espanyol ha transposat la **Directiva 97/11/CE**, que va entrar en vigor el 14 de març de 1999, mitjançant la **Llei 6/2001** i la **Llei 9/2006**, i que a

Catalunya ha estat incorporada pels projectes i les instal·lacions productives en la **Llei 3/1998**, de 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental, i el **Decret 136/1999**, 18 de maig, que la desenvolupa. Per a la resta de projectes i instal·lacions, la seva aplicació es fa a través del **Decret 114/1988**, de 7 d'abril, i la **Llei 12/2006**, fins a la promulgació de la nova Llei d'impacte ambiental que s'està redactant.

El contingut d'un estudi d'impacte ambiental pot ser molt divers, sobretot en la metodologia usada, però segons la legislació actual queden molt ben definits els documents mínims que han de tenir tots els EIA [36]. Aquests són:

- Descripció
- Examen d'alternatives
- Inventari
- Identificació, valoració i avaluació
- Mesures protectores i correctores
- Síntesi

En el nostre projecte només es descriu l'apartat de la identificació, valoració i avaluació dels impactes ja que es considera que és el punt clau en la diagnosi.

8.3.1. METODOLOGIA PER LA IDENTIFICACIÓ

Pel que fa a la identificació d'impactes, només cal identificar aquells que siguin “notables” previsibles, i els mínims es deixaran fora de l'anàlisi [36]. És un procés que consisteix a identificar quins efectes són previsiblement més importants per estudiar-los.

Segons el Decret 1131/1988, la identificació dels efectes derivats de les propostes d'aprofitament s'obtindrà a partir de la interacció entre les accions derivades d'aquestes propostes i les característiques del medi afectat. Per això, existeixen nombroses tècniques com les matrius o les taules de doble entrada, les *check-list* o els llistats. En aquest projecte s'usa una matriu de doble entrada. Amb aquest objectiu, és necessari identificar quines són les accions potencialment impactants associades a les fases d'aprofitament de la biomassa. En aquest sentit, les accions que poden generar impactes són:

- a. Fase d'extracció de la biomassa forestal dels boscos del parc.
 - Trasllat de la maquinària
 - Instal·lació de maquinària
 - Obertura o condicionament de camins per facilitar l'extracció
 - Neteja prèvia del terreny (manual o amb tractors motodesbrossadores)
 - Freqüentació del personal que extreu la biomassa
 - Explotació forestal
 - o Tallada, desbrancat, despuntat, trossejat

o Apilat, reunió i desembosc

- b. Fase de transport de la biomassa forestal de la zona d'extracció fins a les pistes forestals i de les pistes forestals al punt de tractament o a un dipòsit intermedi.

En les taules XX, XX i XX es presenten els factors del medi sobre els quals les actuacions previstes en l'aprofitament de la biomassa poden suposar un impacte.

Medi físic

Taula 8.5: Factors susceptibles d'impacte medi físic.

Font: Elaboració pròpia a partir de [37]

Atmosfera	Geologia i edafologia	Hidrologia
Contaminació acústica Contaminació lumínica Emissions partícules Emissions gasos	Contaminació del sòl i del subsòl Compactació Erosió Variació del perfil topogràfic del sòl Ocupació del sòl Fertilitat	Superficial Subterrània Consum d'aigua Qualitat de l'aigua

Medi biòtic

Taula 8.6 : Factors susceptibles d'impacte medi biòtic.

Font: Elaboració pròpia a partir de [37].

Vegetació	Fauna
Risc d'incendi Cobertura vegetal Espècies colonitzadores	Àrees de cria i refugi Comunitats Alteració del comportament Efecte barrera Espècies colonitzadores

Medi Socioeconòmic

Taula 8.7: Factors susceptibles d'impacte medi socioeconòmic.

Font: Elaboració pròpia a partir de [37].

Paisatge	Territori	Medi antròpic
Degradació Impacte visual	Serveis i infraestructures Canvi d'usos	Dinamització econòmica del sector forestal Canvi de recursos energètics Llocs de treball

El següent pas és caracteritzar-los, així, segons el **Decret 1131/1988** estableix la distinció entre efectes:

- Positius i negatius
- Temporals i permanents

- Simples, acumulatius i sinèrgics
- Directes i indirectes
- Reversibles i irreversibles
- Recuperables i irrecuperables
- Periòdics i d'aparició irregular
- Continus i discontinus

8.3.2. METODOLOGIA PER LA VALORACIÓ

Un cop identificats els impactes es realitza una doble valoració. La primera és qualitativa i es realitza amb una **matriu causa - efecte**. Aquesta matriu consisteix en una taula de doble entrada on les accions impactants figuren a les columnes i els factors del medi susceptible de rebre impactes a les files. Cada casella de creuament a la matriu proporciona una indicació de quin és l'efecte de cada acció impactant sobre el factor que és impactat.

Les matrius utilitzades s'han realitzat de forma qualitativa a partir de la percepció generada per cada tipus d'actuació sobre el medi físic, biòtic i socio-econòmic.

La *Taula 8.8* és un exemple de matriu de doble entrada.

La segona valoració és quantitativa i consisteix en la realització d'una “**matriu d'importància**” [37]. A cada casella d'aquesta matriu (realitzada a partir de l'anterior) es produeix un creuament entre les accions impactants i els diferents factors del medi susceptibles d'impactes. Com a resultat d'un algoritme s'obté una valoració numèrica descrita a continuació:

$$IM = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

IM	Importància	RV	Reversibilitat
NAT	Naturalesa o signe	SI	Sinergia
I	Intensitat	AC	Acumulació
EX	Extensió o distribució	EF	Efecte o immediatesa
MO	Moment	PR	Periodicitat
PE	Persistència	MC	Recuperabilitat

La *Taula 8.9* explica la importància relativa de cada signe, i l'algoritme que anirà a cada casella de la “matriu d'importància”. La caracterització es basa en els criteris fixats pel Reial Decret 1131/1988.

Taula 8.9: Taula de valoració dels impactes. *Font:Elaboració pròpia en base a [37]*

NATURALESA O SIGNE	Beneficis	+
	Perjudicial	-
INTENSITAT	Baixa	1
	Mitjana	2
	Alta	8
	Molt alta	12
EXTENSIÓ O DISTRIBUCIÓ	Puntual	1
	Parcial	2
	Extensa	4
MOMENT	Llarg termini	1
	Mitjà termini	2
	Immediat	4
PERSISTÈNCIA	Fugaç	1
	Temporal	2
	Permanent	4
REVERSIBILITAT	Curt termini	1
	Mitjà termini	2
	Irreversible	4
SINERGIA	Sense sinergia	1
	Sinèrgic	2
	Molt sinèrgic	4
ACUMULACIÓ	Simple	1
	Acumulatiu	4
EFFECTE O IMMEDIATESA	Indirecte	1
	Directe	4

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

PERIODICITAT	Irregular	1
	Periòdic	2
	Continu	4
RECUPERABILITAT	Immediat	1
	Mitjà termini	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

D'aquests valors resulta una matriu numèrica on es mostra la importància que té cada impacte. A continuació, es defineixen els conceptes dels factors que es tenen en compte:

Segons el **signe** o la **naturalesa**:

- *Beneficiós o positiu*: el que s'admet com a tal, tant per la comunitat tècnica i científica com per la població en general.
- *Perjudicial o negatiu*: el que es manifesta com una pèrdua del valor ambiental, cultural, etc. o en un increment de les contribucions derivades de la contaminació, erosió i altres riscos ambientals.

Segons la **intensitat**: (En referència al grau d'alteració produïda i a la severitat dels efectes causats pels impactes negatius).

- *Baixa*: les seves repercussions es poden qualificar d'inapreciables.
- *Mitjana*: el que es manifesta com una modificació del medi, ja sigui dels recursos naturals o del seu funcionament, que pugui produir repercussions apreciables
- *Alta*: el que es manifesta com una modificació del medi, ja sigui dels recursos naturals o del seu funcionament, que pugui produir en un futur repercussions més intenses que les considerades de intensitat mitjana.
- *Molt alta*: expressarà una destrucció casi total del factor en l'àrea en la que es produeix l'efecte
- *Total*: expressarà una destrucció total del factor en l'àrea en la que es produeix l'efecte.

Segons l'**extensió** o **distribució**:

- *Puntual*: amb efectes circumscrits i concretables en un o diversos perímetres determinats.
- *Parcial*: amb efectes difusos sobre una àrea més àmplia.

- *Extensa*: amb efectes sobre una àrea extensa.

Segons el **moment**:

- *A llarg termini*: quan es manifesta després de 5 anys.
- *A mig termini*: quan es manifesta abans de 5 anys.
- *Immediat*: quan es manifesta abans d'un any.

Segons la **persistència**:

- *Fugaç*: suposa una alteració de poca durada.
- *Temporal*: el que suposa una alteració de durada determinada.
- *Permanent*: el que suposa una alteració de durada indefinida.

Segons la **reversibilitat**:

- *Curt termini*: el que pot ser assimilat pels processos naturals en menys d'un any.
- *Mitjà termini*: el que pot ser assimilat pels processos naturals abans de 5 anys.
- *Irreversible*: el que no pot ser assimilat pels processos naturals; o el que pot ser assimilat després de molt temps.

Segons la **sinèrgia**:

- *Sense sinèrgia*: el que no reforça els efectes simples i no es produeix quan la coexistència de diversos efectes simples produeix una alteració major que la seva suma simple.
- *Sinèrgic*: el que reforça els efectes simples i es produeix quan la coexistència de diversos efectes simples produeix una alteració major que la seva suma simple.
- *Molt sinèrgic*.

Segons l'**acumulació**:

- *Simple*: el que es manifesta en un sol component ambiental i/o no indueix efectes secundaris ni acumulatius ni sinèrgics.
- *Acumulatiu*: el que incrementa progressivament la seva gravetat quan es prolonga l'acció que el genera.

Segons l'**efecte** o la **immediatesa**:

- *Indirecte*: el que deriva d'un efecte directe.
- *Directe*: el que té repercussió immediata en algun factor ambiental

Segons la **periodicitat**:

- *D'aparició irregular*: el que es manifesta de forma imprevisible en el temps, per la qual cosa s'han d'avaluar en termes de probabilitat d'ocurrència.
- *Periòdic*: el que es manifesta de forma cíclica o recurrent.
- *Continu*: el que es manifesta de forma contínua.

Segons la possibilitat de **recuperació**:

- *Immediat*: el que es pot eliminar o reemplaçar de forma immediata
- *Mitjà termini*
- *Mitigable o recuperable*: el que es pot eliminar o reemplaçar per l'acció natural o humana.
- *Irrecuperable*: el que no es pot eliminar o reemplaçar per l'acció natural o humana.

8.3.3. METODOLOGIA PER L'AVALUACIÓ

Al final, després de calcular els algorismes per a cada creuament de les matrius, s'obtenen uns valors numèrics i, segons el RD 1131/1988, s'indiquen quin tipus d'impacte es produeix per cada acció. Amb la valoració de la importància es classifiquen els impactes d'acord amb el reglament anteriorment citat, en:

- **Compatibles**: Impactes amb valor d'importància inferior a 25. Suposa una recuperació immediata del medi un cop ha finalitzat l'activitat.
- **Moderats**: Impactes amb valor d'importància entre 25 i 50. Té una recuperació de les condicions del medi que no necessita pràctiques correctores ni protectores. La recuperació de les condicions inicials requereix un determinat temps.
- **Severs**: Impactes amb valor d'importància entre 51 i 75. Implica l'adequació de mesures protectores o correctores per a la

recuperació de les condicions del medi. La recuperació requereix un llarg període de temps

- **Crítics:** Impactes amb valor d'importància més gran de 75. És un impacte de magnitud superior al llindar acceptable. Amb aquest tipus d'impactes es produeix una pèrdua permanent de la qualitat de les condicions ambientals, sense recuperació possible encara que s'adoptin mesures protectores o correctores.

8.4. ESQUEMA METODOLÒGIC

Per tal d'obtenir una rendibilitat òptima en la realització del projecte s'ha procedit a l'elaboració d'un esquema metodològic en el qual es consideren els diferents objectius plantejats. Aquest apartat s'enfoca principalment a la descripció de les principals actuacions executades durant el projecte així com la seva temporalitat, tanmateix té una funció estructuradora que permet determinar més clarament els límits d'estudi.

Degut a la seva naturalesa temporal, l'esquema metodològic s'ha dividit en tres apartats ordenats cronològicament i detallats a continuació:

8.4.1. FASE 1: RECERCA

Aquesta primera fase del projecte es caracteritza principalment per la recerca d'informació així com per la determinació dels objectius principals d'estudi. S'han distingit 5 procediments principals per a la recerca d'informació: recerca bibliogràfica, recerca digital, entrevistes a tècnics del parc, entrevistes a altres especialistes i sortides de reconeixement de la zona d'estudi.

Per tal d'obtenir certa informació general sobre l'extracció i el tractament de biomassa així com de la zona d'estudi s'ha realitzat una recerca bibliogràfica i digital general. A més a més, també s'ha realitzat una primera sortida de reconeixement per l'àmbit d'estudi.

La consulta amb especialistes del parc ha servit per obtenir informació més detallada i específica per assolir els objectius del projecte. La principal font d'informació i de suport en aquest projecte ha estat el tècnic del parc i enginyer forestal, Marc Garriga Luján, que ha facilitat molta de la informació necessària sobre les característiques físiques i biològiques de l'àrea. Nogensmenys cal tenir en compte la col·laboració del personal de l'ICTA, facilitant projectes

relacionats i informació complementària, així com contactes d'utilitat per a la realització del projecte.

Aquesta primera fase es pot observar a la figura 8.6., que hi ha a continuació.

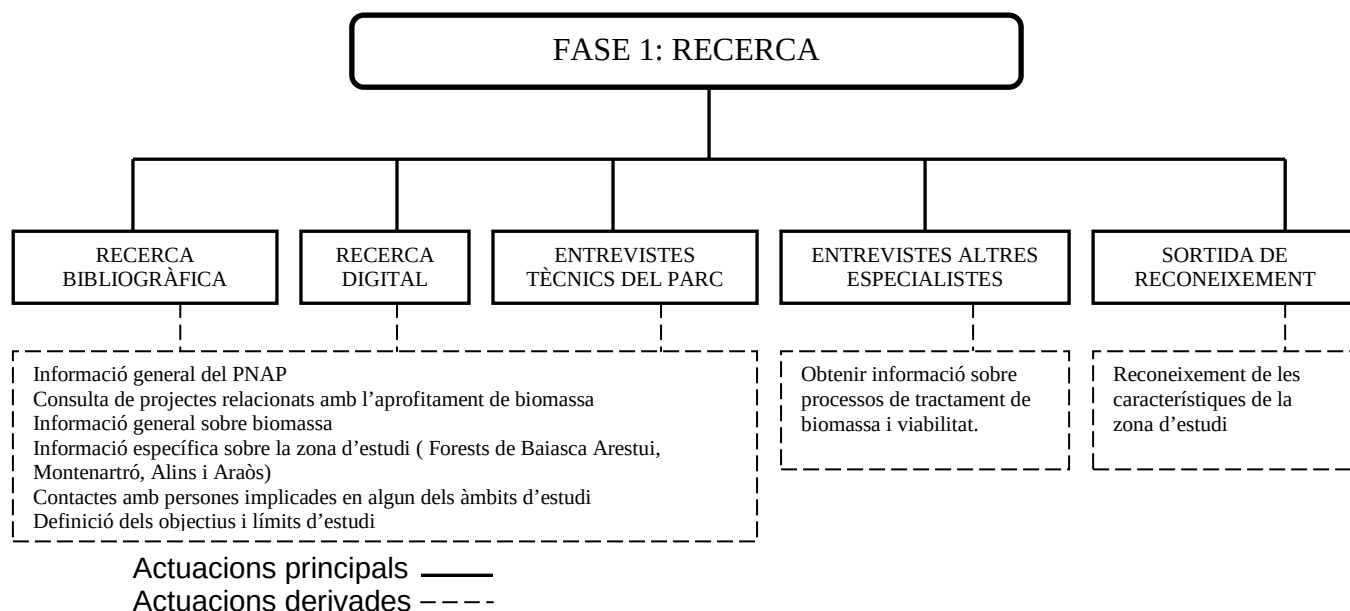


Figura 8.6: Procediments i actuacions durant la fase de recerca.

Font: Elaboració pròpia

8.4.2. FASE 2: ANÀLISI I TRACTAMENT DE LA INFORMACIÓ

Un cop recopilada la informació necessària, s'ha procedit al seu anàlisi (figura 8.7). Primerament s'ha realitzat un estudi sobre la biomassa susceptible de ser extreta segons els diferents POF's que afecten les forests així com s'han analitzat, comparat i verificat les diferents variables emprades d'acord amb la normativa vigent a la zona d'estudi. Un cop obtinguts els resultats d'aquesta anàlisi s'ha quantificat la biomassa disponible susceptible de ser explotada amb finalitats energètiques així com la metodologia d'extracció. Un cop obtinguda la biomassa disponible s'ha procedit al càlcul del seu potencial energètic així com de l'alternativa més viable per al seu aprofitament.

Paral·lelament a l'estudi teòric s'han realitzat sortides de camp per tal d'ajustar els paràmetres teòrics a la realitat de l'espai. Mitjançant entrevistes amb els diferents actors implicats en el projecte així com amb l'observació directa de

l'espai susceptible de ser explotat s'han modificat els paràmetres teòrics, obtenint d'aquesta manera un resultat més ajustat al possible resultat pràctic.

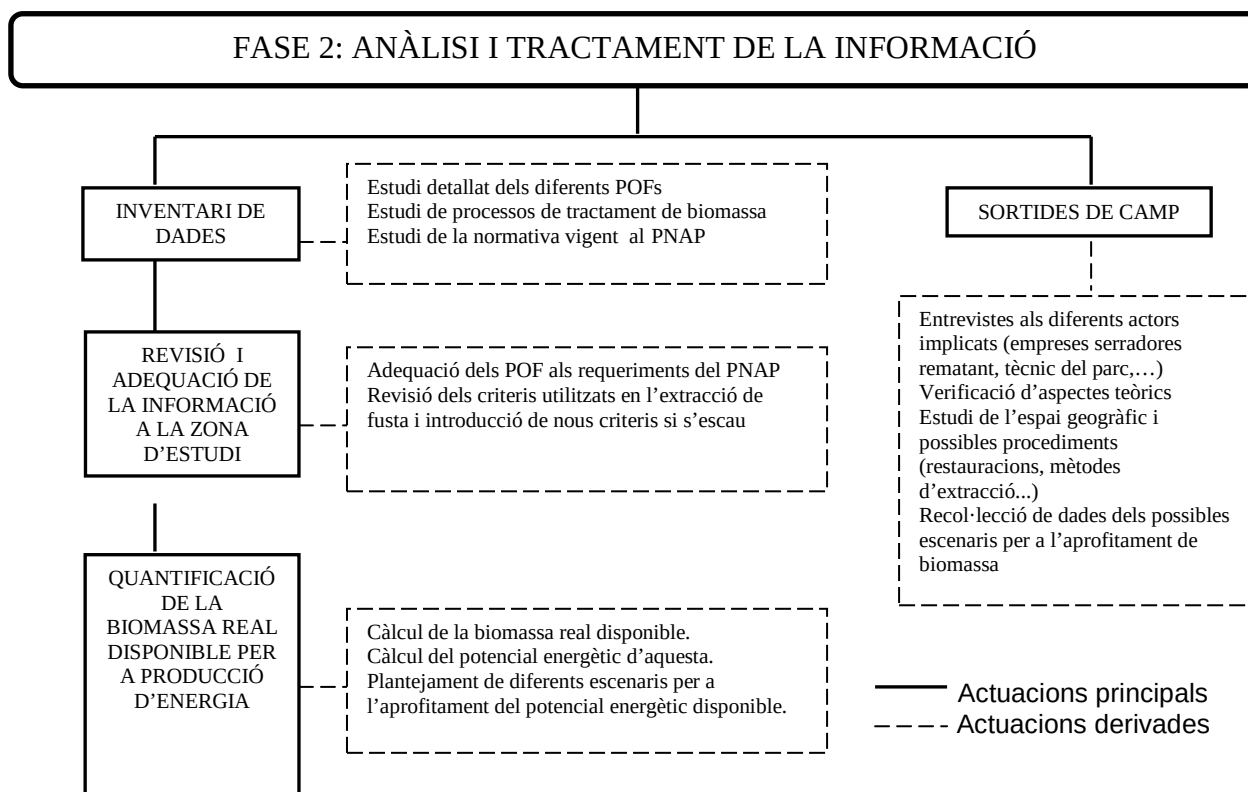


Figura 8.7: Procediments i actuacions durant la fase de anàlisi i tractament de la informació. Font: Elaboració pròpia

8.4.3. FASE 3: CONCLUSIONS I PROPOSTES

Un cop finalitzat el procediment de diagnosi s'ha procedit a una síntesi i una avaluació dels resultats obtinguts (figura 8.8). A partir de l'anàlisi de les dades obtingudes s'han obtingut les conclusions sobre la viabilitat i les possibilitats sobre l'aprofitament de la biomassa forestal amb finalitats energètiques al PNAP. Tanmateix s'ha optat pel plantejament de varies propostes de millora. Malgrat que el tema a tractar és molt extens i resulta impracticable estudiar tots els processos que es plantegen, en aquesta part final s'esmentaran aquells aspectes d'interès que no s'hagin pogut tractar però que presenten certa rellevància en l'estudi.

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

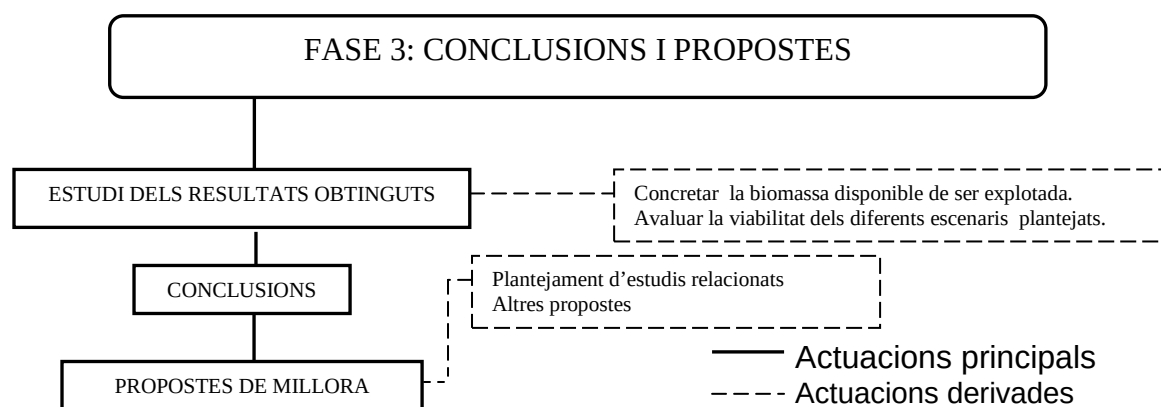


Figura 8.8: Procediments i actuacions durant la fase de conclusions i propostes. Font: Elaboració pròpia

BLOC 3: INVENTARI

- 9. TRACTAMENTS SILVÍOLES AL PNAP
- 10. CONDICIONANTS ESPECÍFICS PER A LA
EXTRACCIÓ DE BIOMASSA
- 11. FASES DE L'APROFITAMENT FORESTAL PER
A LA OBTENCIÓ DE BIOMASSA
- 12. TECNOLOGIA DELS TREBALLS FORESTALS
- 13. TIPUS DE TRANSPORTS
- 14. BALANÇ ENERGÈTIC DE L'APROFITAMENT
DE LA BIOMASSA
- 15. INVENTARI SOCIOECONÒMIC DEL SITEMA
- 16. DESTÍ FINAL DE LA BIOMASSA

BLOC 3: INVENTARI

9. TRACTAMENTS SILVÍCOLES AL PNAP¹⁷

En aquest apartat es defineixen els diferents tractaments silvícoles que es duen o s'haurien de dur a terme dins el PNAP segons els POF de les diferents forests d'estudi ja que alguns d'aquests tractaments podrien ser una font de biomassa residual forestal susceptible de ser aprofitada per a la producció energètica.

Els tractaments silvícoles a aplicar en cada rodal per a cada tipus d'espècie es defineixen a través d'una eina anomenada **Tipus de Bosc Final (TBF)** [38] i està àmpliament difosa en la gestió de boscos públics de Centreeuropa, i que és de gran utilitat en la elaboració dels Projectes d'Ordenació per Rodals.

El TBF defineix en detall les estratègies silvícoles de gestió (regeneració, tractaments i torn o edats de maduresa) necessàries per obtenir una determinada estructura de massa al final del torn/edat de maduresa. Es determinen les espècies que composaran el rodal, així com el diàmetre final mig i nombre de peus finals a obtenir al final del torn proposat. En la seva definició es parteix de la multifuncionalitat del bosc i per al gestor suposa una ajuda eficaç per adaptar la silvicultura a les condicions reals d'estació a través de l'elecció de les espècies, els tractaments silvícoles, l'estructura de la massa, la duració dels períodes de rotació de les aclarides i del torn. El resultat pràctic es tradueix generalment en una millora de la gestió i consegüentment de la productivitat final fustera de les forests.

S'han identificat diferents tipus de TBF en funció de l'espècie productora dominant amb l'objectiu d'aconseguir, amb el mínim torn possible, arbres amb diàmetres mitjans de 35-50 cm (criteri tecnològic), el màxim de cilíndrics, i amb alçades mínimes totals de 14 metres, per tal de poder oferir un producte final de qualitat a les serradores de la comarca i poder obtenir un òptim rendiment econòmic en producció de fusta.

En el Pla General dels POF's, per a cada rodal s'estudia l'estructura actual i es compara amb el TBF per elegir les properes intervencions a efectuar. Tot i així, una gran part dels rodals productors de fusta d'edats mitjanes i altes presenten una estructura alterada (sovint de major densitat i menor diàmetre mitjà a una edat donada) en comparació al TBF per abandonament de les pràctiques silvícoles o l'aplicació d'aquestes a uns períodes i/o intensitats diferents degut a que sovint les aclarides practicades eren baixes i les intensitats dèbils per

¹⁷ Apartat 9 elaborat a partir del recull d'informació de [1] i [39].

prudència i temor a la inestabilitat de la massa. En aquests casos caldrà adaptar paulatinament l'estructura del bosc a la del TBF (intensificant les pràctiques silvícoles) per poder aconseguir els diàmetres desitjats al final del torn/edat de maduresa o, en cas contrari, iniciar els tractaments de regeneració arbòria per impossibilitat de reacció de la massa als tractaments silvícoles de millora i començar de nou així la gestió silvícola del regenerat rodal segons el TBF.

Per determinar la necessitat d'aclarir una massa d'un rodal, també s'estudia el **factor "h/d"** que relaciona l'alçada mitjana (h) amb el diàmetre mitjà (d) del rodal. Xifres del factor "h/d" entre 70 i 90 donen un bosc d'espessor normal, de 90 a 100 demana una aclarida, de 100 a 125 s'ha esperat massa i l'aclarida s'haurà de fer amb molt de compte, i quan supera 125, val més tallar arreu i començar de nou ja que en cas d'aclarir la massa es desestabilitzarà pel vent o el pes de la neu, amb conseqüències dolentes evidents.

A les masses mixtes, la gestió s'adaptarà a l'espècie predominant i/o preferent en cada cas concret, conservant un número mínim de peus (25-50 peus/ha) de les altres espècies al final del torn per tal de garantir el manteniment dels valors paisatgístics i ecològics que proporcionen.

Així doncs, a continuació es descriuen els diferents tractaments silvícoles que es poden dur a terme en les forests del PNAP. Aquests tractaments es divideixen segons la seva finalitat en:

- Tractaments de regeneració
- Tractaments de millora
- Altres tractaments (poda, estassada,...)
- Tractaments per a la prevenció d'incendis forestals

9.1. TRACTAMENTS DE REGENERACIÓ

La modalitat de les tallades de regeneració difereix en funció de l'espècie sobre la qual s'actua. S'apliquen en el cas que l'edat dels arbres es troba molt avançada i per tant els treballs de millora no modificaran l'estructura actual dels boscos per obtenir la desitjada per l'explotació forestal.

Es distingeixen diferents tractaments silvícoles segons si es vol mantenir una estructura regular o bé irregular.

9.1.1. TALLADES ARREU

Consisteix en aprofitar el bosc tot mantenint-lo amb una estructura regular, dividint-lo en zones on es talen tots els arbres segons el nombre d'anys del

torn. Aquesta pot ser a partir d'arbres pares a cada hectàrea que regenerin el bosc llançant llavors, o amb regeneració per bosquets.

La *tallada arreu per bosquets* es fa generalment en l'avet i sobre tot en el pi negre. És la tallada menys dràstica, ja que el que pretén es assimilar-se a la manera natural que té la massa per a regenerar-se. Es tracta de tallar petits bosquets (0,25-0,5 has) dintre del rodal, creant petits clars que no han de tenir problema en regenerar, a l'estar totalment rodejats d'arbrat més adult.

9.1.2. TALLADES DE SELECCIÓ

S'eliminen els arbres que han arribat al final del torn previst (que tenen un diàmetre concret) i també s'eliminen els sobrants de les classes diamètriques inferiors per eliminar la competència.

9.1.3. TALLADES PER ACLAREIG SUCCESSIU UNIFORME I/O PER BOSQUETS

Aquest tractament, síntesi del dos mètodes anteriors, està pensat per a les masses regulars de les forests i es divideix en tres procediments:

Les tallades preparatòries consisteixen en eliminar entre 1/3 i 2/3 d'arbres abans que la massa regeneri per tal de preparar la massa per generar llavor i preparar el sòl per rebre-la.

Les tallades disseminatòries es realitzen quan la massa forestal està en una situació molt avançada, on hi ha un estrat dominant d'arbres grans, que alhora ja fan d'arbres pare, un estrat codominant d'arbres potencials amb bon futur i un bon regenerat. Realitzades per permetre arribar la llum al sòl i distribuir la llavor homogèniament. S'ha de fer quan hi ha bona collita i dintre de l'any el més tard possible per tenir llavor madura. Si el sòl estigués molt compacte caldria preparar-lo amb un laboreig. La regeneració avançada, es pot respectar a excepció si està mal formada o molt aïllada. Cal evitar prolongar massa les tallades de regeneració; aquesta es pot considerar un èxit quan s'aconsegueixen de 1 a 4 plantes/m². Aquesta intervenció eliminarà més de la meitat de la densitat dels arbres de la classe dominant, deixant els millors arbres com a arbres pares i assegurant la regeneració de la massa. La fusta que produeixen aquestes tallades, és la de major qualitat i tamany i per tant la millor tallada juntament amb les tallades finals. S'extreu un 40-60% del volum inicial en funció de l'espècie.

Les tallades secundàries: La tallada d'arbres pare és la tallada final i consisteix en tallar els arbres pare que han quedat de l'anterior tallada (la disseminatòria) i que entorpeixen el desenvolupament de les noves plantes, de forma gradual o

amb una sola vegada. Quan es fa, la regeneració de la massa ja està assegurada i ja s'ha complert el torn de l'espècie en concret. Cal dirigir els arbres als punts de menor regeneració, desbrancar i trossejar abans de desemboscar, eliminar les restes de tallades, i dissenyar una correcta explotació amb carrils de desembosc.

L'aclareig successiu pot realitzar-se espacialment peu a peu (aclareig successiu uniforme: pi roig) o per bosquets (aclareig successiu per bosquets d'amplada 3-5 cops l'alçada dels arbres - 30-80 m- 0.2-0.5 ha: pi negre i avet)

9.1.4. ENTRESSACA

Aquest tractament està pensat per a les masses irregulars de les forests i es divideix en 2 tipus:

L'entressaca peu a peu es practica en masses irregulars amb un predomini clar d'avet i on es mantindrà com espècie principal el mateix.

L'entressaca per bosquets: Quan es diferencia una mescla d'espècies a la massa arbrada (avet, pi roig, pi negre, etc) i es vol potenciar una de les espècies de llum, s'obriran bosquets de 0.5-1ha per tal que regeneri el pi roig i/o el pi negre front l'avet. Aquest procediment es du a terme per a assegurar la protecció del regenerat i la font de llavor, que provindrà dels arbres circumdants, però obrint bosquets que augmenti l'entrada de llum. En la mateixa operació de tallada, seria molt convenient l'arrossegament dels arbres tallats i l'apilament de les restes d'explotació en petits munts, per afavorir el remogut del mantell superficial, i la instal·lació de les llavors (pinyons).

9.2. TRACTAMENTS DE MILLORA

Són tractaments que s'apliquen a zones boscoses que tenen una estructura molt alterada en comparació a l'estructura que es vol aconseguir per a l'aprofitament. Aquests mètodes s'apliquen paulatinament per aconseguir els diàmetres finals desitjats i els torns de tala.

Es distingeixen diferents tractaments segons la mida de la massa boscosa:

9.2.1. ACLARIDES

Aclarida de plançoneda – (plançoneda grossa)

Quan comença una competència a nivell de capçades, cal dosificar la distància entre arbres mitjançant aclarides de plançonedes abans d'entrar en la fase d'hipercompetència (quan hi ha una gran mortalitat natural).

Aclarides – (perxada baixa i alta, fustal baix i mig)

Per tal de dosificar la competència, per fer una selecció qualitativa dels millors peus i per obtenir majors rendes per classificació de productes. Cal començar a fer-ho a edats joves quan hi ha una major capacitat de resposta. Cal eliminar els arbres llop (de gran creixement que ocupen molt d'espai, però són brancuts i de conformació poc adequada).

Aclarides baixes

En aquest tipus d'aclarides s'intervé fent tallades sobre l'estrat dominant dosificant la competència però hi ha una baixa obtenció de productes aprofitables.

Aclarides altes

Es respecta l'estrat dominat i s'actua tallant sobre l'estrat dominant, cosa que permet una bona selecció de la competència però amb un risc d'incendis forestals al no eliminar la continuïtat vertical de combustible. Té una bona comercialització de productes. Fenòmens desestabilitzadors com la neu i el vent s'eviten actuant precoçment aïllant els arbres amb aclarides altes.

Aclarides mixtes

Aquestes aclarides tenen la finalitat d'alliberar de competència a un determinat nombre de peus (arbres de futur), ja que han d'arribar a l'edat de maduresa en les òptimes condicions de creixement. Suposa una bona selecció, dosificació de competència i obtenció de productes. Els criteris de selecció dels arbres de futur són el vigor, la rectitud del tronc, l'absència de bifurcacions, la distribució homogènia, les branques petites i la secció. La selecció dels arbres de futur es fa als 20-30 anys.

Aclarides selectives mixtes

Es concentra en un determinat nombre de peus (arbres de futur) als que s'allibera de competència, ja que han d'arribar a l'edat de maduresa en les òptimes condicions de creixement. Suposa una bona selecció, dosificació de competència i obtenció de productes, però d'alt cost d'assenyalament. Els criteris de selecció dels arbres de futur són el vigor, la rectitud del tronc, l'absència de bifurcacions, la distribució homogènia, les branques petites i la secció. La selecció dels arbres de futur es fa als 20-30 anys.

9.3. ALTRES TRACTAMENTS

A continuació es descriuen altres tractaments que, tot i no generar una quantitat de biomassa residual forestal suficient com per a explotar-la de forma econòmicament viable, també es duen a terme dins el PNAP.

Tractaments de poda

Són aquells tractaments que modifiquen l'estructura vegetal dels arbres i arbustos per a donar-los formes regulars, que s'adeqüen al medi i a les circumstàncies en les que es troben. Distingim els següents tipus:

Poda baixa o de penetració (fins a una alçada de 2 o 2,5 m): serveix millorar l'accessibilitat de les persones i els bestiar a l'interior de la massa forestal i per a disminuir la seva continuïtat vertical.

Poda alta (per sobre els 2,5 m fins als 7 m): té com objectius produir una fusta sense nusos, millorar la cilindritat de la fusta, facilitar l'accés i millorar l'aspecte recreatiu. En definitiva tenir fusta de qualitat a un torn menor.

Estassada

És la eliminació de l'estrat arbustiu per facilitar el pas dels treballadors al bosc, l'ús recreatiu, així com el pas del ramat en cas que siguin zones aptes per a pastura. La disminució de la continuïtat vertical de la forest també s'aconsegueix amb aquesta pràctica. L'estassada de matoll, es tracta d'una eliminació de sotabosc i va unida a una eliminació de restes, que consisteix en una trituració dels residus produïts.

Replantacions i plantacions d'enriquiment

Replantació total: Consisteix en regenerar artificialment una zona que no hagi tingut una regeneració natural òptima. Generalment es fa en zones on s'han fet tallades mal fetes i solen ser zones d'excessiva pendent o zones molt rocalloses. També poden ser conseqüència de que no s'hagin deixat bons arbres pares, o que senzillament, no se n'hagin deixat.

Plantació d'enriquiment: És una mesura de lluita contra plagues, sobretot contra el vesc i la processionària, però alhora també és una prevenció contra incendis forestals, ja que estem trencant la horitzontalitat del bosc. Aquesta plantació es fa amb arbres que tenen fruits carnosos i vistosos. La lluita contra el vesc és deu a la generació d'aquests fruits que serviran d'alternativa a tots els ocells que acudeixen als fruits del vesc i que involuntàriament l'escampen per la forest.

Trituració de restes

S'hauria de realitzar aquest tractament silvícola després de cadascuna dels tractaments realitzats. Malauradament, l'alt cost que suposa aquesta acció redueix la seva realització a moltes zones on seria important (zones amb alt

risc d'incendis, zones on existeix pista forestal per aproximar al màxim la trituradora, rodals de conservació de la biodiversitat, etc.).

Aquesta actuació es pot realitzar amb la trituradora o manualment. Sempre que existeixi pista forestal, es trituraran totes les restes que es puguin apropar fins a vint metres banda i banda de la pista. En cas de ser rodals amb un ús principal de conservació de la biodiversitat, i ser inaccessibles per a la trituradora, aquest tractament s'haurà de fer manual (reduint al màxim les restes amb la moto-serra).

9.4. TRACTAMENTS PER A LA PREVENCIÓ D'INCENDIS FORESTALS

Els grans incendis forestals es produeixen per acumulació de grans quantitats de combustible i mitjançant els tractaments silvícoles el que es fa és reduir aquesta quantitat de combustible present als boscos. La majoria dels incendis s'originen a les solanes o bé al costat de les pistes de les forests. A l'estiu i la tardor és quan hi ha major presència de visitants al bosc, per tant és quan hi ha més risc d'incendi, sobretot a l'estiu ja que les temperatures són més elevades. Els llamps també podrien considerar-se un factor de risc natural. De tota manera, i en general, la zona del PNAP té un risc d'incendi baix.

Les actuacions específiques que es duen a terme en les masses forestals per a la prevenció d'incendis són bàsicament el manteniment i neteja de les vores de la xarxa viària i les infraestructures existents i el manteniment i/o allargament dels tallafocs.

A continuació s'anomenen les directrius que cal seguir per a la prevenció d'incendis forestals:

- L'àrea tallafocs tindrà 50 metres d'amplada
- Es deixarà una densitat de 200 peus/ ha
- Es tallaran els arbres menors de 10 cm de diàmetre normal, deixant uns pocs peus de futur.
- Es farà una estassada de matoll a tota la superfície de l'àrea tallafocs
- Es podaran els arbres fins a 4 metres d'altura, sempre que tinguin més de 10 metres
- Es trituraran tots els residus generats en els treballs de realització

Tot i això, tal i com ja s'ha comentat, els tractaments silvícoles esmentats en els punts anteriors també serveixen per a la reducció del risc d'incendis.

10. CONDICIONANTS ESPECÍFICS PER L'EXTRACCIÓ DE BIOMASSA¹⁸

Existeixen una sèrie de condicionants a tenir en compte en els aprofitaments forestals que es duguin a terme dins el Parc. Aquests condicionants generals sobre el modus d'actuació en les diferents fases d'aprofitament venen definits per la legislació sectorial existent. A la taula 10.1 s'enuncien els diferents condicionants a tenir en compte.

¹⁸ Apartat 10 elaborat a partir del recull d'informació de [1] i [40]. Annex I de l'acord de govern de 2006 per el qual s'aprova la XN2000 i on es defineixen les directrius de gestió forestal de l'àmbit pirinenc

Taula 10.1: Condicionants a tenir en compte en l'extracció de biomassa Font: [40]. Annex I de l'acord de govern de 2006 per el qual s'aprova la XN2000 i on es defineixen les directrius de gestió forestal de l'àmbit pirinenc

CONDICIONANTS	
PREVENCIÓ D'INCENDIS	• Les capçades dels aprofitaments forestals que no siguin retirades s'hauran de trossejar o triturar i estendre-les al sòl • En cap cas es podrà deixar restes de brancatge dins d'una franja de 20 metres d'amplada a banda i banda dels camins. • En els municipis d'alt risc d'incendi forestal (p.e. Soriguera), del 15 de juny al 15 de setembre, no s'autoritzen treballs que generin restes vegetals, excepte amb autorització expressa • Prohibit abocar escombraries i residus perillosos, incloent combustible i lubricants, o els envasos que els han contingut, que puguin ser causa de l'inici d'un foc
CAMINS FORESTALS	• Evitar la proliferació innecessària de les pistes forestals en l'àmbit de l'espai • Quan els aprofitaments de fusta requereixin l'obertura de vials de desembosc, es garantirà la posterior clausura dels mateixos i es promouran tasques per la seva renaturalització • L'obertura de nous vials es realitzarà en l'època de l'any no perjudicial per les espècies objecte de conservació, i és incompatible quan afecti al seus sectors crítics
SILVÍCOLES	• Cal garantir la regeneració natural, aplicant els tractaments de regeneració idonis per l'espècie (p.e. pi negre – tallada per bosquets) • Evitar l'ús de productes químics en al lluita contra plagues i malalties, apostant pels mètodes biològics i integrals • Intentar allargar al màxim les rotacions de tala, sense que se'n ressenti la producció silvícola • No realitzar aprofitaments fusters en pi roig durant l'època de risc de plagues d'escolítids (1 maig-31 juny) • Utilitzar mètodes d'extracció de fusta que redueixin l'obertura de vials forestals, amb la finalitat de limitar la penetrabilitat i fragmentació d'àrees d'interès natural • La treta de fusta amb cavall es pot subvencionar amb l'ordre d'ajuts d'espais naturals • Fer ús de lubricants biodegradables (especialment el de la cadena de la motoserra)

FAUNÍSTICS	• Adequar la realització dels aprofitament forestals a èpoques que no interfereixin amb el cicle biològic de les espècies amenaçades presents: - o Gall fer (principalment en pinedes de pi negre) – del 1 d'abril al 31 de juliol • Manteniment d'un mínim de 10 peus/ha de classe diamètrica superior i/o que tinguin cavitats de pícds per afavorir la fauna forestal • Manteniment d'un mínim de 5 peus morts/ha de classe diamètrica superior com a suport alimentari a espècies de fauna protegida que s'alimenta d'insectes xilòfags • Manteniment d'arbres caducifolis aptes per la nidificació de pícds (p.e. trèmol) • Manteniment d'arbres amb capçada tipus plataforma per nidificació de rapinyaires forestals • Els sectors on es detecti presència de nius de rapinyaires forestals amenaçats, es garantirà un perímetre de protecció al voltant del niu (amplada segons espècie) - o Supressió total de treballs forestals (radi 300-500 m) - o Supressió temporal de treballs forestals (radi 500-1000 m) • Reservar les àrees vitals de gall fer i mussol pirinenc sense fer tractaments (inclòs en els POF's)
HÀBITATS	• Fomentar estructures de mosaic, alternant diferents densitats d'arbrat amb clarianes on predominin espècies arbustives productores de fruits, prats i pastures. • Conservació de petits hàbitats d'interès natural i cultural com fonts, entollaments, barrancs, roquissars, penya-segats, espècies de bosc de ribera, peus d'espècies nutrícies per animals,.. • Reservar parcel·les de bosc madur en els sectors més ben conservats (els que presentin un índex de maduresa major) (inclòs en el IOF)

10.1.DIRECTRIUS PER A LA REALITZACIÓ DELS TRACTAMENTS SILVÍCOLES

L'època de les tallades és i continuarà essent de finals d'agost/principis de setembre fins al novembre (si les condicions climatològiques ho permeten), per ser l'única època en que no hi ha neu ni tampoc hi ha perill de propagació o d'explosions demogràfiques de cap plaga.

A més a més dels condicionants generals definits per la llei, existeixen unes directrius d'actuació específiques per l'aprofitament de la llenya, la fusta i la biomassa de les forests que venen definides en els POF's. Es determinen uns criteris d'actuació que són fonamentals per dur a terme una gestió sostenible de la forest, amb el medi natural i amb el territori. Molts d'aquests criteris són part de l'estudi anomenat "Plan de Conservación y Mejora de la Biodiversidad Forestal del Mig Pallars (Pirineo de Lleida) " [26].

Com a antecedent a aquests criteris, s'ha d'anomenar el projecte LIFE Pirineu Viu, que durant el seu funcionament, va establir uns criteris de sostenibilitat que han quedat establerts al territori. Aquests criteris són avui en dia, pilars fonamentals d'aquests tipus de gestió. A partir d'aquests criteris i juntament amb la consulta d'experts i de bibliografia referent, s'han establert les directrius per a cada aprofitament o ús. A la Taula 10.2 s'anomenaran una sèrie de criteris a portar a terme en la realització dels tractaments silvícoles.

Taula 10.2: Criteris a tenir en compte en l'explotació de la biomassa al PNAP. Font: [40]

CRITERIS	
TALLADES	• Afavorir un mosaic (< 5 a 10 ha) de vegetació, és a dir, la heterogeneïtat espacial, tant vertical (varietat d'espècies i/o superposició de capçades a diferents alçades), com sobretot horitzontal, amb combinació de densitats d'arbrat i arbustius. • S'han de respectar un percentatge de peus destinats al refugi d'espècies que depenen dels arbres de gran diàmetre significant una reserva mitjana de 5 peus/ha, que afectarà a arbres vells o secs extrafusters (diàmetre > 55 cm), arbres amb cavitats, peus exemplars d'arbres pare portadors de llavor de qualitat, etc. • Es deixarà un mínim de 5 arbres morts amb diàmetre normal no inferior a 40 cm per ha. • Es tallaran exclusivament els peus assenyalats per tallar. En actuacions de sanejament pot efectuar-se un assenyalament invers, assenyalant els peus que han de quedar. • Es mantindran en tots els tractaments posteriors aquest mínim de peus d'arbres morts per tal d'incrementar la biodiversitat del bosc afavorint el refugi i la nidificació de certes espècies (ex. gall fer). • Es prioritzaran les estructures regulars front a les irregulars ja que comporten freqüències d'intervenció més baixes (cada 15-20 anys per aclarides), amb la conseqüent tranquil·litat per a la fauna i una major obertura de clars per a millorar la producció de fruits forestals. • Allargar el màxim possible les rotacions per requisits de tranquil·litat de la fauna forestal. No obstant, si les rotacions s'allarguen molt el rendiment disminueix, per tant s'ha de trobar un punt d'equilibri entre conservació i producció. • Evitar la regeneració uniforme de superfícies molt grans: parcel·les de regeneració de $\leq 0,5$ ha. per no perjudicar la fauna. • Utilitzar sempre eines de treball netes al començament de cada tractament per evitar infeccions a la massa i possibles patologies. • Els talls de poda es faran a nivell del tronc, sense sobresortir 5 cm del mateix. D'aquesta manera, es facilita la cicatriçació del nus i es millora la qualitat de la fusta. • Les soques dels peus tallats el més pròxim al terra possible, sobrepasant com molt 10 cm. És interessant deixar un grup de soques per ha (2 a 5 peus per ha) a 1- 4 metres de terra que actuaran d'estaques o zones de descans,

	importants per la fauna amenaçada i per un paisatge més madur. • A l'hora de tallar es respectaran tots els arbres amb cavitats naturals o excavades pels picots. • Respectar tots els arbres amb nius de grans ocells, especialment els rapinyaires forestals, deixant un bosquet d'arbrat intacte al seu voltant (radi de 20 metres o bé 50 m si el niu és d'àguila daurada) • Respectar els troncs tombats pel vent (sobretot si són de gran tamany), especialment quan siguin escassos al rodal. Deixar un mínim de 10% de la fusta morta de cada rodal. • En les acumulacions de fusta morta originades per perturbacions de magnitud catastròfica, pot retirar-se el gruix del material respectant els criteris exposats fins ara. • Es deixaran per tallar, tots els arbres situats al voltant de les petites zones humides, afloraments rocallosos o altres elements singulars a escala de rodal. • Deixar una franja d'arbrat sense tallar als costats dels barrancs per evitar danys sobre la vegetació rupícola i per mantenir l'estabilitat del terreny, les ombres al cabal, i l'aportació de nutrients per la caiguda de restes de l'arbrat. • Deixar una franja d'arbrat sense tallar al voltant de les pistes i camins, amb la fi d'impedir l'erosió en desmunts i terraplens i, al temps minimitzar l'impacte visual. • No quedaran arbres penjats, a menys que no es puguin desenganxar amb la indumentària normal. • No quedaran residus en les zones de treball: llaunes de benzina, d'oli, sacs de plàstic, peces de roba, restes de cremes,... • No es podrà tallar el pi roig (<i>Pinus sylvestris</i>) durant els mesos d'abril i maig per prevenció de plagues de perforadors. • Els treballadors forestals hauran de realitzar les feines amb tot l'equip obligatori (casc, botes, guants, etc.) de color viu per estar contínuament localitzat. Els treballadors forestals, hauran de conèixer a la perfecció totes les mesures de protecció d'obligatori compliment • En cas d'existir algun itinerari eco-turístic que passi per un rodal, es comunicarà als punt d'informació i/o s'assenyalarà sobre el territori. • En cas de fer alguna actuació silvícola en alguns dels rodals per on passi algun itinerari forestal existent o futur, es respectarà al màxim.
--	--

	• Minimitzar al màxim la realització de treballs forestals important durant el període de major sensibilitat de la fauna (15 de març a 15 de juliol), especialment si comporten tals d'arbrat de diàmetre normal major de 30 cm. • Evitar l'ús de plaguicides pels seus efectes negatius directes o indirectes sobre la fauna. • En cas que es faci alguna actuació en algun rodal on hi hagi un element de patrimoni històric, caldrà seguir les directrius especificades en l'apartat corresponent a patrimoni històric de l'Estat Socioeconòmic
SELECCIÓ DE TANYS	• Als rodals on hi ha una potencialitat de roure es durà a terme la conversió de bosc menut a bosc gran, més favorable per la majoria de fauna amenaçada. • Si la formació està en fase de màquia, serà convenient obrir clars i realitzar una selecció de tanys intensiva que permeti l'entrada de llum i aire. • És convenient deixar de tant en tant una formació tipus màquia, que actuï com a refugi per a la fauna. • Les restes resultants d'aquest tractament, es poden oferir a la població local com a llenya de qualitat.
EXTRACCIÓ DE LA FUSTA	• L'extracció es farà amb matxo sempre que es pugui, és a dir, sempre que es disposi del personal necessari (amb coneixements) i dels recursos necessaris. • Es donarà prioritat a la treta en matxo, en llocs de topografia escarpada, elevada pendent o pedregositat i en totes les AGD (àrees de gestió dirigida). D'aquesta manera s'evitarà la creació de noves vies per la treta amb tractor i l'impacte que comporta. • En cas de no practicar-se amb matxo, es traurà amb tanqueta petita de cadena (la maquinària que produeix menys impacte erosiu). • L'extracció de la fusta sempre es farà seguint les mateixes carrues, reutilitzant d'antigues, i en cas de fer-se de noves, es concretaran amb l'enginyer encarregat. • No ha de realitzar-se la treta i arrossegament per lleres de rius, tot i que estiguin secs. Només es farà en aquells casos, on la treta suposi un dany elevat als ecosistemes o als hàbitats singulars o importants que hi hagin en la zona de treta. • Es deurà realitzar el mínim nombre de creuaments de lleres de rius, tot i estar secs; quan s'hagi de fer, es farà per passos preparats. • En els arrossegaments mai es faran carrues de més de 12 metres de longitud, llevat que estigui autoritzat pel gestor

	forestal. • Una vegada finalitzat l'aprofitament, l'adjudicatari deurà realitzar els talls en les carrues. Aquelles vies que no siguin de caràcter permanent, es tancaran al seu inici, amb l'objectiu d'evitar l'accés motoritzat de personal aliè i es procedirà a realitzar els talls pertinents per evitar processos erosius.
RESTES	• En els rodals per on passi la pista forestal, es trituraran totes les restes a menys de 20 metres amb la trituradora. • Els munts de restes de triturat que quedin després de l'acció anterior (fins 1,5 metres), s'hauran d'escampar pel territori fins que quedi com a molt 10 cm de gruix. • En els rodals on no arribi cap pista forestal, se separarà el brancatge del tronc, i es trinxarà, el tronc es tallarà a trossos de menys 1,5 metres. Una vegada trinxat s'amuntegarà en munts repartits de manera homogènia sobre el terreny. • En rodals de conservació de la biodiversitat (tipus AGD) i recreatius, en cas d'haver-hi pista, s'aproximarà al màxim totes les restes fins la pista i es triturarà. En cas de no haver pista, se separarà el brancatge del tronc; el brancatge es trinxarà amb la moto-serra en trossos de menys de 50 cm, i el tronc es tallarà en trossos de 1 metre i s'amuntegaran.
FUSTA AL CARREGADOR	• Quan el carregador estigui ple de fusta i en una pista en ús, serà indicat amb les corresponents senyals de perill en ambdues direccions. • La fusta es disposarà de manera ordenada, mentre espera ser carregada al camió. • En determinades temporades, si la càrrega ha d'esperar uns dies, es convenient tractar la fusta acumulada amb diferents antipatògens per evitar possibles infeccions

11. FASES DE L'APROFITAMENT FORESTAL PER A L'OBTENCIÓ DE BIOMASSA¹⁹

11.1. METODOLOGIA DELS TREBALLS D'APROFITAMENT FORESTAL

La **metodologia** dels **treballs d'aprofitament forestal** es divideix en cinc fases segons el criteri seguit en el "Pla de Biomassa" [41] (Taula 11.1):

Taula 11.1 : Fases de l'aprofitament forestal Font: Elaboració pròpia

FASES DE L'APROFITAMENT FORESTAL	
Construcció i/o adequació de camins	 Font: [42]
Neteja prèvia del terreny	 Font: [43]
Tallada, desbrancat, despuntat i trossejat	 Font: [1]
Apilat, reunió i desembosc	 Font: [44]
Transport	 Font: [45]

¹⁹ Apartat 11 i subapartats elaborats a partir de [44] i [45].

11.1.1. CONSTRUCCIÓ DE CAMINS

Consisteix en crear i/o habilitar una xarxa viària que permeti la correcta accessibilitat al bosc de la maquinària i dels camions per a dur a terme les explotacions actuals i futures. Aquesta és una de les fases que requereix més mitjans mecànics i l'objectiu d'aquesta fase és reduir el conjunt de costos d'extracció.

La xarxa viària, en el cas dels aprofitaments forestals, és utilitzada, bàsicament, per al pas de:

- Maquinària emprada en el desembosc.
- Maquinària emprada en el transport de la fusta.
- Mà d'obra que treballa sense maquinària pesant (talladors, apiladors, etc.), per aproximar-se amb vehicles tot terreny a la zona a aprofitar, de manera que es redueixin els desplaçaments que ha de fer l'operari per dins del bosc.

11.1.2. NETEJA PRÈVIA DEL TERRENY

En la major part dels casos, la neteja suposa tallar el sotabosc, triturar-lo i estendre'l sobre el sòl per poder introduir la maquinària al bosc. La recollida d'aquesta biomassa residual dels treballs de neteja per al seu posterior aprofitament no és viable econòmicament, però podria arribar a ser-ho si es produís una revalorització de la biomassa.

11.1.3. TALLADA, DESBRANCAT I DESPUNTAT, TROSSEJAT

Aquesta és la fase en la qual es realitza l'aprofitament forestal. La **tallada** es realitza el més arran de terra possible i es fa una planificació de la direcció de caiguda per a cada arbre a tallar. El **desbrancat i despuntat** és l'operació que més temps ocupa i es pot dur a terme de manera manual (serra mecànica o destal) o mecanitzada. Finalment, cal **trosejar** els troncs, és a dir, dividir el tronc tallat i desbrancat en trossos de longitud determinada segons l'ús posterior que es vulgui fer de la fusta i del mitjà de transport.

11.1.4. APILAMENT, REUNIÓ I DESEMBOSC

L'objectiu d'aquesta fase és col·locar la fusta i les restes de biomassa en un lloc accessible per al seu carregament en el mitjà de transport escollit. Si la fusta és

de grans dimensions, l'**apilament** i la **reunió** es pot fer de manera mecanitzada, mentre que pels diàmetres més petits aquest procés es du a terme de forma manual.

L'operació de treta de la fusta o desembosc es divideix en l'arrossegament i en el desembosc pròpiament dit. L'**arrossegament** és l'operació en la qual la fusta és extreta fins a peu de pista i el **desembosc** consisteix en retirar aquestes piles mitjançant els camions de transport.

11.1.5. TRANSPORT

És la fase en la que es porta la fusta al punt de tractament ja sigui passant per un punt intermedi d'emmagatzematge o no. Actualment el transport es realitza amb camions o amb remolcs de gran capacitat.

11.2.EL SISTEMA D'APROFITAMENT

L'aprofitament forestal consta de les fases descrites en el punt anterior i depèn del **sistema** emprat que pot ser: arbre sencer, tronc sencer, o bé fusta trossejada. En cada cas variarà la seqüència d'operacions, la seva ubicació (a peu d'arbre, pista o carregador) i el grau d'impacte sobre el terreny.

El sistema d'aprofitament (figura 11.1), bàsicament, està condicionat pels aspectes següents:

- La destinació de la fusta, segons la seva qualitat i dimensió.
- Les condicions del terreny, que permeten el desplaçament de la maquinària pel bosc.
- La forma i els mitjans de desembosc emprats.
- La densitat de pistes.

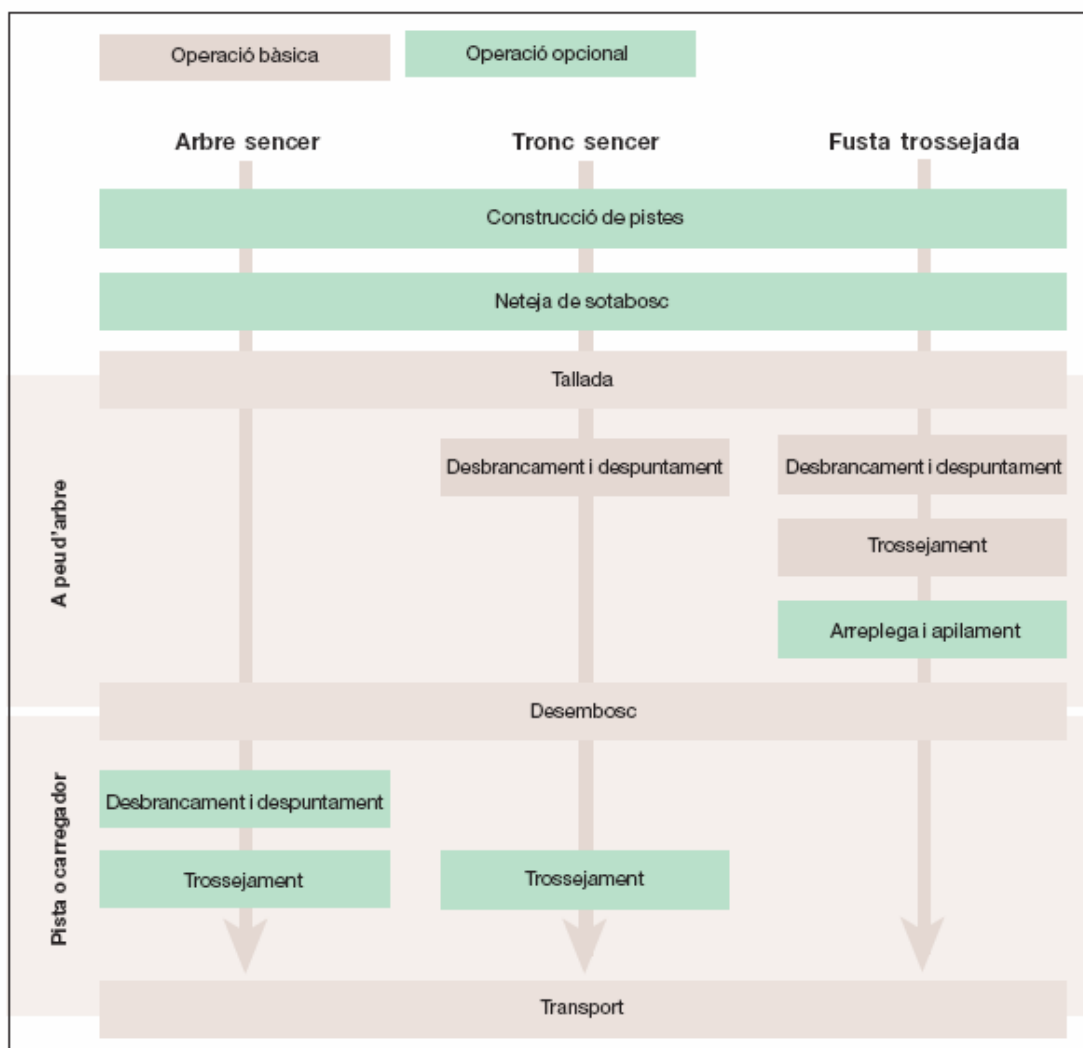


Diagrama de flux dels diferents sistemes d'aprofitament forestal

Figura 11.1: Operacions bàsiques i opcionals de tot aprofitament, segons els sistemes d'aprofitament d'arbre sencer, tronc sencer i fusta trossejada. Font: [44]

Segons els requeriments del producte a extreure, es fa servir un sistema d'aprofitament o un altre, acció que afecta l'organització dels treballs forestals d'un aprofitament.

Arbre sencer

Segons aquest sistema, l'arbre es talla i es desembosca, tot reduint al màxim possible les tasques a realitzar a peu d'arbre. Treballar amb arbres sencers, amb capçades i branques tan voluminoses, dificulta la mobilitat i incrementa els danys sobre el sòl i els plançons regenerats.

S'utilitza principalment amb fusta de petita dimensió o quan la zona d'actuació ha de quedar neta de restes. La seva aplicació a Catalunya és puntual, com a conseqüència de la seva baixa rendibilitat econòmica, i es limita als casos de neteges de les zones que queden als costats dels camins o d'aprofitaments per obtenir biomassa forestal per a ús energètic.

Tronc sencer

En aquest cas, l'arbre es talla i es desbranca, i després es desembosca sense trossejar. La destinació principal de la fusta aprofitada amb aquest mètode és a la serra o per fer-ne pals, tot i que es permet un trossejament posterior al desembosc.

A Catalunya és el sistema més estès, ja que permet una millor manipulació dels troncs que el sistema d'arbre sencer, i alhora disminueix els efectes ambientals negatius.

Fusta trossejada

L'arbre es talla, es desbranca i es trosseja abans de fer l'arrossegament. Normalment, s'aplica aquest sistema quan la llargada de la fusta no és important per a la seva destinació final i se'n fa una arreplega de les peces trossejades.

El sistema de fusta trossejada implica que totes les operacions es realitzen a peu d'arbre, de manera que s'incrementen els costos d'aquestes tasques manuals.

Segons el sistema d'aprofitament, s'usaran uns mitjans de desembosc o uns altres. Es poden observar a la figura 11.2.

	Peu de l'arbre	Desembosc	Carregador o pista	
Arbre sencer				Opcional
Tronc sencer				Opcional
Fusta trossejada				

Figura 11.2: Esquema dels diferents sistemes d'aprofitament
Font:[44].

12. TECNOLOGIA DELS TREBALLS FORESTALS²⁰

A continuació, seguint l'esquema que s'ha utilitzat en la definició de la metodologia dels treballs d'aprofitament forestal, s'anomenen i descriuen les diferents tecnologies existents per a dur a terme cadascuna de les fases de l'aprofitament.

12.1. ACCESSIBILITAT: ADEQUACIÓ DEL TERRENY I LES PISTES FORESTALS

La maquinària utilitzada per dur a terme les millores d'accessibilitat, l'adequació del terreny i les pistes forestals pot ser manual, amb la qual l'operari s'ha de desplaçar a peu (eines de podar, destrals i motodesbrossadores) o bé tractors amb motodesbrossadores.

²⁰ Apartat 12 i subapartats elaborats a partir de: "Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal". Judit Rodríguez, et al. (2005). "Aprofitament i desembosc de biomassa forestal". Judit Rodríguez (2006), "Bois-energie: Le déchetage en forêt". Laurier et al. (1998), "Extracting whole short rotation trees with a skidder and a front-end loader" Spinelli, R. i Hartsough, B.R. (2001), "Indagine sulla cippatura in Italia (A survey of Italian chipping operations)" Spinelli, R. i Hartsough, B.R. (2001) i "Biomassa: Maquinària agrícola y forestal" BESEL, S.A. (IDAE).

12.2. TÈCNIQUES DE TALLADA, DESBRANCAT, DESPUNTAT I TROSSEJAT

A Catalunya, la tallada (abatiment dels arbres) (figura 12.1), el desbrancat, despuntat i trossejat a peu d'arbre es realitza amb serra mecànica, a diferència d'altres països i d'algunes zones de la resta de l'Estat espanyol, on es mecanitzen els aprofitaments mitjançant màquines recol·lectores o processadores.



Figura 12.1: Treballador forestal fent aclarida
Font: [47]

12.3. TÈCNIQUES D'APILAMENT I REUNIÓ

Prèviament al desembosc, es pot fer el que s'anomena arreplega i que serveix per a facilitar l'extracció posterior de la fusta. L'arreplega consisteix a agrupar la fusta tallada en els anomenats carrers de desembosc (uns corredors oberts entre la massa forestal a una determinada distància, on es van apilant les diferents piles que després seran desemboscades). Es pot dur a terme amb tracció animal, de manera mecanitzada (recol·lectora), o bé de manera manual, segons les característiques de la fusta i el sistema de desembosc emprat posteriorment. El més habitual a Catalunya és l'arreplega i apilament de la fusta trossejada de forma manual.

Si es tracta de fusta trossejada o de petita dimensió, també es fa l'apilament, que consisteix en fer uns munts de fusta per facilitar la càrrega posterior al mitjà de desembosc.

12.4. TÈCNIQUES DE DESEMBOSC

La fase de desembosc, en la qual s'extreu la fusta del bosc, condiciona la realització de la resta d'operacions, com ara l'arreplega de la fusta i la construcció de camins o vies.

Hi ha zones protegides, com en el nostre cas, on les restriccions a l'hora de fer l'aprofitament fan referència al mitjà de desembosc a utilitzar, principalment si

són mecanitzats, i a la xarxa viària necessària per accedir a la forest. Tot i així, el grau d'afectació negativa del desembosc (impactes sobre el medi) depèn en gran manera del fet d'haver-ne fet una planificació correcta, com també de l'habilitat i la cura dels operaris que intervenen en l'aprofitament.

És important conèixer els diferents procediments i mitjans de desembosc, tant de fusta com de biomassa, per a poder dur a terme el balanç energètic i econòmic de l'extracció de la biomassa al PNAP.

12.4.1. PROCEDIMENTS I MITJANS DE DESEMBOSC

Es distingeixen diferents procediments per al desembosc de la fusta segons la posició d'aquesta durant l'extracció:

Estirament amb cable

Es tracta d'utilitzar el moviment del cable del cabrestant amb el tractor aturat per a retirar totalment la fusta. Generalment s'aplica quan la màquina principal, skidder o tractor agrícola, no arriba al punt on és situada la fusta, i d'aquesta manera l'estira pels ròssecs o tiradores. És molt freqüent fer servir el cable des de pista.

Arrossegament o semiarrossegament

S'efectua a continuació de la fase anterior. Llavors, amb un dels extrems de la fusta elevat, es desplaça el tractor, amb la fusta semiarrossegada al darrere (figura 12.2). El terme també es pot usar quan s'usen animals per l'extracció.



Figura 12.2: Desembosc de tronc sencer amb tractor agrícola amb cabrestany acoblat
Font: [44].

Paquets

Procediment de desembosc de fusta suspesa amb cabrestant. S'extreu la fusta trossejada curta mitjançant un paquet o feix de peces prèviament apilades, lligades al darrere del tractor i aixecades.

En remolc

Es refereix al desembosc de fusta suspesa sobre remolc d'autocarregador o de tractor agrícola, es pot observar a la figura 12.3.

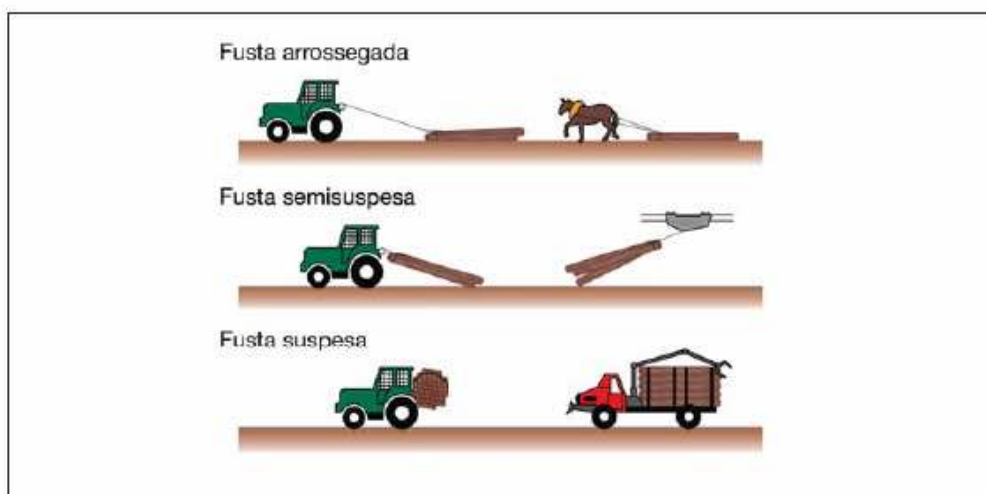


Figura 12.3: Posició de la fusta durant el desembosc
Font: [44].

A continuació s'introdueixen els diferents mitjans de desembosc, tot distingint entre:

- els no mecanitzats: manual, de tracció animal i per canals de desembosc
- els mecanitzats: tractor agrícola, skidder, cable aeri i autocarregador

MITJANS NO MECANITZATS DE DESEMBOSC

Desembosc manual o per gravetat

El desembosc manual o estimbada consisteix a treure fusta de petita dimensió o trossejada, bàsicament llenyes, llançant-la (lliscament o estimbada, figura 12.4) o traslladant-la (figura 12.4) només amb l'esforç físic dels operaris.

És molt freqüent per concentrar i disposar la fusta de forma adient per desemboscar-la posteriorment. Aquesta operació és especialment indicada en l'elaboració de piles per al desembosc per paquets o amb autocarregador, amb rolls petits.

Com a mitjà de desembosc, és poc emprat a Catalunya, i cada cop és menys freqüent. La seva aplicació es dona en els casos d'extracció de fusta de petita dimensió o trossejada en zones que, a causa de les seves característiques (orografia, inclusió en un parc natural, etc.), presenten restriccions administratives o naturals que fan preferent la utilització d'aquest mitjà enfront d'altres de més mecanitzats.

Es poden distingir els mètodes següents: Trasllat, estimbada i lliscament.

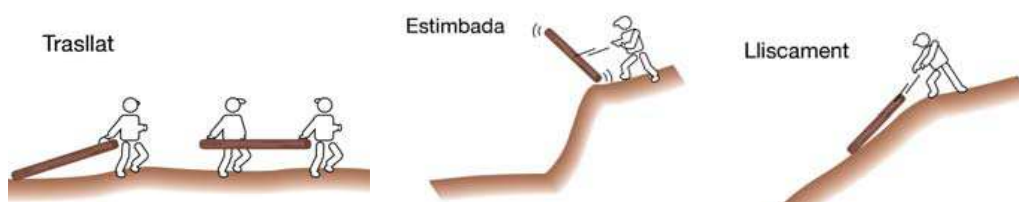


Figura 12.4: Desembosc manual o per gravetat Font: [44].

S'utilitzen aquests mètodes quan altres mitjans no són operatius. Així, s'utilitza en desnivells insuperables per maquinària o en llocs amb densitats de tallada molt baixes, i àrees de tallada poc extenses on no compensa traslladar-hi maquinària.

Desembosc per tracció animal

El desembosc amb animals permet extreure la fusta arrossegant-la amb mula o cavall. En les últimes dècades, la utilització dels animals de tir s'ha reduït substancialment a la major part del territori català, fruit de la mecanització agrària i posteriorment també la forestal.

El principal avantatge dels animals és la mobilitat que tenen. Gràcies a la seva petita envergadura i agilitat, poden circular en situacions d'elevada densitat de massa restant i esquivar obstacles. A més, en situacions de gran pendent del terreny, es poden moure en trajectòries obliqües al pendent màxim, a diferència de la maquinària.

Els animals són el mitjà que presenta menys limitacions en els casos d'accessibilitat difícil (terrenys irregulars amb una topografia escarpada, de forts pendents, amb molta pedregositat o inaccessibles amb la xarxa viària existent) o en aprofitaments de baixa intensitat amb dispersió espacial de les tallades i en tallades de selecció en què no s'extreuen exemplars de gran dimensió. A la figura 12.5 es pot observar l'extracció de fusta en cavall.



Figura 12.5. 1a Extracció de fusta amb cavall
Font: [47].

Canals de desembosc

La fusta és llançada a línies de canals per on llisca per gravetat fins al final del recorregut (es requereix un pendent mínim del terreny) (figura 12.6)



Figura 12.6: Canals de desembosc
Font: [44].

Per tal d'evitar l'obertura de camins de desembosc en espai de protecció especial, s'opta per aquest sistema de desembosc a l'hora d'extreure'n llenyes en tractaments silvícoles de millora degut al seu baix impacte ambiental.

El principal inconvenient de les canals de desembosc són el transport dels canals dins del bosc, l'arreglada de fusta fins a la canal i el muntatge de la línia, sobretot en condicions de fisiografia desfavorables. A la figura 12.7 es pot observar el procediment operatiu de treball en canal.

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

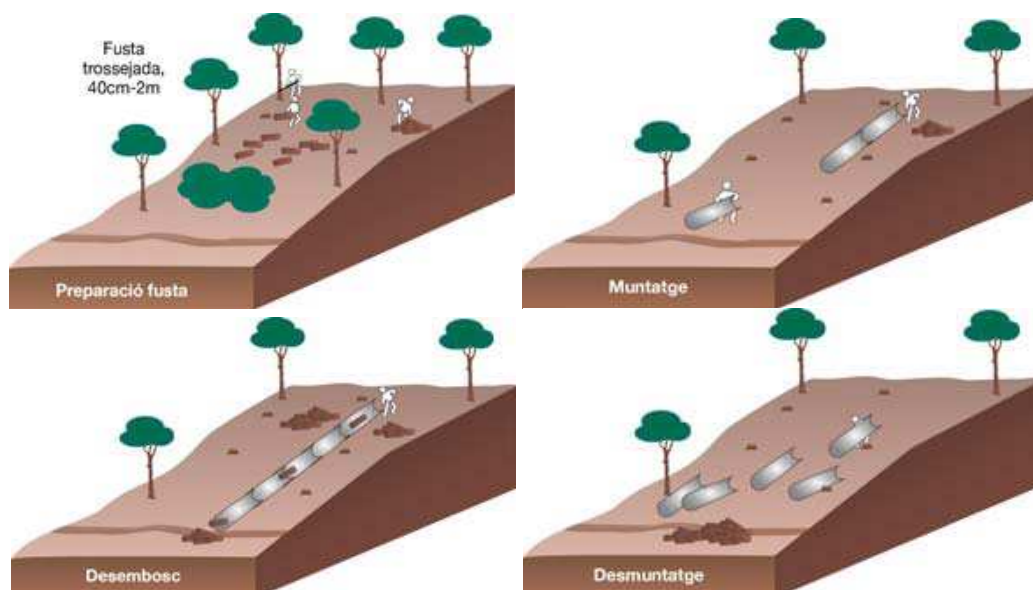


Figura 12.7: Procediment operatiu de treball amb Canals. Font: [44].

A més a més, la velocitat de la fusta ha de ser suficient per arribar al final del recorregut sense aturar-se, però prou lenta per evitar danys. Aturar la fusta és necessari sobretot en el cas que l'arribada de les peces sigui directament al mitjà de transport. A la figura 12.8 es pot observar el tractor.



Figura 12.8: Detall tractor. Font: [44].

MITJANS MECANITZATS DE DESEMBOSC

Tractor agrícola

El tractor agrícola permet desemboscar la fusta arrossegada, semiarrossegada o suspesa amb un cabrestant acoblat. El tractor agrícola és actualment el mitjà més estès a Catalunya gràcies a la seva polivalència, basada en la possibilitat d'acoblar-hi eines forestals i agrícoles. A més, és més econòmic invertir en un tractor agrícola i en les adaptacions corresponents per als treballs forestals, que no pas comprar mitjans específicament forestals, com ara l'skidder o autocarregador, que tenen un cost d'adquisició superior.

Els principals complements del tractor agrícola per a la realització del desembosc són el cabrestant, la grapa d'arrossegament i el remolc. Altres eines que també es poden incorporar són els capçals (de tallada, processadors o recol·lectors) i les grues (o altres dispositius de càrrega).

- **Cabrestant**

El cabrestant és l'eina més emprada per al desembosc forestal amb tractor agrícola i gairebé l'única a Catalunya. es mostra el desembosc de tronc sencer amb tractor agrícola amb cabrestany acoblat.

- **Grapa**

Es tracta d'una eina metàl·lica constituïda per diverses peces en forma de ganxo que, quan es contreen, subjecten el material contingut. El tractor amb grapa no s'utilitza a Catalunya.

- **Dispositius de càrrega**

Com a dispositius de càrrega hi ha les grues mecàniques i les hidràuliques que es poden instal·lar al darrere o al davant del tractor.

- **Remolc**

El remolc forestal requereix una estructura simple i sòlida, amb una alçada sobre el sòl suficient per superar obstacles. També és útil el sistema de descàrrega basculant, que agilita i estalvia temps

Per a altres tasques forestals, es poden implementar també estelladores o desbrossadores. A la figura 12.9 es pot observar un tractor agrícola amb desbrossadora acoblada.



*Figura 12.9: Tractor agrícola amb desbrossadora acoblada
Font: [44].*

Tractor forestal arrossegador o Skidder

El tractor forestal arrossegador o skidder és una màquina concebuda per als treballs al bosc i permet el desembosc de la fusta en condicions de més seguretat, més bona accessibilitat i més potència que l'anterior.

Dins d'aquest grup de tractors forestals, se'n poden trobar de diferents tipus:

- **Tractor forestal amb grapa**

Du una grapa hidràulica al darrere amb la qual agafa la fusta prèviament apilada.

- **Tractor forestal amb grapa i grua**

Duu una grapa de tipus pinça al darrere i una grua amb una pinça petita la funció de la qual és carregar la grapa principal. Aquests tipus d'skidder amb grapa és indicat per a fusta de grans dimensions i tallades mecanitzades.

- **Tractor forestal amb cabrestant** (*En aquest document es parla d'skidder fent referència a aquest tipus de tractor*) (figura 12.10)

També s'anomena *winch skidder* o simplement *skidder*. L'element per arrossegar o carregar la fusta és un cabrestant amb cable situat a la part posterior del tractor. Actualment és l'únic tipus de tractor arrossegador que s'utilitza a Catalunya, tot i que no arriben a una dotzena els que hi treballen.



Figura 12.10: Skidder arrossegador
Font: [44].

S'aplica mitjançant l'estirament amb cable, amb fusta semiarrossegada o suspesa per paquets, tot i que aquesta última opció és menys freqüent. La seva utilització està condicionada, sobretot, per l'accessibilitat.

Cable aeri

De molt recent introducció a Catalunya (l'any 2002), el cable aeri és el mitjà que permet salvar fisiografies més difícils i reduir els possibles danys ambientals al mínim, ja que treu la fusta suspesa o semisuspesa.

En el desembosc amb cable aeri el mitjà portant és un cable que per regla general va muntat a certa alçada sobre el terreny i al llarg del qual s'extreu la fusta. Es fa servir aquesta tècnica en els casos en què la construcció de la xarxa viària de transport fins a carretera no és viable per motius de caire tècnic, mediambiental o econòmic.

Els extrems de la línia s'estableixen a les estacions motriu i de retorn on es descarrega la fusta desemboscada. Pot ser necessària la col·locació de suports intermedis que ajudin a mantenir l'alçada del cable. Sobre aquest cable es desplaça un carretó (figura 12.11) gràcies al qual s'aixeca i es desplaça la

càrrega. El moviment d'aquest element es duu a terme per l'acció d'un cabrestant a l'estació motriu, que transmet el moviment mitjançant el cable tractor.



*Figura 12.11: Carretó que desembosca fusta semisuspensa
Font: [44].*

Els equips motors es poden classificar en: equips sense torre (*yarder*), equips amb torre (*tower yarder*) (figura 12.12) i màquines combinades.



Figura 12.12: Estació de torre Font: [44].

En funció del nombre i tipus de cables aeris tenim:

- Bicable (Instal·lacions que només disposen de dos cables: cable via i cable de tracció o de retorn) (figura 12.13)
 - o Cable via fix: el funcionament depèn de la força gravitacional, amb instal·lacions en pendent que permetin la baixada del carretó per gravetat

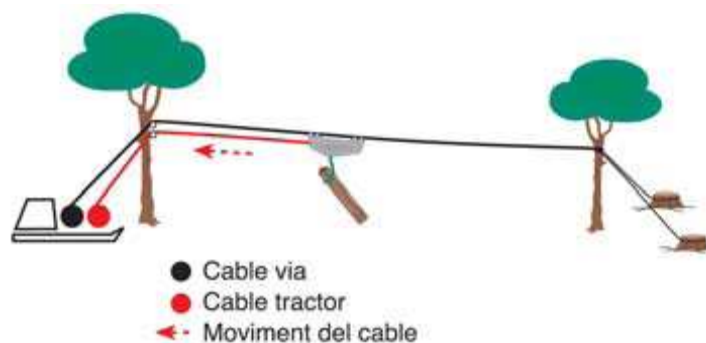


Figura 12.13: Esquema de bicable fix
Font: [44].

- o Cable via mòbil: el cable via exerceix la funció de cable de retorn (o tracció), i per tant no és necessari el pendent per moure el carretó en cap dels dos sentits. Es pot observar a la figura 12.14.

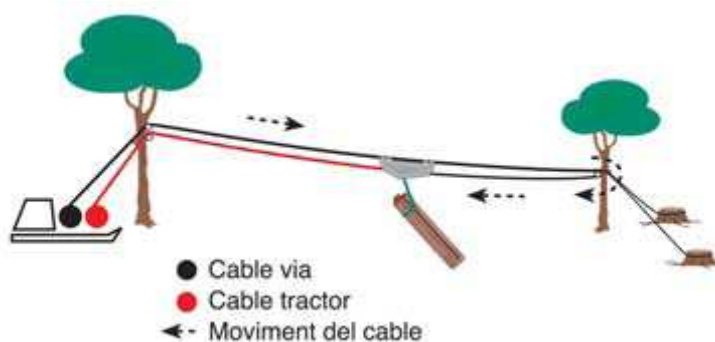


Figura 12.14: Esquema de bicable mòbil
Font: [44].

- Tricable, es pot observar a la figura 12.15
Disposa de cable via, cable de tracció i cable de retorn. Es pot trobar sota el nom de cable tot terreny (*all terrain cable systems*), atès que no depèn del pendent per funcionar

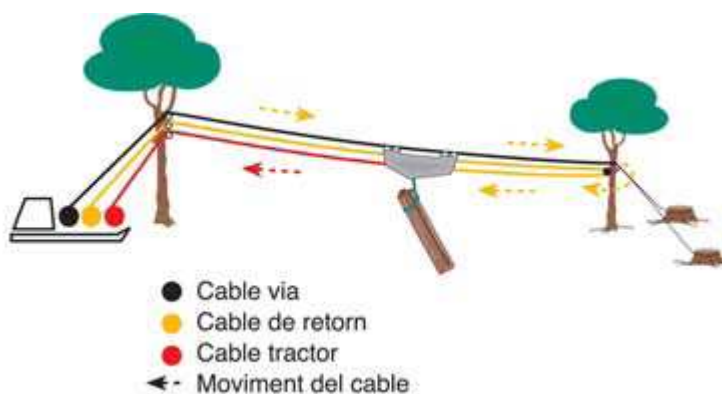


Figura 12.15: Esquema de tricable
Font: [44].

Per regla general, el desembosc amb cable aeri no és un mètode especialment econòmic, per la qual cosa la seva utilització sovint es justifica pel valor de la

fusta, pel valor del medi que es podria malmetre si es desembosqués amb altres mitjans i/o per la necessitat d'extreure la fusta.

Autocarregador

L'autocarregador (figura 12.16) és un tractor forestal amb grapa i caixa especialitzat per al desembosc de fusta totalment suspesa però només en terrenys forestals de dificultat moderada. La seva utilització a Catalunya és molt reduïda, i se centra a les zones més properes a l'Estat francès, on és molt més habitual.



Figura 12.16: Autocarregador de sis rodes
Font: [44].

L'autocarregador està format per tres elements bàsics, que són la grua, la caixa (dos elements que el diferencien de les altres màquines que s'utilitzen per al desembosc) i la cabina.

- La grua és l'element de l'autocarregador que permet fer la càrrega i descàrrega de la fusta. La seva situació pot ser al darrere o al davant de l'autocarregador, entre la caixa i la cabina. (figura 12.17)
- La caixa és on es carrega la fusta per desemboscar-la totalment suspesa.

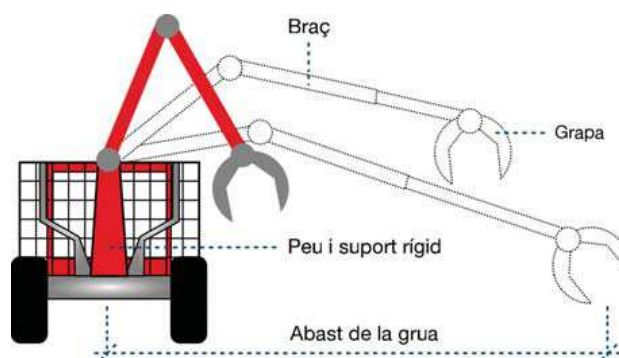


Figura 12.17: Elements de la grua de l'autocarregador
Font: [44].

Alguns autocarregadors porten incorporada una petita pala frontal l'ús de la qual es limita a feines auxiliars que poden anar sorgint durant el desembosc.

EL FACTOR PENDENT

Abans de concloure aquest punt es considera important fer referència al pendent com a un dels factors importants a tenir en compte a l'hora de triar la maquinària a utilitzar en l'explotació forestal.

El pendent condiciona el risc de bolcada longitudinal i, sobretot, lateral per a la maquinària, i redueix el rendiment de la tracció animal. En aquest sentit, s'estableixen uns valors llindar de pendent longitudinal a partir dels quals no és recomanable treballar amb alguns mitjans de desembosc. No obstant això, són valors orientatius, ja que poden variar en funció de les característiques particulars de cada bosc i d'altres factors com ara la pedregositat i l'experiència i l'habilitat de l'operari. Per regla general, es considera un 30% el pendent màxim per a l'entrada de maquinària al bosc. Quan es tracta de maquinària no adaptada al medi forestal, com ara el tractor agrícola, aquest valor és més petit, mentre que màquines com ara l'skidder poden treballar en pendents de fins al 60%. Més enllà d'aquest valor, es fa necessari organitzar l'aprofitament minimitzant el desplaçament dels operaris, establint distàncies d'arrossegament més reduïdes i evitant la circulació de maquinària per dins de la forest.

L'efecte sobre la maquinària varia segons el intervals següents:

- Menys del 15%: poca influència sobre els treballs. Interval òptim per al tractor agrícola i l'autocarregador si es desplacen pel dins del bosc.
- 15-25%: pèrdua de rendiment (5-10%) associada també a la presència d'altres obstacles si la maquinària entra al bosc. Pendent màxim per al treball amb tractor agrícola.
- 25-35%: pèrdua de rendiment (5-10%). Mentre que l'autocarregador perd eficiència desemboscant fusta en sentit ascendent, l'skidder treballa en millors condicions.
- 35-60%: apareixen problemes d'estabilitat. El desembosc es fa amb animals o mecanitzat amb skidder.
- Més del 60%: desembosc amb cable, amb cable aeri o bé amb animals, amb més risc de reliscada de la càrrega.

A la figura 12.18 es poden observar els diferents pendents i la tria del millor mitjà per a desemboscar sobre aquests.

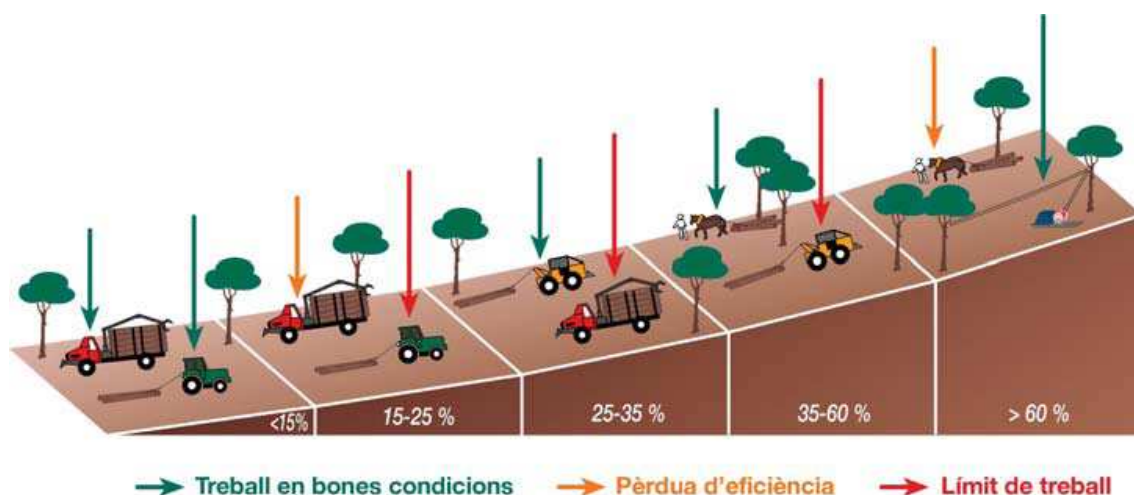


Figura 12.18: Efecte del pendent sobre la tria del millor mitjà per a desembosc.
Font: [44].

És important també conèixer les diferents opcions existents per a dur a terme el desembosc de la biomassa extreta ja que condicionaran de forma significativa el balanç energètic i econòmic. Aquests balanços determinaran la viabilitat de l'ús de la biomassa del PNAP per a la producció d'energia.

Considerant el desembosc com l'operació d'extracció de la biomassa fins a carregador, peu de pista o punt de recollida per al mitjà de transport, es pot efectuar amb la biomassa en diferents estats: sencer, estellat o empackat, segons el procediment operatiu utilitzat (figura 12.19).



Figura 12.19 : El material es pot desembosc sencer, estellat o empackat
Font: [45].

Aquesta operació es fa amb tractor amb remolc o bé amb autocarregador. És convenient disposar de remolc tancat si es tracta de restes estellades per evitar la pèrdua de material. La càrrega es realitza de manera mecanitzada amb grapa/grua o basculant el remolc. A la figura 12.20 es pot observar un desembosc mitjançant un autocarregador de restes senceres i empackades.



Figura 12.20: Desembosc amb autocarregador de restes empacades i senceres (R. Björheden i Y. Nuutinen) Font: [45].

MAQUINÀRIA UTILITZADA

El principal inconvenient per al maneig d'aquesta biomassa extreta dels boscos és la seva baixa densitat que comporta un gran volum i, per tant, una difícil manipulació, que es tradueix en uns elevats costos de processament. D'aquí, que les diverses tècniques de desembosc s'orienten cap a la concentració del material i la millora de la manipulació d'aquest. Les opcions principals són l'empacament, l'estellament i una combinació d'aquestes dues opcions. Es poden observar aquestes dues opcions a la figura 12.21.



Figura 12.21: Fragmentació/estellament
Font: [45].



Compactació/empacament

Empacadores

Les empacadores són màquines adaptades per al treball al bosc i la seva funció és fer una bala compactada de les restes de tallada o matoll. Han estat desenvolupades als països nòrdics per al treball en àrees extenses, tallades arreu, i amb bona accessibilitat per a maquinària, situació poc freqüent als boscos de Catalunya. Serveixen per a restes forestals i arbres petits. El procés d'empacament es pot observar a la figura 12.22.



Figura 12.22: Esquema del procés d'empacament
Font: [44].

Estelladores / Trituradores

Amb la trituració o estellament s'aconsegueix densificar el material i alhora fer-ne una primera preparació per entrar-lo a la planta o punt d'aprovisionament, on és necessària una primera matèria de petita dimensió. La maquinària per triturar restes forestals es classifica en desbrossadores i trituradores.

S'entén per **desbrossadora** l'eina que, acoblada a un tractor, esmicola restes vegetals sobre el terreny. Pot ser de cadenes o de martells, i generalment el seu petit volum en permet la utilització en qualsevol condició on pugui accedir el tractor (tractor d'erugues o tractor agrícola). Es realitzen simultàniament la tallada i la triturada de les restes, de manera que aquestes queden esteses sobre el terreny. La màquina no disposa de sistema de recollida (excepte alguns models experimentals desenvolupats amb sistema de collita) i barreja el material amb terra, de manera que pràcticament es descarta la possibilitat de recollir aquest material per a aprofitament energètic.

Les **trituradores** o **estelladores** processen el material dins d'un circuit que permet recollir-lo i aprofitar-lo com a font d'energia. Segons la seva mobilitat, poden ser semifixes o pesants, autònomes o eines també acoblables a un tractor. Funcionen amb ganivetes combinades amb martells, la qual cosa fa el seu manteniment més costós que en les desbrossadores. Segons l'escala d'operació, és més adient un tipus d'estelladora o un altre:

- Operacions de petita escala: estelladora amb tractor.
- Operacions de gran escala: estelladora sobre camió pesant o trituradora.

Es poden observar els diferents tipus d'estelladores a la figura 12.23.

Les més **lleugeres** requereixen potències de 40 a 80 CV. Els diàmetres màxims que poden processar varien segons el model, i arriben fins als 20 cm. La seva petita envergadura permet l'accés segons les possibilitats del tractor. L'alimentació pot ser manual o mitjançant una petita grapa inclosa al mateix equip. El sistema d'expulsió consisteix en la sortida per la part superior del material estellat, amb possibilitat de deixar-lo caure sobre el terreny o recollir-lo en un remolc convenientment col·locat.

Les **mitjanes** tenen una potència (entre 50 i 180 CV) i un rendiment (fins a 60 m³/h segons el model) més elevats que les anteriors, i generalment tenen motor propi, tot i que per ser ubicades requereixen ser remolcades. La càrrega es mecanitza, mitjançant una grapa al mateix equip o una pala.

Les **pesants** són similars a les anteriors, però amb més capacitat i menys mobilitat. Disposen d'una plataforma d'alimentació que ha de ser carregada mitjançant una pala o grapa externa a l'equip. El material sortint és evacuat per una cinta transportadora per ser dipositat a terra o carregat en un contenidor. Tenen motor propi i els rendiments nominals arriben als 120 m³/hora.



Figura 12.23: Diferents tipus d'estelladores.. Font: [44].

PROCEDIMENT OPERATIU

Al parlar de procediment operatiu es fa referència a quin tipus de procés pateix la biomassa per a poder ésser transportada del bosc fins al punt d'emmagatzemament o de tractament.

Empacament

Operació mitjançant la qual es transforma biomassa forestal de molt baixa densitat volumètrica en bales de material comprimit i de més fàcil manipulació. El format que resulta de l'empacament permet aprofitar els mateixos o similars equips emprats per a la manipulació de la fusta en subsegüents operacions. A més, l'emmagatzematge de bales és més fàcil i manté millor el producte que l'estella. No obstant això, finalment el material ha de ser estellat per utilitzar-lo com a font d'energia.

La humitat de la fusta processada condiciona el procés. Com més humida és la fusta, més fàcilment és empacada, atès que és més flexible. Les mostres més seques generen bales més inconsistents que es trenquen amb més facilitat.

Estellament

Amb la trituració o estellament s'aconsegueix densificar el material, facilitar en certa mesura la manipulació d'aquest, i alhora fer-ne una primera preparació per facilitar l'entrada a planta o punt d'aprovisionament, on és especificat el dimensionament requerit del material d'entrada.

A continuació a la figura 12.24 es descriuen els procediments operatius més habituals per al desembosc de biomassa per a energia, segons on s'estella el material.

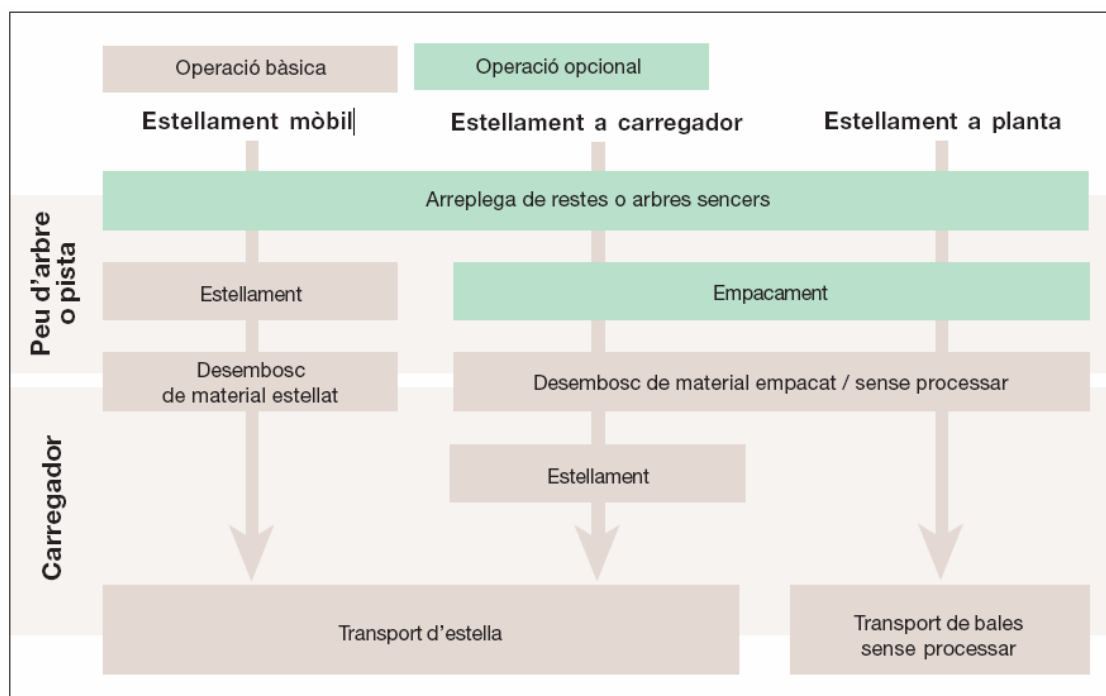


Figura 12.24: Diagrama de flux de l'aprofitament de restes forestals segons els diferents sistemes de desembosc Font: [44].

Estellat mòbil

En aquest cas, l'estelladora recorre la forest per on s'ha aplegat la biomassa tot alimentant el material amb grua i grapa o bé manualment. Es requereix una estelladora d'alta mobilitat (p. ex., estelladora acoblada a tractor agrícola o forestal, o màquina automotriu), preferentment amb grua pròpia, preparada per a treballs de camp a través i amb contenidor basculant (contenidor d'estella de 15-20 m³ inclinable).

L'expulsió de les estelles es dirigeix al mateix remolc del tractor, per desemboscar-les posteriorment. Un cop s'ha omplert el remolc o contenidor, el conjunt de l'equip es trasllada a carregador per acumular el material i ser finalment transportat.

En l'estellament sobre el terreny és més eficient la utilització d'estelladores automotrius que les remolcades o acoblades al tractor, ja que l'operari no ha d'alternar entre els comandaments de dues unitats diferents (tractor i estelladora).

El procés d'estellament mòbil es pot observar a la figura 12.25.



Figura 12.25: Esquema del procés d'estellament mòbil
Font: [44].

Aquest procediment s'aplica a:

- Arbre sencer:
 - o Bosc menut, primeres aclarides de resinoses.
- Recollida de restes:
 - o Tallades arreu de grans arbres, frondoses o resinoses.
 - o Aclarides manuals o mecanitzades.
 - o Bosc menut i bosc mitjà.
- General:
 - o Terreny fàcil, poc accidentat i uniforme.
 - o Distàncies de desembosc de fins a 300-400 m.
 - o S'associa a condicions d'accessibilitat de la forest favorables, condició generalment associada a les plantacions.

Estellat a carregador o peu de pista

Una segona possibilitat és realitzar el desembosc previ a l'estellament i l'estellament a carregador, amb estelladora de potència mitjana o gran, i precedit o no d'un empacament a bosc. Per regla general s'aplica aquest sistema quan s'extreuen arbres sencers. D'aquesta manera es desembosquen arbres sencers fins a carregador amb els procediments convencionals i seguidament s'estellen, prèvia separació, si escau, del tronc principal per a aplicacions comercials.

La qualitat de l'estellament sol ser millor amb aquest procediment que quan l'estelladora és mòbil. El rendiment sol ser més alt quan l'estellament es fa a peu de pista que no pas quan es fa sobre el terreny [48]. Aques procés es pot observar a la figura 12.26.

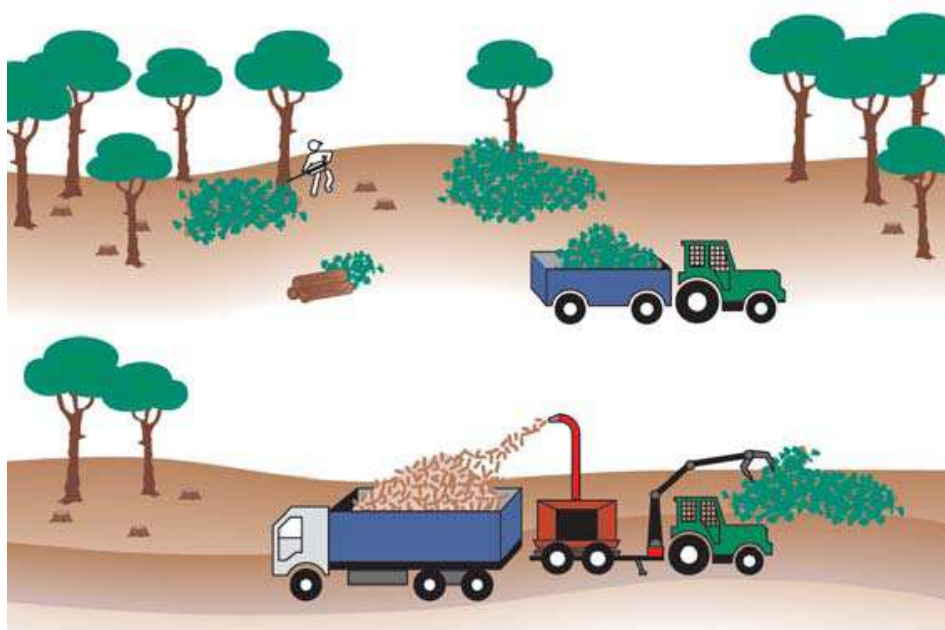


Figura 12.26: Esquema del sistema d'estellament a carregador o peu de pista
Font: [45].

Aquest procediment s'aplica sobre:

- Arbres sencers quan:
 - o El bosc és menut.
 - o El punt d'emmagatzematge és in situ ampli i pròxim.
- Troncs quan:
 - o És bosc menut i aclarides de coníferes.
 - o Hi ha terrenys difícils que no permeten la circulació dels equips d'estellament.
- Restes de tallada (s'actua després d'un eventual període d'assecat al terreny):
 - o Les parcel·les són de gran superfície. Àrees d'aprofitament grans i ben comunicades per la xarxa viària, accessibles als camions i amb distàncies de desembosc curtes.

En general es du a terme:

- o Quan les condicions del terreny són desfavorables i hi impedeixen el trànsit, o bé quan es considera menys rendible el trasllat d'estella; p. ex., en el cas de rolls o arbres sencers grossos.
- o És adient per a aclarides fortes i tallades arreu, i en canvi cal evitar les aclarides baixes amb bastants arbres restants i les aclarides suaus.

- o El desembosc amb autocarregador és més adient en àrees planes o poc inclinades, amb reduïda distància de desembosc, i amb una bona xarxa de carrers de desembosc

Estellat a planta (empacament opcional)

En aquest cas, es pot fer o no un empacament previ del material. Si no s'efectua empacament, que és el més freqüent per a l'extracció d'arbres sencers, el material sense processar és transportat a planta.

Si s'efectua empacament, aquesta operació es pot realitzar entre el punt de tallada i el carregador, amb la corresponent arreplega prèvia del material. La unitat empacadora és alimentada amb grua i grapa, i pressiona, dóna forma i subjecta mitjançant cordes la biomassa introduïda. Si el vehicle que efectua l'empacament no carrega les bales, aquestes es recullen i es duen a carregador mitjançant un tractor amb remolc i grapa, o bé un autocarregador.

L'estellament a planta permet controlar millor la qualitat de l'estellament del material d'entrada a planta.

Aquest procediment s'aplica a tota mena de material però és especialment adients per tallades arreu i aprofitaments quantiosos en terrenys favorables i espai suficient.

13. TIPUS DE TRANSPORTS²¹

El transport comprèn l'operació en què la fusta és traslladada des del carregador fins al punt d'emmagatzematge, la planta receptora o la planta d'assecat i processat. Se solen fer servir camions amb grua per carregar i descarregar la fusta. Els més habituals són els camions amb remolc (tràilers). Segons la dimensió i la capacitat de càrrega, els camions tenen una millor mobilitat per les pistes i camins forestals, i faciliten més o menys l'accés a les zones on s'aprofita. Es fa necessària sovint l'existència de carregadors accessibles als camions de més tonatge on acumular la fusta desemboscada que es porta a la indústria.

Cal tenir en compte que un dels factors limitants per economitjar el transport és l'espai. Per això es tracta d'optimitzar l'aprofitament de l'espai de càrrega o recipient. Els aspectes que hi incideixen són les dimensions més o menys variables del recipient (p. ex., l'alçada d'un camió), la normativa vigent en aquest àmbit, la forma i la dimensió del material (bales o estella), i la seva disposició al recipient (p. ex., la possibilitat de compactar l'estella o no, o la disposició de les bales).

²¹Apartat 13 elaborat a partir de: "Aprofitament i desembosc de biomassa forestal". Judit Rodríguez (2006) i "Indagine sulla cippatura in Italia (A survey of Italian chipping operations)" Spinelli, R. i Hartsough, B.R. (2001).

A continuació es presenten els diferents tipus de vehicles utilitzats en el desembosc de biomassa segons si es tracta d'estella, de restes o bales.

13.1.VEHICLES DE DESEMBOSC I TRANSPORT

El vehicle de transport serà diferent per a transportar estella, restes o bales. (figura 13.1) Per al transport de bales, es poden fer servir els mateixos vehicles que per a la fusta, mentre que els emprats per al transport d'estella de bosc sovint són vehicles de transport de fusta reconvertits. Això és possible mitjançant l'adequació d'una caixa addicional sobre el xassís preexistent. La conversió es realitza amb l'ajut d'una grua. A la figura 13.2 es pot observar com es realitza el transport de la biomassa empacada.

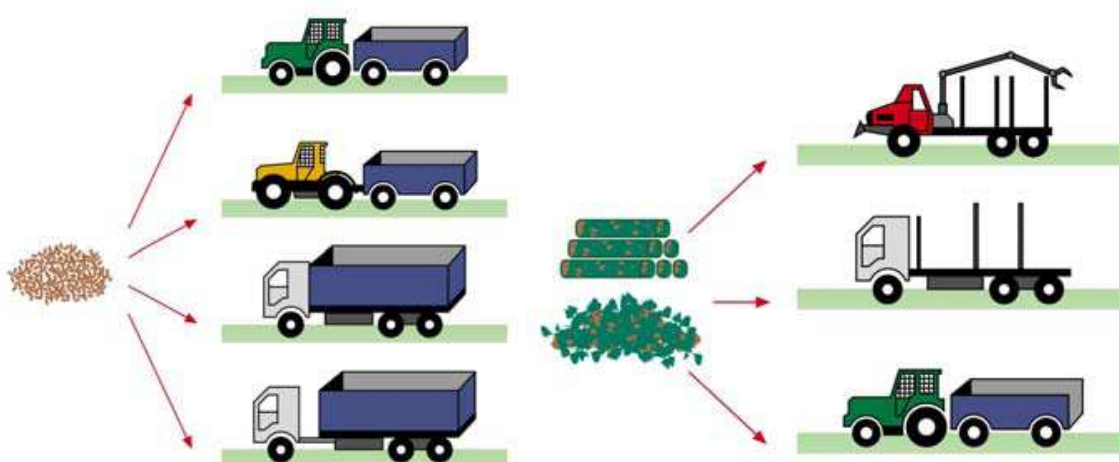


Figura 13.1: Diferents vehicles de desembosc segons si es tracta d'estella, restes o bales.
Font: [45].



Figura 13.2: Transport de biomassa empacada (R. Björheden i A. Renteria)
Font: [45].

13.2.VEHICLES DE TRANSPORT D'ESTELLA SEGONS DISTÀNCIA

Segons la distància de lliurament de la biomassa i, evidentment, segons la disponibilitat d'equips, s'escullen vehicles amb diferents característiques (taula 13.1). Generalment, es busquen vehicles amb més capacitat de càrrega i més ràpids com més gran és la distància fins a destinació.

Per a distàncies curtes, és més adient optar per un tractor d'alta velocitat, que alhora gaudeix de certs avantatges d'accessibilitat a terrenys forestals. Per a distàncies llargues s'utilitzen trens de carretera (camió amb remolc i tràiler) de gran volum de càrrega i més velocitat per carretera.

Taula 13.1: Vehicles emprats per al transport d'estella segons la distància
Font: [45].

3-4 km (Distàncies curtes)	Tractor agrícola amb remolc acoblat, càrrega útil d'unes 5-10 tones, o autocarregador. Sobretot és avantatjós per a les operacions dins del bosc perquè té una mobilitat al bosc superior a la d'altres vehicles.
10-30 km	Tractors d'alta velocitat, amb bona mobilitat fora de pista i alta velocitat per carretera. El tractor convencional perd avantatge amb aquestes distàncies. Els més utilitzats a Itàlia: JCB Fastrac 155 amb remolc (8T, dos eixos); JCB Fastrac 175 amb remolc (10T, tres eixos).
30-45 km	Camions amb contenidor, amb una càrrega útil d'estella d'unes 8-12 tones. Tenen l'inconvenient de la disminució de la càrrega útil que suposen a causa del pes afegit del contenidor.
45-50 km	Camions estàndard, amb càrrega útil superior als anteriors.
50-100 km (Grans distàncies)	Camions amb remolc, d'unes 24-28T d'estella. Ocasionalment es pot transportar a 150 km o més.



*Figura13.3: Lliurament d'estella en una sitja (Bois Energie 66).
Font: [45].*

14. BALANÇ ENERGÈTIC DE L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA

La finalitat d'aquest apartat es quantificar l'energia que es pot aconseguir a partir de l'aprofitament de la biomassa forestal. Es parteix dels volums de fusta que es preveu extraure als Plans d'Ordenació Forestal de les diferents forests objecte d'estudi durant els propers anys. Addicionalment es quantifica l'estella residual produïda a les dues serradores de la zona a partir de dades facilitades per les mateixes.

Primerament s'expliquen els criteris de disponibilitat de biomassa així com el marc temporal d'estudi i es desglossen les diferents quantitats de biomassa disponible per a fer la seva conversió a unitats energètiques. També es quantifiquen els costos energètics de transport i d'extracció de la biomassa per poder efectuar finalment el balanç global del sistema.

14.1. CRITERIS DE DISPONIBILITAT DE BIOMASSA I MARC TEMPORAL

Els Plans d'Ordenació Forestal no contemplen quines quantitats de biomassa seran susceptibles d'ésser utilitzades com a recurs energètic ja que no es contempla aquest ús. Es per aquest motiu que es fa necessari establir una sèrie de criteris que siguin vàlids per poder quantificar, a partir d'aquests POF's, la biomassa que es podrà fer servir per a usos energètics. A més l'heterogeneïtat dels diferents plans, tant pel que fa a la seva temporalitat com a la disponibilitat de dades, fa necessari establir un marc temporal d'estudi.

Per determinar les quantitats de biomassa que poden ser aprofitades per a finalitats energètiques s'han establert els següents criteris:

- Es farà servir biomassa provinent de tallades regeneració, 30% volum serra previstos als POF's segons tècnics del PNAP [32].
- S'aprofitarà la biomassa provinent dels tractaments de millora (100% volums de serra previstos POF's). El volum restant (no de serra), són branques de petit diàmetre i fulles que es trituren i es deixen al bosc amb la finalitat que serveixin de nutrients pel sòl i per protegir-lo de l'erosió.
- Les espècies d'aprofitament forestal són el *Pinus sylvestris* (pi roig), *Pinus uncinata* (pi negre) i *Avies alba* (avet).
- S'aprofitaran les estelles produïdes com a residu a les serradores.

El marc temporal s'ha establert en un període d'estudi de 15 anys (període 2008-2022) tenint en compte les dades disponibles. Els POF's tenen una vigència de 20 anys (Pla general) dividits en dos períodes de 10 anys (Plans especials) però no estan tots fets en el mateix any ni es disposen dades complertes de tots els plans especials. Els diferents POF's tenen una vigència de: Baiasca i Arestui (2005-2024), Montenartró (2007-2026) i Bosc de Virós (2003-2022). A més de les forests de Montenartró i Bosc de Virós no es tenen dades del segon pla especial per lo que es completen amb les mitjanes del primer pla especial.

14.2. BIOMASSA RESIDUAL DISPONIBLE PER A FINALITATS ENERGÈTIQUES

En aquest apartat es calcula la biomassa que es pot extreure per a finalitats energètiques a les forests de Baiasca i Arestui, Montenartró i Bosc de Virós (Araós i Ainet). A aquesta hem d'afegir els volums de restes produïdes a les dues serradores de la zona. Per tant considerem dos tipus de biomassa aprofitable energèticament:

- La biomassa residual disponible a les forests, a partir d'ara (BR_f).
- La biomassa residual obtinguda de les serradores (BR_s).

14.2.1. BIOMASSA RESIDUAL FORESTAL

A partir de l'estudi dels POF's i tenint en compte els diferents tipus de tallades realitzades a les forests estudiades podem dividir la BR_f en:

- Biomassa provinent dels tractaments de millora.
- Biomassa provinent de les tallades de regeneració.

Les forests estudiades ocupen una superfície dins del PNAP de 4.206 ha (veure taula 14.1) amb un volum total d'existències forestals d'uns 359.614 m³ de biomassa forestal el que representa un total de 214.100 tones p.s.a.

Taula 14.1. Superfície de les diferents forests estudiades
Font: Elaboració pròpia a partir de [1].

POF	Municipi	Superfície (ha)	Superfície total (ha)
BAIASCA I ARESTUI	Arestui	626	1.241
	Baixasca	615	
BOSC DE VIROS	Virós Ainet	1.169	1.951
	Virós Araós	782	
MONTENARTRÓ	Montenartró	1.014	1.014
Total			4.206

La forest del Bosc de Virós és la més extensa i representa un 46% de la superfície total, seguida de Baiasca i Arestui 30% i de Montenartró 24%.

A la taula 14.2 i fig. 14.1 es mostren les existències totals de fusta a les forests d'estudi de les principals espècies. Es veu com l'espècie més abundant és el pi roig (62%) seguit del pi negre (30%). L'avet només representa al voltant del 8% concentrant-se majoritàriament al Bosc de Virós i sense cap presència a la forest de Montenartró.

Taula 14.2. Existències totals de fusta (m³) a les forests. Font:Elaboració pròpia

Espècie	Baixasca i Arestui	Montenartró	Bosc de Virós	
Pi roig	28.898	100.034	95.753	224.685
Pi negre	16.009	63.491	28.092	107.592
Avet	6.217	-	21.120	27.337
Total	51.124	163.525	144.965	359.614

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

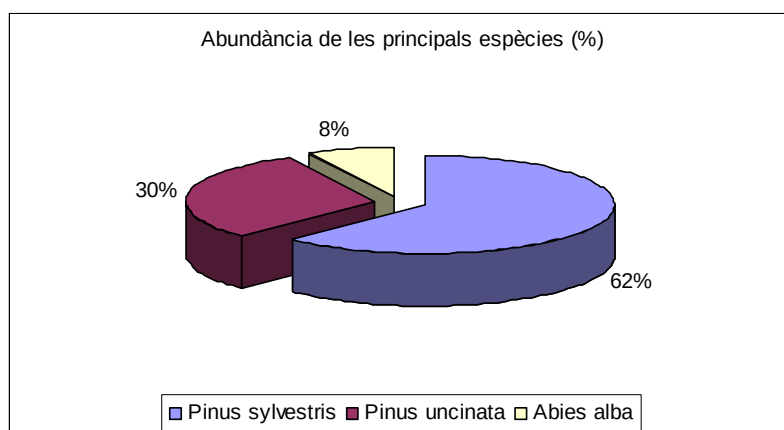


Figura 14.1 Percentatges de les principals espècies forestals
Font: Elaboració pròpia a partir de [1].

A la figura 14.2 s'observa la distribució de les diferents espècies forestals presents i la seva distribució en funció de cada forest.

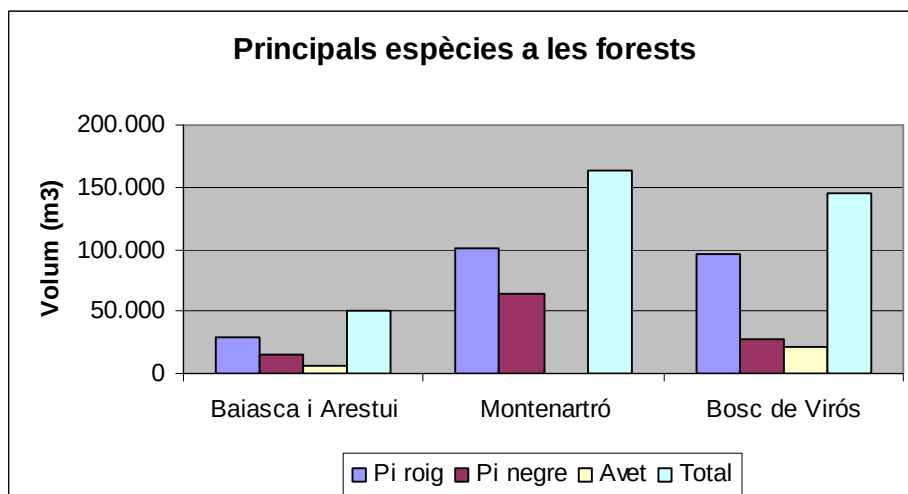


Figura 14.2: Existències fusta (m^3) a les forests d'estudi
Font: Elaboració pròpia

14.2.1.1. BIOMASSA PROVINENT DELS TRACTAMENTS DE MILLORA

En aquest apartat es calcula la BR_f provinent dels tractaments de millora. S'han fet els càlculs totals, anuals i per les diferents forests agrupades en els seus POF's respectius. En general s'han considerat aprofitables per a finalitats energètiques tots els volum extrets per serra en la realització dels tractaments de millora. La resta (branques i fulles), es trituren i es deixen al bosc servint de nutrients al sòl i protegint de l'erosió. En el cas de la forests de Montenartró

s'han considerat aprofitables només els volums de serra provinents de les aclarides mixtes.

Degut a que les quantitats de biomassa indicades als POF's venen donades en unitats de volum (m³) de fusta més escorça, s'ha hagut de fer la conversió a unitats de massa utilitzant les densitats mitjanes de les principals espècies forestals tenint en compte les proporcions de fusta i d'escorça (Taula 14.3).

*Taula 14.3. Densitats mitjanes per espècies
Font: elaboració pròpia a partir de [1] i [33].*

Espècie	Densitat mitjana (tones/m ³)
Abies alba (Aa)	0,510
Pinus uncinata (Pu)	0,499
Pinus sylvestris (Ps)	0,427
Densitat mitjana	0,458

A la taula 14.4 s'observen els volums de biomassa previstos extreure als FOF's i les masses en tones pes estufa (0% humitat) i en pes sec ambient al 30% d'humitat, de la biomassa aprofitable provinent dels tractaments de millora de les diferents forests així com el seu percentatge sobre el total. Es veu com el bosc de Virós és la forest amb una contribució més gran de biomassa amb un 70%.

Taula 14.4. Existències de biomassa provinent dels tractaments de millora de les diferents forests. Font:Elaboració pròpia.

Forest	Vol (m ³)	tones p.s.e	Tones p.s.a 30%	Percentatge (%)
Baixasca i Arestui	2.654,23	1.215,64	1.580,33	13
Montenartró	3.461.35	1.585,30	2.060,89	17
B.Virós (Araós i Ainet)	14.587,24	6.680,96	8.685,25	70
Total	20.702,82	9.481,90	12.326,47	100

A la figura 14.3 observem la distribució anual de la biomassa provinent dels tractaments de millora en tones p.s.a al 30 % d'humitat, que serà la utilitzada per fer les conversions energètiques. La mitjana anual és de 821 tn p.s.a.

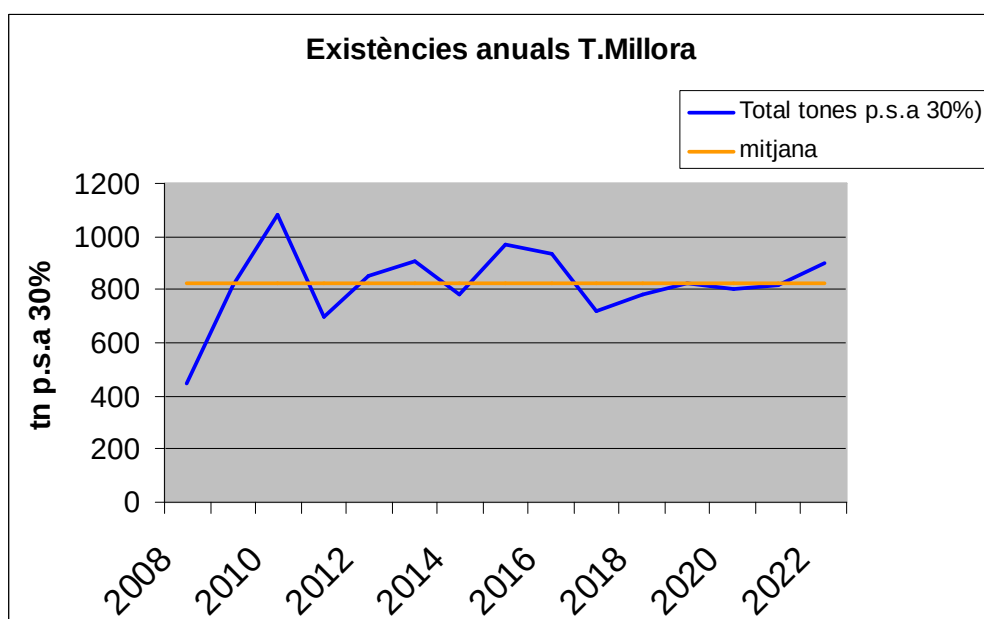


Figura 14.3: Biomassa anual disponible provinent de tractaments de millora
Font: Elaboració pròpia

14.2.1.2. BIOMASSA PROVINENT DE LES TALLADES DE REGENERACIÓ

Una altra part de la BR_f prové de les tallades de regeneració previstes als POF's. Freqüentment, una part de la fusta de serra prevista a les tallades de regeneració finalment no es talla perquè no surten les subhastes ja que no es considera rentable la seva extracció o és fusta de poca qualitat. En canvi, seria interessant realitzar aquestes tallades que ajudarien en un futur a millorar les masses forestals. Aquesta biomassa sense interès econòmic seria susceptible de ser aprofitada energèticament i segons informacions d'experts i tècnics del PNAP estaria al voltant d'un 30% respecte les tallades previstes als POF's.

A la taula 14.5 s'observa la biomassa residual provinent de les tallades de regeneració per a cada forest estudiada; el volum, la massa en t/p.s.e i t/ p.s.a, així com el percentatge que representa cada una d'elles sobre el total.

Taula 14.5. Biomassa residual provinent de les tallades de regeneració a les forests d'estudi.
Font: Elaboració pròpia

FOREST	Vol (m ³)	Massa (tones p.s.e)	Tones p.s.a	Percentatge (%)
Baixasca i Arestui	3.212	1.471	1.913	32
Montenartró	2.873	1.422	1.849	30
Bosc de Virós (Araós i Ainet)	3.828	1.753	2.279	38
Total	9.913	4.646	6.041	100

A la figura 14.4 es representa gràficament l'evolució anual de la biomassa anual provinent de les tallades de regeneració previstes als POF's. La mitjana anual és de 403 tones p.s.a.

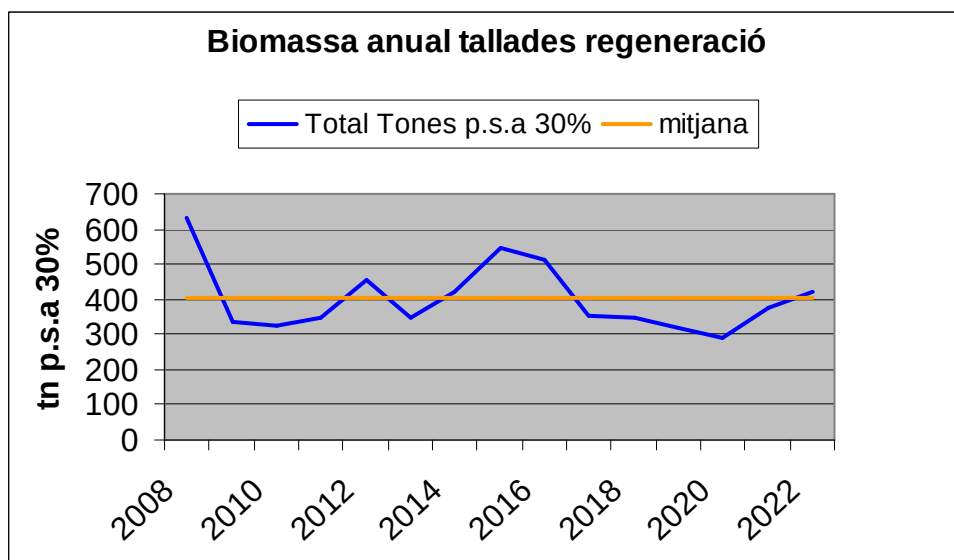


Figura 14.4: Biomassa anual disponible provinent de tallades de regeneració
Font: elaboració pròpia

14.2.2. BIOMASSA RESIDUAL PRODUIDA A LES SERRADORES

A l'entorn del PNAP es troben dues serradores que produeixen estella com a residu, Fustes Sebastià i Fustes Pallé. Les dades en t/any amb un 30% d'humitat proporcionades són les indicades a la taula 14.6. De les dues serradores, Fustes Sebastià és la que proporciona una major quantitat d'estella amb més del 90%.

Taula 14.6 Biomassa residual obtinguda a les serradores (estelles)
Font: elaboració pròpia

	Fustes Sebastià t/any	Fustes Pallé t/any	Total t/any
Estella	3.840	360	4.200

14.3. BIOMASSA TOTAL DISPONIBLE

La biomassa disponible per a finalitats energètiques al període d'estudi és d'unes 81.300 tones p.s.a el que suposa unes 5.420 tones p.s.a anuals. Com es pot observar a la taula 14.7, la contribució més important correspon a l'estella recollida a les serradores que suposen el 77% del total de la biomassa, mentre que els tractaments de millora i les tallades de regeneració un 15 i un 8% respectivament. Del 23% de biomassa provinent del bosc s'observa (Figura 14.5) que la major part (60%) prové del Bosc de Virós.

Taula 14.7: Biomassa residual disponible per a finalitats energètiques

Font: Elaboració pròpia

	Tones p.s.a 30% (2008-2022)	Tones p.s.a /any	Percentatge (%)
T. Regeneració	6.000	400	8
T. Millora	12.300	820	15
Estelles serradores	63.000	4200	77
Total	81.300	5.420	100

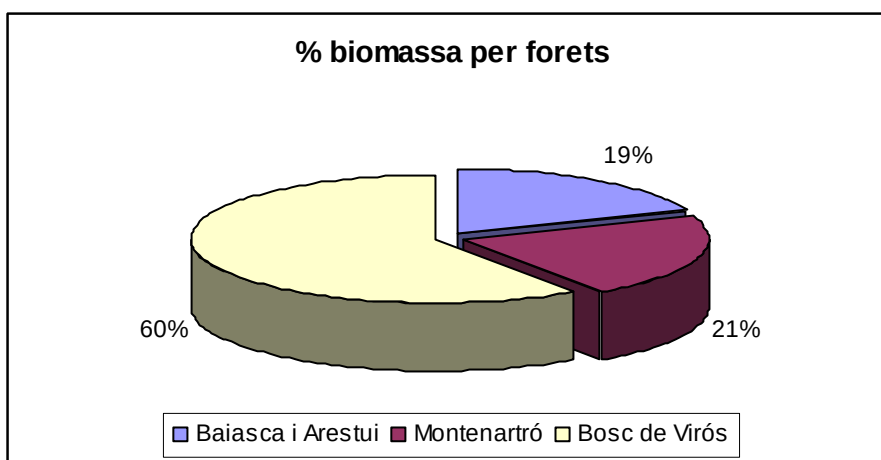


Figura 14.5: Biomassa anual disponible a les forests (Regeneració més T. millora)

Font: Elaboració pròpia

14.4. POTENCIAL ENERGÈTIC DE LA BIOMASSA

Per estimar el potencial energètic de la biomassa es consideren els potencials calorífics inferiors amb un 30% d'humitat (veure punt 8.1.1), ja que es considera un assecatge natural de l'estella.

Potencial energètic de la biomassa:

$$PEB = (PEB_b + PEB_s)$$

A la taula 14.8 s'observen els potencials energètics de la biomassa del bosc (PEB_b), del de les serradores (PEB_s) i el potencial energètic total. La contribució energètica de les serradores representa aproximadament el 77% del total davant el 23% del potencial de la biomassa del bosc.

Taula 14.8: Potencial energètic de la biomassa
Font: elaboració pròpia

	2008-2022 (MJ)	Anual (MJ)	Anual (MWh)
PEB_b	$2,5 \times 10^8$	16.890.000	4.691
PEB_s	$8,7 \times 10^8$	57.935.000	16.093
Total	$1,1 \times 10^9$	74.825.000	20.784

14.5.COSTOS ENERGÈTICS DEL TRANSPORT

Els costos energètics del transport, tal i com s'explica a la metodologia comprenen dues fases, del bosc al punt d'emmagatzematge i d'aquest al punt de destí final de consum. També és plantegen els tres escenaris d'extracció al bosc en funció de la distància de cada una de les tres forests més els dos escenaris de recollida d'estella a les dues serradores.

Per a l'obtenció dels costos energètics del transport considerem les tones de fusta extreta en pes verd (p.v) indicats a la taula 14.9, ja que la biomassa no es deixa assecar insitu, sinó que es processa directament realitzant l'estellament i el posterior transport al punt d'emmagatzematge. En una segona fase es transporta l'estella des del punt d'emmagatzematge fins al destí final (Llavorsi). També es consideren les quantitats d'estella de les serradores especificades a la taula 14.6.

Taula 14.9: tones de fusta extreta en pes verd (p.v)
Font: Elaboració pròpia

	Tones (p.v)	Tones p.v/lany
T. Regeneració	9.292	619
T. Millora	18.962	1.264
Total	28.254	1.883

Tenint en consideració tot això podem dir que els costos energètic del transport són igual a:

$$CET = CET_b + CET_e$$

Utilitzant les tones (p.v) especificades a la taula 14.9, les tones d'estella de la taula 14.6, i realitzant les conversions especificades a la metodologia, obtenim els costos energètics del transport que s'especifiquen a la taula 14.10.

Taula 14.10: Costos energètics del transport totals i anuals
Font: Elaboració pròpia

	CET _b (MJ)	CET _e (MJ)	CET (MJ)
2008-2022	2,1 x 10 ⁶	8,8 x 10 ⁵	3,0 x 10 ⁶
Anual	1,4 x 10 ⁵	5,8 x 10 ⁴	2,0 x 10 ⁵

14.6. COSTOS ENERGÈTICS DE L'EXTRACCIÓ

Per a l'obtenció dels costos energètics de l'extracció considerem les tones de fusta extreta en pes verd (p.v) indicats a la taula 14.9. Cal indicar que el cost d'extracció a la serradora és 0 ja que es considera un residu. Com s'especifica a la taula 14.11 el cost energètic per tona segons la maquinària emprada és de 281 MJ/tn. Amb aquestes es calcula el cost energètic de l'extracció (14.12) que resulta ser de 5,3·10⁵ MJ/any.

Taula 14.11. Consum horari i per tona de la maquinària forestal utilitzada en un aprofitament tradicional de la fusta. Font: Elaboració a partir de [33].

Maquinària	Consum de gas-oil (litres/hora)	Consum de gasoli (l/Tn)	Consum d'energia primària (MJ/Tn)
2 Moto-serra	3,40	1,08	39,08
Tractor amb ploma i estelladora	21,00	6,69	242,09
TOTAL	24,40	7,77	281,17

El cost energètic de l'extracció és:

$$CEE = CEE_b + CEE_s$$

Taula 14.12 : Cost energètic total i anual de l'extracció

Font: Elaboració pròpia

	Consum d'energia MJ (2008-2022)	Consum d'energia MJ/any
T. Regeneració	$2,6 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$
T. Millora	$5,3 \times 10^6$	$3,6 \times 10^5$
Total	$7,9 \times 10^6$	$5,3 \times 10^5$

14.7. BALANÇ ENERGÈTIC TOTAL

En aquest punt es realitza el balanç energètic de l'aprofitament de la biomassa a les forests objecte d'estudi, tant pel període d'estudi com anual. Els resultats dels components de produccions energètiques obtingudes de la biomassa són:

$$PEB_B = 16.890.000 \text{ MJ/any}$$

$$PEB_S = 57.935.000 \text{ MJ/any}$$

Per altra banda, el càlcul dels costos energètics de transport i d'extracció dóna els valors següents:

$$CET = 2,0 \times 10^5 \text{ MJ/any}$$

$$CEE = 5,3 \times 10^5 \text{ MJ/any}$$

Aplicant l'equació XX obtenim un potencial energètic total (PET) de $7,4 \cdot 10^7$ MJ/any (Taula 14.13).

Taula 14.13: Potencial energètic total

Font: Elaboració pròpia

	2008-2022 (MJ)	Anual (MJ)	Anual (MWh)
PET	$1,1 \times 10^9$	$7,4 \times 10^7$	20.585

15. INVENTARI SOCIOECONOMIC DEL SISTEMA

Amb la finalitat d'avaluar la viabilitat socioeconòmica del procés d'estudi s'ha procedit a l'elaboració del treball de camp. Aquest ha consistit bàsicament en la realització d'entrevistes a experts i l'estudi de l'espai afectat per tal de donar una xifra orientativa, en base a les equacions ja especificades, sobre els avantatges i inconvenients econòmics i socials del procés.

15.1. INVENTARI ECONÒMIC DEL SISTEMA

Centrant-nos en l'avaluació de la vessant econòmica del procés s'ha emprat l'equació desenvolupada anteriorment (Eq. XX) per tal de donar un valor aproximatiu de la viabilitat del procés. El balanç econòmic total serà positiu ($BEcT > 0$) si la producció econòmica de la biomassa ($PEcB$) supera els costos econòmics (CEc). Cal tenir en compte però, que aquest procés no inclou els costos indirectes, fet que comportaria una complexitat molt major, així com sobrepassaria els objectius d'estudi. En aquest cas recordem la fórmula de partida per tal d'inventariar els diversos processos.

15.1.1. INVENTARI DE BENEFICIS ECONÒMICS

El balanç econòmic del sistema dependrà de la funció final de la producció energètica de la biomassa. Les dues possibilitats principals són la producció d'energia elèctrica i la producció d'energia calorífica. Per tant, cal desenvolupar dues vies alternatives; una per a cada finalitat possible per tal de poder-ne comparar la viabilitat en cada cas.

Primerament és imprescindible concebre la biomassa com a un combustible amb finalitat principal, la producció d'energia. Existeixen diverses tecnologies per tal de produir energia a partir de biomassa (veure apartat 2.3 *Processos de transformació de la biomassa*). A partir d'aquestes tecnologies extrapolem el preu de la biomassa en cada tecnologia mitjançant la fórmula:

$$PEcB = PEB \cdot R_p \cdot P_{MJ}$$

PEcB: Producció Econòmica de la Biomassa.(€)

R_p: Rendiment de la planta de producció d'energia a partir de biomassa.(tant per 1)

PET: Producció Energètica Biomassa(MJ)

P_{MJ}: Preu del MegaJoule d'energia.(€/MJ)

Cal considerar que l'estudi es realitzarà en base a un any, de forma que el valor total obtingut serà anual.

PEB

Pel que fa a la PEB, el càlcul procedent de la quantificació energètica de la biomassa ja és vàlid ja que ens indica detalladament la seva procedència així com la seva quantitat. (per més informació veure apartat 2.3 *Processos de transformació de la biomassa*).

Tot i el que podria semblar en un primer punt de vista s'ha optat per utilitzar la Producció Energètica Total ja que tot i que els costos energètics són importants, no afecten a la quantitat energètica de biomassa susceptible de ser explotada.

Cal però que la diferenciem entre la biomassa procedent del bosc i de serradora, ja que aquesta té un preu diferent segons la seva procedència (taula 15.1).

Taula 15.1: Potencials Energètics de la biomassa

Font: elaboració pròpia

PEB _{total}	74.825.000 MJ/any	100%
PEB _{bosc}	16.890.000 MJ/any	23%
PEB _{serradora}	57.935.000 MJ/any	77%

P_{MJ}

Per tal de quantificar el preu unitari de la biomassa extreta s'ha considerat la suposició següent:

El procés de producció d'energia elèctrica té diferents preus segons el combustible utilitzat. Com en aquest estudi el combustible utilitzat és la biomassa, s'utilitza el preu subvencionat per tal de quantificar els beneficis econòmics de la biomassa d'estudi. Les especificacions necessàries es troben al REIAL DECRET 661/2007, de 25 de maig, que regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial. Suposant que la biomassa va destinada a centrals generadores de menys de 2 MW, obtenim els següents preus per a la producció d'energia a partir de biomassa:

- Per a la biomassa extreta directament del bosc trobem el **Subgrup b.6.3** "Centrals que utilitzen com a combustible principal biomassa procedent de residus d'aprofitaments forestals i altres operacions silvícoles a les masses forestals i espais verds". Per a aquesta, els preus són (taula 15.2):

Taula 15.2: Preu Kw de la biomassa de bosc

Font: RD 661/2007

Termini	Tarifa regulada (c€/Kwh)	Prima de referència(c€/Kwh) ²²
Primers 15 anys	12,5710	8,2114
A partir d'aleshores	8,4752	0,0000

²² La prima de referència consta d'un preu afegit establert per c€/Kwh en cas de que la central generadora d'energia no produeixi la quantitat d'energia suficient.

- Per a la biomassa extreta de les serradores trobem el **Subgrup b.8.2** "Centrals que utilitzen com a combustible principal biomassa procedent d'instal·lacions industrials del sector forestal". Per a aquesta, els preus són (taula 15.3):

Taula 15.3: Preu Kw de la biomassa procedent de serradora
Font: RD 661/2007

Termini	Tarifa regulada(c€/Kwh)	Prima de referència(c€/Kwh) ¹
Primers 15 anys	9,2800	4,9214
A partir d'aleshores	6,5100	0,0000

Sabem que 1 kWh:(1000 W/kW)(3600 s/h) = 3.600.000 W*s = 3.600.000 J = 3,6 MJ. Per tant tenim els següents preus:

$$0,125710\text{€}/3,6 \text{ MJ} = 0,0349\text{€}/\text{MJ}^{23}$$

$$0,092800\text{€}/3,6\text{MJ} = 0,02578\text{€}/\text{MJ}^2$$

R_p

Els rendiments aproximats de les diverses tecnologies disponibles es troben especificats a la Taula 15.4:

Taula 15.4: Rendiment de diverses tecnologies de producció d'energia elèctrica
Font: [10].

TECNOLOGIA DISPONIBLE	RENDIMENT APROXIMAT
PIRÒLISI	Fins al 73%
GASIFICACIÓ	30%< X <60%
COMBUSTIÓ	30%< X <60%

Obtenim, per tant, un benefici econòmic aproximat per a cada tipus de tecnologia emprada. Cal també considerar que aquesta taula s'ha realitzat en base als preus actuals del mercat a data de Maig 2008 (Taula.15.5).

Taula 15.5: Beneficis en la utilització de la biomassa disponible en diferents energies
Font: elaboració pròpia

TECNOLOGIA	PKW(€/MJ) ²⁴	RENDIMENT MITJÀ	PEB(MJ)	PEcB(€)
PIRÒLISI	0.028	0.7	74825415	1.466.500
GASIFICACIÓ	0.03	0.45	74825415	942.800
COMBUSTIÓ	0.03	0.45	74825415	942.800

Tot i que la producció d'energia elèctrica és una solució viable per al sistema, aquest no és l'objectiu d'estudi. S'ha considerat que el sistema més eficient i sostenible és la utilització d'aquesta biomassa per a producció d'energia tèrmica. El rendiment en aquest cas, és molt més elevat i alhora el procés és

²³ Càlcul vàlid per als primers 15 anys.

²⁴ Obtingut de càlcul a partir de la mitjana ponderada de la biomassa segons procedència amb els seus preus subvencionats per l'ICAEN. Considerar el preu a l'alça dels derivats del petroli.

molt més directe, fet que implica una menor pèrdua d'energia. Mitjançant la comparació de diverses calderes de biomassa a partir de pèl·lets presents en el mercat, obtenim el rendiment mitjà aproximat d'aquesta tecnologia (taula 15.6) del 90%.

Taula 15.6: Eficiència mitjana de calderes
Font: elaboració pròpia a partir de prospectes de calderes

CONSTRUCTOR	MODEL	EFICIÈNCIA
FRÖLIG	TURBOMATIC 85	93,0%
FRÖLIG	TURBOMATIC 110	93,0%
BIOCALORA	KP11/11E	91,6%
BIOCALORA	KP21/21E	91,6%
BIOCALORA	KP10/10E	85,8%
BIOCALORA	KP20/20E	85,8%
BIOCALORA	KP50/50E	90,8%
GUNTAMATIC	Biostar 12	90,7%
GUNTAMATIC	Biostar 15	90,1%
GUNTAMATIC	Biostar 23	90,3%
BINDER	PK15	90,1%
EFICIÈNCIA MITJANA		90,3%

La biomassa és per tant quantificada econòmicament en base al seu preu i rendiment en energia calorífica. Per tal d'analitzar el preu teòric de la biomassa en la producció d'energia tèrmica s'ha optat per a realitzar un estudi comparatiu de les diverses tecnologies disponibles (Taules 15.7. 15.8 i 15.9).

- **Gas-oil:**

Taula 15.7: Preu del MJ en gas-oil
Font: [49]

Preu unitari ³ (€/l)	Poder calòric ³ (MJ/litre)	Preu unitari (€/MJ)
1,190	36,27528	0,033

- **Gas natural²⁵:**

Taula 15.8: Preu del MJ en gas natural
Font: [50]

Preu unitari ²⁶ (€/Kwh)	Consum (Kwh)	Energia consumida (MJ)	Preu total (€)	Preu unitari (€/MJ)
0,074	167712	603.359	12.411	0,021

- **Electricitat:**

²⁵ Dades extretes de *Estudi comparatiu de Costos de consum de calefacció en col·legis d'Educació Infantil i Primària* realitzat per Natural 21. Sabem també que 1 Kcal=4184Joules.

²⁶ Dades oficials de l'empresa Gas Natural

Taula 15.9: Preu del MJ en electricitat

Font: [51]

Preu unitari (€/Kwh) ²⁷	Preu unitari (€/MJ)
0,09	0,026

A partir de les diferents tecnologies disponibles extrapolem el cost de la biomassa. Es realitza una mitjana dels costos dels diferents combustibles. Aquesta serà el preu contemplat de la biomassa (taula 15.10):

Taula 15.10: Preu unitari extrapolat (PUE) de la biomassa

Font: elaboració pròpia

Preu unitari electricitat (€/MJ)	Preu unitari gas-oil (€/MJ)	Preu unitari gas natural (€/MJ)	Preu unitari extrapolat biomassa PUE (€/MJ)
0,026	0,033	0,021	0,027

A partir d'aquesta taula i suposant que el preu de la biomassa seria equivalent al preu dels combustibles substituïts s'obté que el **Preu Unitari Extrapolat (PUE)** de la biomassa utilitzada és equivalent a **0.027 €/MJ**.

PEcB

Podem dir que la Producció Econòmica de la Biomassa és la següent:

$$PEcB_{bosc} = PEB_{bosc} * PUE * R_P = 16.890.600 * 0,027 * 0.9 = 410.441€$$

$$\boxed{PEcB \approx 410.500€}$$

$$PEcB_{serradora} = PEB_{serradora} * PUE * R_P = 57.934.800 * 0.027 * 0.9 = 1.407.820$$

$$\boxed{PEcB \approx 1.407.800€}$$

$$PEcB = PEcB_{bosc} + PEcB_{serradora} = 410.500€ + 1.407.800€$$

$$\boxed{PEcB \approx 1.820.000 €}$$

²⁷ Dades oficials de l'empresa FECSA-ENDESA

15.1.2. INVENTARI DE COSTOS ECONÒMICS

Per tal de calcular els costos econòmics de l'extracció de biomassa més acuradament s'ha optat per a diferenciar entre dos processos clarament diversos com són l'extracció i el transport. També s'ha diferenciat entre la procedència de la biomassa, degut a la seva divergència de costos tant de transport com d'extracció. D'aquesta forma obtenim les equacions del cost econòmic d'extracció de biomassa procedent del bosc i de serradores i els costos de transport:

$$CEc = CEcE + CEcT$$

CEc: Costos Econòmics.(€)

CEcE: Costos Econòmics de l'Extracció.(€)

CEcT: Costos Econòmics del Transport.(€)

15.1.2.1. COSTOS ECONÒMICS D'EXTRACCIÓ

Tal i com s'ha anunciat anteriorment els costos econòmics de l'extracció de biomassa comprenen els procedents directament de bosc($CEcE_{bosc}$) i els procedents de serradora ($CEcE_{serradora}$).

$$CEcE = CEcE_{bosc} + CEcE_{serradora}$$

CEcE: Costos Econòmics d'extracció (€)

CEcE_{bosc}: Costos Econòmics d'Extracció en el bosc(€)

CEcE_{serradora}: Costos Econòmics d'Extracció en serradora(€)

$$CEcE_{bosc}$$

Per tal de determinar els Costos Econòmics d'Extracció del bosc s'ha optat per a l'anàlisi dels diferents processos que es donen a la zona d'estudi i que puguin comportar costos econòmics:

$$CEcE_{bosc} = CEcE_{fusta} + CEc_{restauració} + CEc_{amortització}$$

CEcE_{bosc}: Costos Econòmics d'Extracció en el bosc(€)

CEcE_{fusta}: Costos Específics de l'Extracció de fusta(€)

CEc_{restauració}: Cost Econòmic de la restauració(€)

CEc_{amortització}: Cost Econòmic d'amortització de material (€)

Per tal d'analitzar les següents variables s'ha procedit a la realització d'entrevistes. El principal actor implicat en el procés de l'extracció de biomassa

del bosc és l'empresa de treballs forestals SEFOCAT S.L.²⁸ una de les úniques empreses dedicades a aquesta activitat en la zona del PNAP. En base a les dades obtingudes del treball de camp comptabilitzem:

CEcE_{fusta}

L'extracció de fusta és una activitat que actualment no és molt rendible i és altamentament sacrificada ja que s'està exposat a les condicions climàtiques, i es treballa en forts pendents i amb un grau d'esforç bastant alt. Segons el rematant, el cost aproximat al que podria sortir la biomassa del bosc seria de 60-70 € per tona. Sabent la biomassa total extreta de les forests²⁹ i el preu per tona, s'obté l'equació:

$$CEcE_{fusta} = M_{BB} * P_{TE}$$

CEcE_{fusta}: Costos Específics de l'Extracció de fusta(€)

M_{BB}: Massa de la biomassa extreta del bosc (tones)

P_{TE}: Preu per tona establert per el rematant. (€)

MBB: 1.224 tn p.s.a/any

PTE: 80 €/tona³⁰

$$CEcE_{fusta} = M_{BB} * P_{TE} = 1.225 * 80 = 98.000€$$

CEc_{restauració + amortització}

El primer que cal tenir en compte és que existeixen uns costos econòmics per a la restauració de l'espai explotat, així com un cost per a l'amortització de la maquinària emprada. Els costos de restauració consisteixen principalment en la restauració de la zona d'extracció pertinent a la pista forestal mitjançant l'abocament de un montícul de terra a l'inici de la pista. En cas de fort pendent caldrà també instal·lar infraestructures per a evitar l'erosió d'aquest. Pel que fa als costos d'amortització i manteniment de la maquinària, aquests inclouen el preu del combustible, de la maquinària, així com tots els procediments necessaris per a dur a terme l'activitat. Aquests costos però, van a càrrec del rematant que en aquest cas és l'empresa anteriorment esmentada i es troben inclosos dins del preu de la venda de la fusta.

Podem concloure finalment que els costos que inicialment apareixien com a costos per a l'extracció de fusta seran els Costos Econòmics de l'Extracció de biomassa del bosc. Cal considerar que en aquest cas s'han externalitzat costos considerats de forma que obtenim també un augment de l'ocupació degut a l'augment de l'activitat laboral de l'empresa. Per últim cal considerar que en el preu de venda ja s'inclou alhora el desgast de la maquinària emprada en la seva utilització.

²⁸ Consultar les entrevistes de l'Annex: apartat 31, Bloc VII

²⁹ Consultar Balanç energètic pàgina 164

³⁰ Preu estimat a la alça.

Si ens centrem, per tant en l'equació inicial de l'apartat obtenim que el

$$CE_{E_{bosc}} \approx 98.000 \text{ €}$$

$CE_{E_{serradores}}$

Per tal de quantificar els Costos Econòmics de l'Extracció de la biomassa de serradores se n'ha estimat el preu actual de venda al mercat. Cal tenir en compte però dues qüestions importants.

La biomassa procedent de serradora és un residu derivat de la seva activitat que actualment no es troba gaire valorat. S'usa principalment com a matèria prima per l'elaboració de planxes de conglomerat i altres productes fusters.

Per altra banda cal tenir en compte que el residu generat per les empreses fusteres és de tres tipologies diverses segons el seu tamany i forma (Taula 15.11 i figura 15.1):

Taula 15.11: Tipus de biomassa per tamany

Font: elaboració pròpia a partir de dades dels POF's

Tipus de residu	Tamany	Densitat
Serradures	<1cm	Molt alta
Encenall o viruta	1cm<x<10cm	Baixa
Estella	4 cm< X <10 cm	Alta



Figura 15.1: Tipus de biomassa per tamany

Font: elaboració pròpia a partir de [1]

En base a aquestes tipologies la biomassa es ven a un preu diferent depenent del tipus que es tracta. S'ha optat per a demanar directament el preu de venda de cada residu de cada una de les dues empreses serradores. A partir d'aquests preus s'ha estimat el cost econòmic de l'extracció de la biomassa de les serradores. S'ha realitzat una classificació segons el preu de venda i el residu de cada serradora. El preu final d'interès pel present projecte és el de l'estella, fet pel qual ens centrarem en quantificar aquest residu (Taula 15.12).

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Taula 15.12: Producció mensual de residus de les serradores d'estudi
Font: elaboració pròpia

FUSTES PALLÉ		
RESIDU	QUANTITAT (t/mes)	PREU VENDA (€/tona)
SERRADURES	10	70
ENCENALL	30	40
ESTELLA	60	50
ESCORÇA	0	16
TOTAL	100	

TOTAL ESTELLA	3.000 €
---------------	----------------

FUSTES SEBASTIÀ		
RESIDU	QUANTITAT (t/mes)	PREU VENDA (€/tona)
SERRADURES	50	70
ENCENALL	0	40
ESTELLA	320	50
ESCORÇA	100	16
TOTAL	470	

TOTAL ESTELLA	16.000 €
---------------	-----------------

Sabent que Fustes Pallé només ven la meitat de la seva producció ja que l'altra l'empra per a consum propi podem determinar que el cost serà de 1.500€.(veure apartat 31.3. del Bloc VII: Annexos: *Entrevista a la serradora, Fustes Pallé*)

Obtenim per tant:

$$CEcE_{\text{serradores}} = 1.500 \text{ €} + 16.000 \text{ €} \approx \mathbf{18.000 \text{ €/mes per 350 tones}}$$

Cal considerar finalment que els costos d'extracció seran:

$$CEcE = CEcE_{\text{bosc}} + CEcE_{\text{serradora}} = 98.000 \text{ €} + 18.000 \text{ €} = \mathbf{116.000€}$$

CEcE ≈ 116.000€

15.1.2.2. COSTOS ECONÒMICS DEL TRANSPORT

Per tal de quantificar els costos econòmics del transport primerament s'ha procedit a la diferenciació entre els transports procedents de serradora ($CEcT_{\text{serradora}}$) i els procedents del bosc ($CEcT_{\text{bosc}}$).

CEcTbosc

En aquest cas, el preu establert pel rematant (entrevista Sefocat, apartat 31.1 del Bloc VII: Annexos) inclouria el transport fins a Araós. Això comporta que el preu contemplat com a extracció de biomassa inclou també el preu del seu transport, fet que simplifica clarament el procés. El preu d'aquesta variable en aquest cas estaria inclòs dins d'una altra variable i que per raons de càlcul en aquesta igualtat el considerarem de 0€ ja que es troba contemplat ja en un altre apartat.

CEcTserradora

Pel que fa als costos econòmics de transport de la serradora al punt de destí trobem dos processos diferents:

Per una part la serradora Fustes Pallé considera el viatge des de la factoria al punt d'emmagatzematge en el municipi d'Araós com un preu insignificant i que per tant es pot considerar que la venta del residu es farà al punt de destí.

Per altra banda trobem Fustes Sebastià. Aquesta empresa realitza únicament la venta a la mateixa factoria fet que comportaria una qualificació del cost aproximat del transport d'aquesta biomassa al punt d'emmagatzemament a Araós.

Centrant-nos en aquest transport cal primerament saber com facturen els transportistes locals respecte a aquest tema. És important tenir en compte que el mètode de facturació varia molt depenent de la zona d'estudi. Per tant la forma més útil és mitjançant la consulta directa. Mitjançant aquest mètode s'ha procedit a l'obtenció dels resultats³¹.

$$\text{CEcT} = \text{CEcT}_{\text{serradora}} = 30.000 \text{ €}$$

CEc

Tornant a la fórmula inicial dels Costos Econòmics del sistema (Eq XX) obtenim:

$$\text{CEc} = \text{CEcE} + \text{CEcT} = 116.000 \text{ €} + 30.000 \text{ €} = 146.000 \text{ €}$$

$$\text{CEc} \approx 150.000 \text{ €}$$

CEc: Costos Econòmics.(€)

CEcE: Costos Econòmics de l'Extracció.(€)

CEcT: Costos Econòmics del Transport.(€)

³¹ Consulta realitzada a 2 transportistes locals; Carles Salvador i Enric Benet

15.1.3. BALANÇ GENERAL DEL SISTEMA

Un cop obtinguts els beneficis i costos del sistema cal únicament realitzar l'última igualtat per a esbrinar el balanç total. Cal tenir en compte però que ens trobem davant de 3 possibles situacions:

- **El valor del balanç econòmic és positiu ($BEcT > 0$):** en aquest cas es demostraria que, segons els càlculs establerts, aquesta activitat representaria un benefici.
- **El valor del balanç econòmic és neutre ($BEcT = 0$):** en aquest cas el balanç econòmic seria nul. Fet que significaria que des del punt de vista econòmic no representa cap avantatge ni inconvenient.
- **El valor del balanç econòmic és negatiu ($BEcT < 0$):** en aquest cas el balanç econòmic seria negatiu fet que significa que es tindrien pèrdues. Tot i això no vol dir que no surti a compte realitzar l'activitat. S'hauria de tenir en compte els balanços que comporten les activitats que s'estan duent a terme actualment i considerar quina és la opció més avantatjosa.

Centrant-nos en l'equació de partida per tal de realitzar el balanç econòmic obtenim:

$$BEcT = PEcB - CEc = 1.820.000€ - 150.000€ \approx 1.600.000€$$

BEcT: Balanç Econòmic Total.(€)

PEcB: Producció Econòmica de la Biomassa.(€)

CEc: Costos Econòmics.(€)

Podem determinar, per tant, que existeix un benefici clar pel que fa al balanç econòmic del procés. Aquest benefici serà d'aproximadament 1.600.000 € anuals.

15.2.BALANÇ SOCIAL DEL PROCÉS

L'aprofitament de la biomassa per a fins energètics, així com totes les activitats que se'n deriven tenen un clar impacte. Aquests impactes els podem caracteritzar per la seva tipologia, l'escala d'impacte i per la seva duració o estacionalitat.

Primerament cal tenir en compte la tipologia de l'impacte, que posteriorment permetrà avaluar-ne les seves característiques principals.

Els impactes són relativament nombrosos i majoritàriament positius sobre la zona d'estudi ja que existeix la possibilitat viable de la revitalització d'aquest sector en una zona on anteriorment havia tingut molta importància però que actualment havia persistit com a un reducte marginal de l'economia local i que només es sustenta gràcies als ajuts proporcionats per les autoritats administratives autonòmiques. Un clar exemple en són les contínues subhastes d'explotacions forestals que resten desertes ja que no se'n contempla la viabilitat d'extreure'n un benefici econòmic³². Per tal de quantificar aquest impacte i determinar-ne les seves característiques s'han analitzat els principals processos que es duen a terme durant el cicle d'estudi³³ (Taules 15.13, 15.14 i 15.16) .

Taula 15.13: Impactes sobre la extracció
Font: elaboració pròpia

	TIPOLOGIA IMPACTE	POSITIU/NEGATIU
IMPACTES SOBRE L'EXTRACCIÓ	CREACIÓ DE LLOCS DE TREBALL	POSITIU
	DISMINUCIÓ DEL RISC D'INCENDIS	POSITIU
	↑ DE L'ACTIVITAT ECONÒMICA DE LA ZONA	POSITIU
	REPOBLACIÓ HUMANA DE LA ZONA	POSITIU
	AUGMENT DEL TRÀNSIT RODAT	NEGATIU

Tenint en compte les relacions entre els diversos impactes observem un patró comú que pot ser el causant d'altres. Aquest és l'augment de l'activitat econòmica propiciat per l'augment de llocs de treball. Aquest, per tant, esdevé l'impacte original i el més rellevant en aquesta activitat.

³² Percepcions coptades en les entrevistes realitzades amb els diferents especialistes entrevistats

³³ Calculat mitjançant estudi de camp i plantejament de situacions hipotètiques

Taula 15.14: Impactes sobre el transport
Font: elaboració pròpia

	TIPOLOGIA IMPACTE	POSITIU/NEGATIU
IMPACTES SOBRE EL TRANSPORT	AUGMENT DE LLOCS DE TREBALL EN EL TRANSPORT DES DEL BOSC	POSITIU
	PÈRDUA DE LLOCS DE TREBALL EN EL TRANSPORT DES DE SERRADORES	NEGATIU
	AUGMENT DEL TRÀNSIT RODAT	NEGATIU
	CONTAMINACIÓ SONORA	NEGATIU

Tot i que en aquest cas el balanç de treballadors es manifesta com un impacte important cal tenir en compte que no és l'impacte més rellevant. L'augment del trànsit rodat però pot ser considerat com a un impacte derivat de l'increment de places laborals.

Taula 15.15: Impactes sobre l'emmagatzematge
Font: elaboració pròpia

	TIPOLOGIA IMPACTE	POSITIU/NEGATIU
IMPACTES SOBRE L'EMMAGATZEMATGE	AUGMENT DELS LLOCS DE TREBALL	POSITIU
	AUGMENT DE L'ACTIVITAT ECONÒMICA DE LA ZONA	POSITIU
	AUGMENT DEL TRÀNSIT RODAT DE LA ZONA	NEGATIU
	CONTAMINACIÓ PAISATGÍSTICA	NEGATIU
	PÈRDUA D'UN ESPAI DESTINAT A L'EMMAGATZEMATGE	NEGATIU
	AUGMENT DE LA PRESSIÓ ANTRÒPICA SOBRE LES FORESTS EXPLOTADES	NEGATIU

En aquest cas ens tornem a trobar en una situació semblant ja que l'augment de l'activitat econòmica de la zona s'origina en part per un augment dels treballadors. Cal tenir en compte però que l'augment de la rendibilitat d'aquesta activitat és resultant d'una nova metodologia de l'aprofitament dels recursos fet que comporta un increment del flux econòmic. (Taula 15.16)

Taula 15.16: Impactes sobre el sistema
Font: elaboració pròpia

	TIPOLOGIA IMPACTE	POSITIU/NEGATIU
IMPACTES SOBRE EL TOTAL DEL PROCÉS	CREACIÓ DE LLOCS DE TREBALL	POSITIU
	AUGMENT DE L'ACTIVITAT ECONÒMICA DE LA ZONA	POSITIU
	DISMINUCIÓ DEL RISC D'INCENDIS	POSITIU
	AUGMENT DE LA CONTAMINACIÓ	NEGATIU
	AUGMENT DEL TRÀNSIT RODAT	NEGATIU

Degut al volum econòmic que s'obté en l'apartat 15.1 és lògic considerar l'augment de l'activitat econòmica de la zona com a l'impacte principal d'aquest procés. Tanmateix com que és molt difícil de quantificar socialment l'impacte derivat d'aquest procés s'ha optat per l'anàlisi de l'augment de llocs de treball com a indicador. Aquest és viable ja que reflexa clarament i de forma proporcional l'augment de l'activitat econòmica de la zona.

15.2.1. CREACIÓ DE LLOCS DE TREBALL

Degut a la consideració de la importància que representa l'aspecte laboral dins del sistema, s'ha intentat desenvolupar les diferents característiques d'aquest impacte en les diferents fases del cicle. Cal tenir en compte que, tal i com s'ha avaluat en l'apartat anterior, es considera que l'impacte sobre l'ocupació laboral serà principalment positiu i el més rellevant. Degut a la seva importància en les diverses fases d'estudi s'ha procedit a la realització d'un estudi desenvolupat on l'activitat laboral es divideix en 3 fases.

- ◆ Podem considerar que hi haurà un augment sensible de l'ocupació pel que fa a l'activitat de l'extracció de biomassa del bosc. Es preveu un augment del preu de venda de la biomassa extreta fet que comporta un augment de les extraccions que actualment queden sense explotar. Les condicions principals d'aquest augment consistiran en una oferta laboral de temporalitat aproximada de 4 mesos consistents en el mesos de Juliol a Octubre. Pel que fa a l'extracció de biomassa procedent de serradores l'activitat principal es centra en la càrrega de la biomassa sobrant d'aquestes empreses per al transport a la zona d'emmagatzematge. Aquesta activitat però, no representaria un augment significatiu del volum de feina realitzat i per tant no reflectiria sobre el balanç laboral.

- ◆ Pel que fa al transport procedent del bosc es pot considerar un augment sensible d'aquesta activitat derivada de l'augment de l'extracció. Per contrapartida cal tenir en compte que es preveu una lleugera disminució de l'activitat del transport de les serradores al punt de destí ja que la biomassa residual d'aquestes empreses ja no ha de realitzar el trajecte fins a la fàbrica de proessat del residu d'estella actualment situat a Solsona. No es pot determinar exactament el balanç a tenir en compte però no es preveu que la xifra sigui molt significativa
- ◆ Cal tenir també en compte la creació de llocs de treball en el procés d'emmagatzematge. Aquesta es presenta com a una activitat amb un balanç clarament positiu degut principalment a les perspectives que presenta la creació d'aquest nou cicle d'aprofitament.

15.2.2. PERCEPCIÓ SOCIAL DEL PROCÈS

Des del punt de vista dels habitants de la zona, es concep majoritàriament aquest nou procés energètic com un avantatge i una font de riquesa per a l'espai d'estudi³⁴ (Consultar "Entrevista amb Fayanas" a l'apartat 31.6. del Bloc VII: Annexos) . La reactivació d'un sector econòmic que antigament havia representat bona part del total de la zona. Així com el reaprofitament de tota la biomassa sobrant de les serradores i dels boscos, que actualment era considerada com a un residu o com a una mercaderia de preu reduït.

Existeix però, certa divergència d'opinions a l'hora de gestionar aquest nou cicle, tot i que majoritàriament s'aposta pel procés i perquè tingui una regulació estricta i un bon planejament. Alguns dels actors implicats opten per a decantar-se per al desenvolupament de l'activitat des del sector privat. D'altres es decanten més per a la consideració d'aquesta com a una activitat sense possibilitats de lucre. Aquesta, per tant, ha de subsistir a base de les subvencions de l'administració competent i ha de ser desenvolupada per aquesta mateixa fins a que esdevingui autosuficient.

³⁴ Percepció còpsada durant les entrevistes amb els diferents especialistes de la zona.

16. DESTÍ FINAL DE LA BIOMASSA

El potencial energètic total, calculat a partir de la suma de la biomassa residual disponible a les forests més la biomassa residual produïda a les serradores, serà la biomassa utilitzada per a l'escenari plantejat. Aquesta biomassa per tal de poder-la aprofitar s'ha d'emmagatzemar i depenen de l'escenari triat seguirà uns processos o uns altres d'assecatge i de transformació.

Com ja s'ha explicat al subapartat 2.1. (Bloc I), hi ha tres tipus tractaments. En aquest treball ens centrarem en els tractaments termoquímics que inclouen la piròlisis o termòlisi, la gasificació i la combustió. I més concretament parlarem de la combustió, recordem que es tracta d'utilitzar directament la biomassa per a la producció de calor, ja sigui en processos industrials, en calefacció (l'exemple més antic és la llar de foc de les masies però també es pot cremar la biomassa en grans calderes), o bé produint vapor per a la generació d'energia elèctrica.

La combustió consisteix en una oxidació (reacció exotèrmica) deguda a la presència d'oxigen sobrer (quantitat no controlada), que normalment s'aporta a través de l'aire que s'incorpora en excés a la reacció (l'excés de l'aire és del 140 al 160%) i s'obtenen gasos calents, que és la part que s'aprofita com a energia tèrmica. L'alta temperatura de treball va dels 800 als 1200°C.

L'aprofitament tèrmic que suposa la combustió de la biomassa pot proporcionar **aigua calenta, calefacció o aire calent**.

16.1. TIPUS D'EQUIPAMENT

Les calderes de biomassa són equips compactes dissenyats específicament pel seu ús, ja sigui domèstic a habitatges unifamiliars, edificis d'habitatges o comerços, existint també models per a instal·lacions industrials. Totes elles presenten sistemes automàtics per engegar i regulació, fins i tot algunes, recollida de cendres, que faciliten el maneig de l'usuari. Per a aplicacions de calefacció domèstica o comercial, aquests equips són de potència baixa a mitja, fins a 150-200 kW. Aquest tipus de sistemes assoleixen rendiments entre el 85% i el 92%, valors similars als de les calderes de gas-oil o de gas.

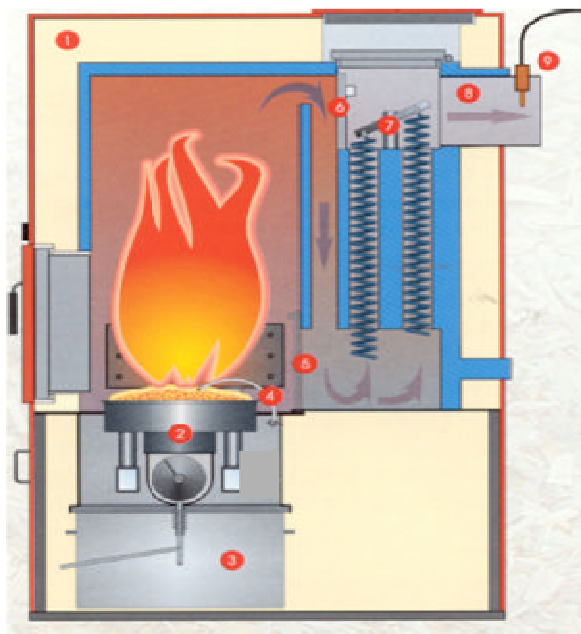
16.1.1. TIPUS DE CALDERES DE BIOMASSA

Al mercat existeixen una àmplia gama de calderes en funció del tipus i de la potència (entre 50 i 500 kW).

Les calderes compactes (Fig. 16.1, Taula 16.1) són versions ampliades de les calderes domèstiques de pèl·lets. Les calderes amb alimentador inferior (Fig. 16.2, Taula 16.2) estan ben adaptades per a biomasses amb baix contingut de

cendres com estelles i pèl·lets. Les calderes de graella mòbil (Fig. 16.3 Taula 16.3) són més cares però poden fer servir biomassa amb alts continguts d'humitat i cendres. Generalment s'utilitzen amb potències superiors a 1000 kW.

El conjunt caldera –cremador de dues etapes de combustió (Fig. 16.4, Taula 16.4) possibilita l'ús de qualsevol biomassa i la utilització de tecnologia de baixa temperatura. Les calderes modulants (Fig. 16.5, Taula 16.5) poden fer servir una gama ampla de biomassa, adaptant la potència del generador a les necessitats energètiques de la instal·lació en cada moment. Finalment, les calderes de llit fluid (Fig. 16.6, Taula 16.6) poden utilitzar una àmplia gama de biomassa de petita granulometria, es troben en un estat de desenvolupament relativament avançat.

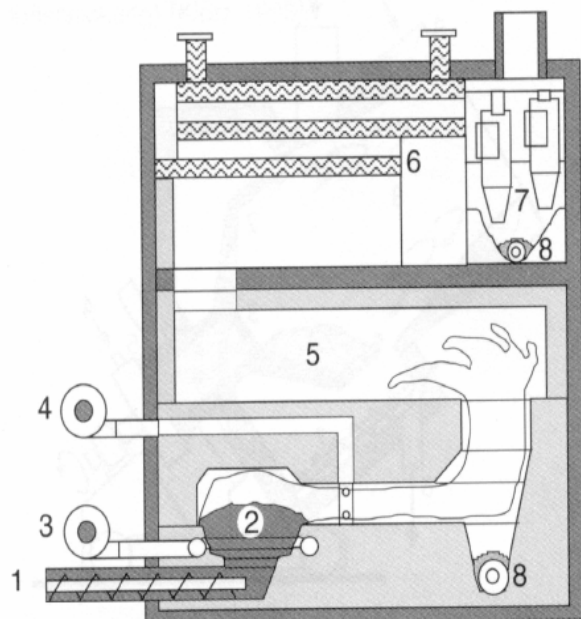


Taula 16.1: Descripció de les diferents parts d'una caldera compacte. Font: [52]

DESCRIPCIÓ
1. CALDERA
2. ALIMENTADOR INFERIOR
3. CENDRER
4. PROTECTOR ANTI-DESBORDAMENT
5. NETEJA DE PARTÍCULES
6. INTERCANVIADOR DE CALOR
7. RASCADORS
8. XEMENEIA
9. SONDA

Figura 16.1: Caldera compacte. Font: [52]

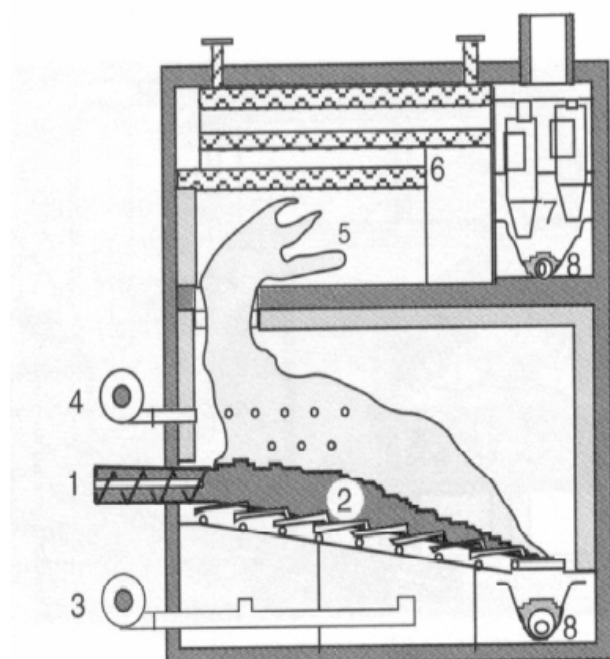
AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP



Taula 16.2: Descripció de les diferents parts d'una caldera amb alimentador inferior. Font: [52]

DESCRIPCIÓ
1. CARGOL D'ALIMENTACIÓ 2. BIOMASSA 3. AIRE PRIMARI 4. AIRE SECUNDARI 5. LLAR 6. INTERCANVIADOR DE CALOR 7. CICLÓ 8. CENDRER

Figura 16.2: Caldera amb alimentador inferior. Font: [52]

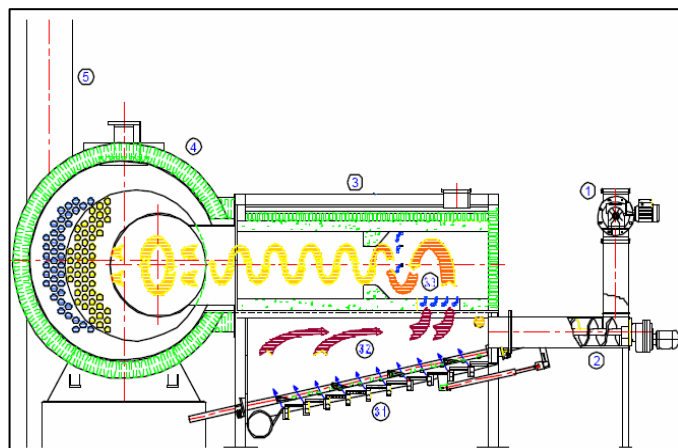


Taula 16.3: Descripció de les diferents parts d'una caldera de graella mòbil. Font: [52]

DESCRIPCIÓ
1. CARGOL D'ALIMENTACIÓ 2. GRAELLA 3. AIRE PRIMARI 4. AIRE SECUNDARI 5. INTERCANVIADOR 6. TUB INTERCANVI GASSOS 7. CICLÓ 8. CENDRES

Figura 16.3: Caldera de graella mòbil. Font: [52]

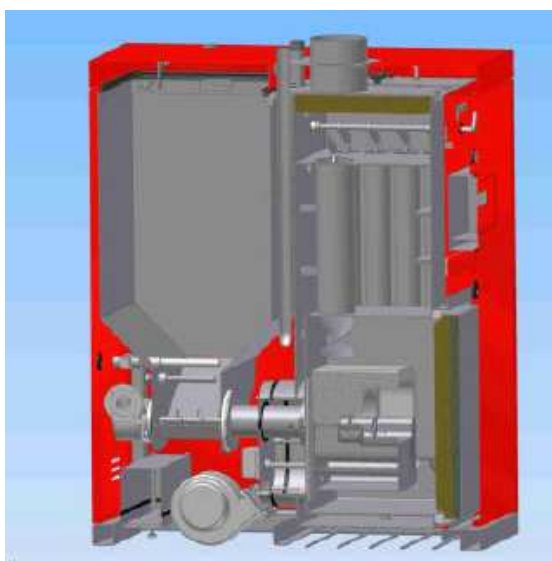
AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP



Taula 16.4: Descripció de les diferents parts d'un conjunt de caldera-cremador. Font: Elaboració pròpia a partir de [52]

DESCRIPCIÓ
1. VÀLVULA ROTATIVA
2. ALIMENTADOR
3. CREMADOR
3.1. GRAELLA MÒBIL
3.2. CÀMARA DE COMBUSTIÓ
3.3. CÀMARA DE POSTCOMBUSTIÓ
7. CALDERA DE BAIXA TEMPERATURA
8. XEMENEIA

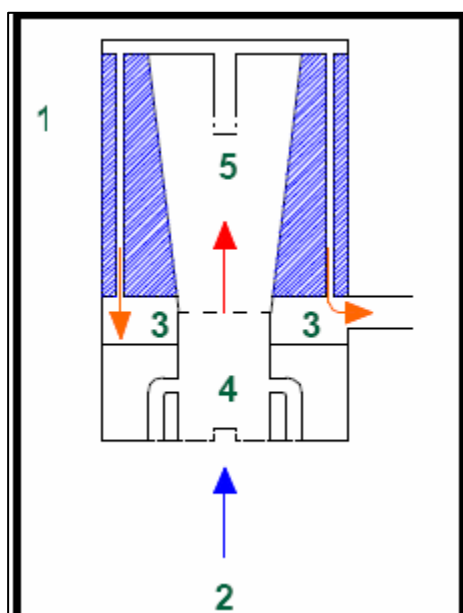
Figura 16.4: Conjunt caldera –cremador i dues etapes de combustió. Font: [52]



Taula 16.5: Descripció de les diferents parts d'una caldera modulante. Font: [52]

DESCRIPCIÓ
-Es tracta d'equips compactes, amb capacitat de modulació de potència en caldera entre 10 i 60 kW.
-Modulació de la potència en funció de la temperatura d'impulsió.
-Tres presses d'aire independents.
- Regulació automàtica de la combustió, independentment del combustible a utilitzar.
-Control de la combustió amb sonda Lambda
-Sistema d'autodiagnòstic amb sistema d'alarma via mòdem
-Utilitza gran varietat de combustibles de fins 50 mm de diàmetre.

Figura 16.5: Caldera modulante. Font:[52]



Taula 16.6: Descripció de les diferents parts d'una caldera de llit fluid. Font: [52]

DESCRIPCIÓ
1. CALDERA
2. ENTRADA D'AIRE
3. EVACUACIÓ DE GASOS
4. CREMADOR
5. LLAR DE LLIT FLUID

Figura 16.6: Caldera de llit fluid. Font: [52]

16.1.2. TRANSPORT, DISTRIBUCIÓ I EMMAGAZEMATGE DEL COMBUSTIBLE³⁵

Transport i distribució

El major inconvenient de la biomassa, des del punt de vista del consumidor, era el transport i la distribució, aquest ja no suposa cap incomoditat gràcies a la implantació de nous sistemes. Actualment, la forma de distribució dels combustibles de petita granulometria, com pèl·lets, estelles...es fa mitjançant sacs normalitzats de 15 kg, o bé, mitjançant un camió cisterna que, de forma neumàtica, descàrrega el combustible a la sitja o la tremuja de l'usuari, netament i sense cap mena d'esforç.

En el cas del sistema neumàtic el conductor del camió instal·la i desinstal·la el sistema de descàrrega en menys de cinc minuts.

Per evitar la sobrepressió a l'interior de les sitges tèxtils, i per evitar l'escapament de pols durant la descàrrega, es disposa d'un sistema d'extracció d'aire i el seu filtre de pols accionat per un petit motor elèctric.

El camió neumàtic porta incorporat un sistema que proporciona un tiquet a l'usuari amb la quantitat en kg de biomassa que s'han descarregat a la instal·lació de l'usuari com un albarà, a l'espera de rebre la factura de l'empresa subministradora.

Emmagatzematge

³⁵ Elaborat a partir de [53].

La biomassa es pot emmagatzemar de diferents formes, depenent de les instal·lacions existents o de la disponibilitat d'espai. Així, la biomassa es pot emmagatzemar en un dipòsit dintre de l'edifici, en un magatzem separat de l'edifici, o en una habitació tancada a prop de la caldera. Es poden fer servir sitges, a superfície o subterrànies; habitacions adaptades, transportant el combustible fins a la caldera mitjançant un cargol sinfí; contenidors situats al costat de l'edifici, amb rampes de descàrrega, transportant la biomassa amb un vehicle de intercanvi de càrrega, etc.



Figura 16.7: D'esquerra a dreta: sistema d'emmagatzematge dintre de l'edifici, fora de l'edifici i a prop de l'edifici.
Font: [53].

El sistema d'emmagatzematge no té influència directa en el tipus de transport i en els sistemes de subministrament. Les sitges sobre el terreny necessiten vehicles de subministrament que puguin descarregar llançant el combustible sobre el munt. Les sitges subterrànies es poden omplir amb qualsevol tipus de vehicle bolquet, o caiguda basculant.

És molt important la impermeabilització del magatzem per evitar l'entrada d'aigua del subsòl o de les parets als soterranis. L'emmagatzematge d'estella ha d'estar ben ventilat per permetre el seu assecatge i evitar així l'aparició de floridures.

A continuació s'exposen més detalladament els diferents sistemes d'emmagatzematge de la biomassa:

a) Contenedor d'emmagatzematge: aquest sistema és l'opció més raonable per a usuaris que disposin de poc espai. Gràcies a la dimensió del contenidor (de fins a 300 kg) es poden aconseguir llargs períodes d'autonomia de la caldera.

b) Sitja tèxtil: aquest sistema és òptim a llocs en els que hi hagi espai suficient per a la seva instal·lació. La sitja de lona està suportada per una estructura metàl·lica, és permeable a l'aire però no a la pols, i és antiestàtica. Es pot instal·lar tant a l'interior com a l'exterior de l'edifici, es reomple amb biomassa per la part superior i l'alimentació a caldera és per la part inferior mitjançant un cargol sinfí. La capacitat d'aquestes sitges està entre 2 i 5 tones de combustible.

c) Dipòsit subterrani: quan no existeix espai suficient per a l'emmagatzematge del combustible, es podrà utilitzar aquest tipus de dipòsit a

l'exterior de l'habitatge, que mitjançant un sistema neumàtic transporta els pèl·lets a la caldera.

d) La sitja d'emmagatzematge d'obra: en aquest sistema es donen dos casos diferents: sitja amb sòl inclinat amb un cargol sense fi que transporta el combustible a la caldera, o sitja amb un sistema d'alimentació neumàtica que permet que la sitja estigui situada fins a 30 metres de la caldera.

16.1.3. SISTEMA DE TRANSPORT INTERN³⁶

El combustible es pot transportar des del lloc del seu emmagatzematge fins a la caldera de distintes formes.

Quan hi ha poc espai disponible, o el combustible té poca densitat, l'opció més encertada és un sòl amb **rascadors horitzontals hidràulics**. Aquest sistema té un major cost però optimitza el volum de la sitja.

Els **rascadors giratoris** (lames d'acer) són més barats i es poden utilitzar amb una gran varietat de combustibles (pinya trossejada, estelles de fusta, etc.). La sitja d'emmagatzematge ha de ser rodona o quadrada per evitar espais morts.

Un sistema molt utilitzat és una combinació del **sòl inclinat i un cargol sense fi**. La biomassa va lliscant fins a un canal, a on es troba el cargol que la transporta a la sala de calderes. El principal inconvenient d'aquest sistema radica en els espais morts existents a sota de les rampes inclinades. És molt important la inclinació i l'alçada de les rampes, ja que la biomassa es pot embossar si el disseny no és l'adequat.

El sistema més barat és el **sòl inclinat amb un sistema d'alimentació neumàtic**, però només admet pèl·lets o combustibles de mida i forma molt homogènia. L'alimentació neumàtica permet que el sitja d'emmagatzematge o dipòsit es trobi a una distància de fins a 15 m des de la sala de calderes, gràcies a la mànega. El lloc d'emmagatzematge ha de ser estret i allargat, per evitar els possibles punts morts.

Un altre opció és una variació de l'últim sistema explicat. Són els **cargols sense fi flexibles**, el seu funcionament és similar al neumàtic. És molt útil per a combustibles amb impureses que puguin embossar un cargol rígid. L'únic inconvenient que pot donar lloc a algun problema és l'abradió del cargol sense fi.

16.1.4. CARACTERÍSTIQUES DE SEGURETAT A LA SITJA³⁷

³⁶ **Biomasa. Edificios.** Publicació elaborada per IDAE. Ministerio de Economía. Octubre 2007[53].

³⁷ Elaborat a partir de [54].

El disseny de les sitges d'emmagatzematge ha de complir una sèrie de premisses de seguretat per prevenir el dany del combustible o una autocombustió.

Es poden mencionar les següents:

- Ha d'estar completament seca.
- Disposar d'una capa de goma que protegeixi la paret als punts de contacte per cops dels combustibles durant la seva manipulació
- S'han de muntar unes portes pel magatzem compactes e ignífugues, col·locant uns taulers de fusta que les protegeixin de la pressió de la biomassa emmagatzemada.
- Evitar instal·lacions elèctriques al lloc d'emmagatzematge.
- Dotar al sistema de transferència de biomassa d'una presa de terra, per evitar l'aparició d'espurnes per càrregues electrostàtiques durant el seu transport.
- Assegurar-se que les parets de la sitja suporten la pressió del combustible emmagatzemat i resisteixen el foc durant 90 minuts.

16.1.5. INTERCANVIADOR DE CALOR I SISTEMA DE COMBUSTIÓ

Intercanviador de calor

L'intercanviador de calor és un sistema que està format per un conjunt de tubs verticals i té com a funció la transferència de calor entre els fums i l'aigua.

Es poden distingir dos tipus de calderes segons el seu intercanviador de calor:

1. Pirotubulars: l'aigua envolta els tubs pels que circulen els fums, és per això que la cambra de combustió ha d'estar separada del intercanviador de calor. És el cas més comú de les calderes petites i mitjanes.

2. Acrotubulars: l'aigua va per l'interior dels tubs i els gasos de combustió els envolten.

Actualment gairebé totes les calderes que es troben al mercat presenten sistemes automàtics o semiautomàtics de recollida de cendres del intercanviador de calor, el resultat d'aquest sistema és un rendiment elevat i constant que garanteix un notable estalvi per l'usuari.

Sistema de combustió

La cambra de combustió està formada per un sistema de combustió i una cúpula de distribució de gasos de combustió. A més, gairebé totes les calderes tenen un sistema de regulació del cabal d'aire de combustió per aconseguir una combustió òptima.

16.1.6. SISTEMA DE SEGURETAT

Inèrcia tèrmica

Les instal·lacions de biomassa tenen una major inèrcia a generar calor que les de gas o gas-oil, degut a que si per alguna causa hi hagués algun curtcircuit, la biomassa introduïda a la caldera continuaria cremant-se i produint una calor addicional que ha de ser eliminada. Hi ha varies alternatives per eliminar aquest excendent de calor:

- Un recipient d'expansió obert que pot alliberar el vapor si la temperatura de l'aigua arriba als 100°C dintre de la caldera.
- Un intercanviador de calor de seguretat en la caldera, refrigerat per una corrent d'aigua quan la temperatura a l'interior de la caldera augmenta molt.
- Un dipòsit d'acumulació, sempre i quan la circulació natural tingui la capacitat de refredar la caldera.

Retrocés de la flama

És molt important disposar de certs sistemes que evitin el retrocés de la flama a la caldera cap el lloc d'emmagatzematge del combustible, per això es requereixen almenys dos sistemes:

- Comporta de tancament estanca contra el retrocés de la combustió, que interromp l'entrada de combustible a la caldera.
- Ruixador d'extinció d'emergència, que tingui la capacitat per a inundar el tub de transport del combustible en el cas de que es produeixi el retrocés de la flama.

És molt important que les bombes que mouen l'aigua de la calefacció per l'edifici no estiguin controlades mitjançant sistemes electrònics inclosos a la caldera, de forma que puguin continuar la seva feina en cas d'un curtcircuit elèctric en la caldera.

Cargols sense fi

Per últim, és important que un cop a l'any es netegi la pols acumulada i s'engrassin els coixinets del cargol sense fi.

16.1.7. RETIRADA DE CENDRES

El sistema de recollida de cendres pot ser automàtic o manual. El sistema automàtic es compon d'un cargol siní que transporta i compacta les cendres des de la cambra de combustió a un contenidor situat a l'exterior de la caldera. A algunes calderes aquest contenidor disposa de rodes i d'un tirador per a que el seu buidatge sigui més senzill.

En el cas de sistema natural, la freqüència de retirada de les cendres depèn de la biomassa utilitzada. En el cas d'usar pèl·lets de fusta 100%, per a un ús domèstic de calefacció, el buidatge es calcula que serà un o dos cops a l'any.

Les cendres de fusta no són perilloses ni tòxiques i es poden fer servir com a fertilitzant per a les plantes del propi domicili. A zones urbanes poden llançar-se a les escombraries, però sempre tenint en compte i respectant la normativa de cada municipi.

Taula 16.7: Composició de les cendres d'estella de fusta.

Font: [53]

Compost	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O
% en pes	24,6	46,6	4,8	6,9	0,5	3,8

16.1.8. EVACUACIÓ DE FUMS

El sistema d'evacuació de fums és simplement una xemeneia i, com ja s'ha comentat anteriorment, les emissions a l'atmosfera no varien molt respecte a les de combustibles fòssils com gas-oil o gas natural, i són molt menors que les de carbó.

L'única diferència és el diàmetre necessari per la xemeneia. En el cas de biomassa s'ha de preveure un volum de gasos lleugerament superior, degut a que la humitat que conté la biomassa s'evapora a la caldera i dona lloc a vapor d'aigua que surt barrejant-se amb els productes de la combustió, augmentant així el volum dels gasos.

16.2. FACTORS DE PRESSA DE DECISIÓ

A l'hora de prendre una decisió sobre la caldera adequada per una instal·lació és fonamental tenir en compte els següents factors:

1. Tipologia del combustible

- Tipus de combustible a utilitzar entre els disponibles al mercat
- Humitat del combustible
- Granulometria
- Emmagatzematge

2. Versatilitat de l'equip a instal·lar, pel que fa la gama de combustible a utilitzar i altres aspectes.

- a. Garantia de subministrament de combustible
- b. Rendiment de la combustió de la caldera.
- c. Acompliment de la normativa d'emissions de gasos i partícules.
- d. Sistema de regulació i control senzill per a l'usuari.
- e. Automatització del sistema de neteja o mínima necessitat de neteja.
- f. Possibilitat de telecontrol de l'operació de la caldera pel subministrador de la mateixa o per l'usuari.
- g. Fàcil manteniment i operativitat de la caldera.
- h. Bons serveis tècnics

3. Sobredimensionament de potència de l'equip, per cobrir possibles oscil·lacions del poder calorífic del combustible.

4. Instal·lació, característiques de la sala de calderes.

5. Operació i manteniment

Ara s'aprofundeix en alguns d'aquests factors que condicionaran la decisió a l'hora de decidir quina caldera és la més adequada.

16.2.1. TIPUS DE COMBUSTIBLES

Existeix una gran varietat de combustibles susceptibles de fer-los servir als sistemes de climatització, com per exemple: estelles, pèl·lets, serradures, escorça, residus agroindustrials com pinyols d'olives, peladures de fruits secs (ametlla, pinyols,...), poda de vid, poda d'olivera, etc. La seva utilització varia d'una zona a un altre en funció de la disponibilitat, de la tradició i del clima que, de forma indirecta, també influeix en el tipus de biomassa disponible, ja que les espècies es cultiven o vegeten de forma natural a les zones on el clima més les afavoreix.

Durant els últims temps, la tendència és cap a l'ús de combustibles de granulometria mitjana i petita, però homogènia, el que permet un maneig automàtic o semiautomàtic que elimini les incomoditats tradicionals de l'ús de la biomassa a nivell domèstic, ja sigui individual o col·lectiu. L'aparició al mercat

de calderes i els seus accessoris, específicament dissenyats per a petites i mitjanes potències i combustibles sòlids de granulometria reduïda, fan que l'ús de la biomassa bruta (mides irregulars) tingui poques expectatives de creixement en benefici d'estelles, pèl·lets, peladures i pinyols que per la seva transformació, per la seva pròpia natura, tenen unes característiques adequades per a l'automatització dels sistemes.

La diversitat i heterogeneïtat en la procedència del combustible, fa que les calderes de biomassa utilitzin diversos tipus i formes de biomassa per combustió:

1. Estella



Materials vegetals o de fusta triturats en fragments de l'ordre de 2 a 10 cm de llargada, com també puntes o fustes amb diàmetres petits que no tenen sortida comercial.

El seu poder calorífic pot oscil·lar entre 3.600 i 4.000 kcal/kg.

Figura 16.8: Imatge estelles

Font: [55]

A l'estella la transformació és mínima, és el resultat de reduir la mida de la fusta, donant lloc a trossos petits de forma irregular. El que defineix la qualitat de l'estella és la uniformitat en la mida i, essencialment, el seu poder calorífic. El poder calorífic ve definit pel tipus de fusta, per la part feta servir al fer l'estella –convé que no inclogui masses parts verdes- i per la humitat continguda. És evident, que una bona estella prové d'una bona gestió forestal, amb un procés d'assecatge adequat i una elaboració correcta.

Les estelles de fusta poden tenir diferents utilitats:

- Per a obtenir taulers de partícules, de fibres o de qualsevol altre tipus que utilitzi estelles.
- Per a obtenir fibres, amb les quals després es fabricarà paper.
- Com a combustible, cremant les estelles.
- Com a matèria prima per a fabricar altres biocombustibles, com briquetes i pelets.

Les estelles procedents d'explotacions forestals no tenen ni coles ni additius, pel que esdevenen un combustible net des del punt de vista de l'emissió de gasos contaminants tipus derivats del sofre, nitrogen, formaldehid i VOC (Compostos Orgànics Volàtils).

2. Pèl·lets



Figura 16.9: Imatge Pèl·lets
Font: [55]

Residus procedents de la neteja forestal i de la indústria de la fusta. Aquest combustible és triturat i assecat per tal de disminuir-ne el nivell d'humitat, per tal de finalment ser premat i comprimit en forma de petits cilindres de 1,5-2cm de longitud i de 6-8 cm de diàmetre. Per tant, aquest combustible es distingeix per la baixa humitat (inferior al 12%), per la seva elevada densitat i regularitat del material i pel seu elevat

poder calorífic (p.c.i. 4.000-4.500 kcal/kg). Es caracteritza per la seva forma homogènia.

La combustió del pèl·let és molt més eficient que la combustió de la llenya i per tant les emissions són mínimes. La cendra que resulta de la combustió del pèl·let és mínima per l'alta eficiència de la combustió, és totalment biodegradable, inclús és un bon abono. El combustible està definit segons les normes internacionals de qualitat DIN 51731 i la Ö-Norm M7135.

Els pèl·lets tenen algunes avantatges que són d'interès:

- És un combustible estandarditzat
- Requereix poc espai d'emmagatzematge
- L'esforç de manteniment i operació és menor que en altres combustibles

Com que el pèl·let és de mida inferior en comparació amb la briqueta es pot manipular millor; es pot carregar en calderes utilitzant cintes transportadores de goma i cargols sense fi.

Tant la briqueta com el pèl·let estan pensats per a ús domèstic, en xemeneies o calderes individuals, per a calderes d'una comunitat de veïns o per a calderes de petites i grans indústries. El pèl·let es va desenvolupar per a aprofitar els residus de materials orgànics i es ven en el mercat de dues maneres: en sacs i a granel.

3. Briquetes

Fusta o altres materials vegetals comprimits a alta pressió, de manera que s'obtenen unitats compactes. Les briquetes es fan a fàbriques adaptades per a aquesta funció i amb una màquina denominada briquetadora. Les serradures resultants de triturar la fusta, després d'un temps d'assecatge, s'introdueixen en la briquetadora que les pressa mitjançant calor (mai és aglutinat amb adhesiu ni aglutinants químics).

La diferència entre una bona i una mala briqueta està al residu amb el que es fabriqui. Una briqueta fabricada amb fusta o encenalls de fusta donarà un

resultat sensacional, ens donarà calories i un bon rendiment. Una briqueta fabricada amb residus de pi ens donarà calories però la seva durada serà molt curta.

La característica comú de totes les briquetes es la seva alta densitat. La forma de les briquetes es molt variada, tot i que abunden les briquetes de forma cilíndrica, amb diàmetre entre els 3 i 20 cm i longituds entre els 15 i els 50 cm. Unes altres formes usals son les de prisma quadrat o prisma hexagonal buit. En altres casos les briquetes tenen forma de maó.

Les briquetes s'han desenvolupat per motius molt diversos, entre els quals cal destacar:

1. Per a substituir als derivats dels combustibles fòssils tradicionals, sobretot al petroli quan el seu preu es molt alt. Per aquest motiu, durant les dues crisis del petroli (1973 i 1979) es va desenvolupar, sobretot al centre d'Europa, un gran interès per les briquetes.
2. Per a revaloritzar un conjunt de residus sòlids orgànics que produïen calor en la seva combustió. Entre aquests residus sòlids orgànics, s'inclou una gran quantitat de residus que provenen tant de treballs silvícoles i agrícoles, com d'indústries agroalimentàries, ramaderes i forestals.
3. Per a augmentar la densitat de certs biocombustibles forestals, els quals eren molt cars de transportar a causa de la seva baixa densitat.



Figura16.10: Imatges de briquetes Font: [56]

2 Comparativa de les característiques d'aquests combustibles

Per tal de decidir el combustible adequat, cal considerar certs aspectes:

- a. **Granulometria i densitat**, com més petita sigui la granulometria i més gran la densitat, més fàcilment es durà a terme el maneig, emmagatzematge, càrrega i transport dels residus d'una forma tècnicament viable.

- b. **Humitat**, com més humitat tingui el combustible menys eficient serà el procés de combustió, per tant, menor rendiment de la caldera i al contrari, com més sec sigui el combustible més eficient serà el procés de combustió i això vol dir que el rendiment de la caldera serà més elevat
- c. **Contingut de cendres**, el contingut de cendres és mínim respecte a combustió d'altres matèries.
- d. **Poder Calorífic Inferior (PCI)**, és important perquè com més gran sigui més fàcil serà la ignició i com més baixa més difícil. Aquest depèn de la humitat, com menys humitat tingui la fusta més poder calorífic.

A la taula 16.8 es poden observar algunes de les característiques principals que diferencien els pèl·lets, de les estelles i els residus agroindustrials. El tipus de combustible que es farà servir serà una decisió molt important a l'hora de decidir quina caldera és la més viable.

Taula 16.8: Dades comparatives bàsiques pels combustibles de calefacció. Font:[53].

Biocombustibles per calefacció	Pèl·lets	Estelles	Residus agroindustrials
Poder calorífic inferior (Gj/t)	17	13,4	14,6 a 16,7
Poder calorífic per kg (kWh/kg)	4,7	3,7	4 a 4,7
Poder calorífic en volum (kWh/m ³)	3077	744	2500
Humitat (%)	8	25	10 a 40
Densitat (kg/m ³)	650	200	200 a 500
Contingut en cendres (%)	0,5	1	1 a 2

16.2.2. VERSATILITAT DE L'EQUIP A INSTAL·LAR

Per decidir quin sistema de combustió és el més adient es farà una anàlisi de les principals característiques d'aquests sistemes.

Com es pot observar en aquesta matriu comparativa, no hi ha un sistema de caldera òptim, cada un té uns avantatges i uns inconvenients, s'ha d'intentar triar el sistema que **maximitzi la utilitat** i sigui més viable segons el

combustible que s'utilitzarà, la potència, la superfície disponible per la instal·lació, etc. Un tema important és, com ja s'ha comentat abans, a l'apartat de condicionants per a la presa de decisió, és triar, un equip versàtil, des del punt de vista del combustible a utilitzar. Ja que si la caldera és versàtil podrem canviar de combustible en el supòsit de que el preu del combustible utilitzat pugés.

Un altre punt important a tenir en compte en el moment de triar l'equip a instal·lar són les dimensions d'aquest, caldrà fer un sobredimensionament de l'equip per preveure possibles davallades del P.C.I. del combustible, ja que si el P.C.I. disminueix, la quantitat de combustible a utilitzar augmentarà, això passa sobretot amb l'estella ja que el pèl·let té unes característiques més constants. Un correcte dimensionament també aporta les condicions òptimes d'operació, reduint la gestió de cendres, la neteja de la caldera i les averies degudes a baixes demandes de potència.

Taula 16.9: Matriu comparativa de les principals característiques dels principals sistemes de combustió. Font: [52].

Sistemes	Rendimiento	Emisiones	Versatilidad	Regulación	Mantenimiento
Sistemas Modulantes					
Calderas de dos etapas					
Parrilla móvil					
Equipos compactos					
Lecho Fluido					
Alimentación inferior					

Baja
 Media
 Alta

EXEMPLE D'ALGUNS MODELS DE CALDERES

A continuació es recullen alguns models de calderes, amb el nom del constructor, el model, el tipus de combustible que utilitza, les característiques bàsiques d'aquesta i l'eficiència. Aquests models són només un exemple.

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Taula 16.10: Exemple de models de calderes, característiques, combustible i eficiència.
Font: Elaboració pròpia a partir de [57]

CONSTRUCTOR	MODEL	TIPUS COMBUSTIBLE	CARACTERÍSTIQUES		EFICIÈNCIA
FRÖLIG	TURBOMATIC 110	Pèl·lets, estelles i altres biomasses	Combustió complerta, baixes emissions de gasos de combustió. Baixa temperatura de gasos de combustió, gran rendiment. De manteniment, funcionament i neteja fàcils. Funcionament completament automàtic. Perfecta adaptació als edificis existents. Màxima comoditat, diferents sistemes de càrrega.		93%
	TURBOMATIC 85				
BIOCALORA	KP11/11E	Pèl·lets, pinyol d'oliva sec i pell d'ametlla triturada. En general biomasses seques de granulometria no superior a 8 mm.	Sistema de control amb opció GSM, recollidor de cendres, raspall de neteja, siní des de la tremuja amb motor, cremador amb ventilador i alimentador incorporat, preparat pel sistema de neteja de l'intercanviador, manual de muntatge i funcionament, eines de neteja, cos de caldera amb portes i tapa.	Aïllament de 8 cm, 12 turbuladors	92%
	KP21/21E			Aïllament de 8 cm, 20 turbuladors	
	KP10/10E			Aïllament de 2 cm, 12 turbuladors	86%
	KP20/20E			Aïllament de 2 cm., 20 turbuladors	
	KP50/50E			Aïllament de 8 cm., 36 turbuladors	91,50%
GUNTAMATIC	BIOSTAR 12	Pèl·lets i estella	Flexibilitat d'instal·lació: incorpora sistema de càrrega per aspiració que permet que dipòsit d'emmagatzematge de pèl·lets s'ubiqui separat de la caldera. No es produeixen condensacions, ofereix diferents tipus de dipòsits segons les possibilitats de la instal·lació. Sonda lambda per analitzar el fum que es desprèn en la combustió i saber quina quantitat d'oxigen s'ha d'aportar per optimitzar procés. De fàcil manteniment pel mecanisme d'autoneteja.		90,70%
	BIOSTAR 15				90,10%
	BIOSTAR 23				90,30%

16.2.3. SALA DE CALDERES

A l'hora de plantejar-se un projecte d'implantació de sistemes de biomassa, és necessari tenir en compte dos tipus de requeriments:

1. **Requeriments tècnics**, es poden aplicar els mateixos requeriments per la resta de combustibles.
 - a. **El RITE** (Real decreto 1751/1998, del 31 de juliol) (Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios). Aquest et marca el fraccionament de la potència, els espais mínims per manteniment, el rendiment de la combustió, la seguretat, el control i la regulació.

- b. **EI RAP** (Real decreto 769/1999, del 7 de Maig) (Reglament d'aparells a pressió). Aquest marca mesures addicionals aconsellables.

c.

2. Requeriments mediambientals

2.1 Tot i que no hi ha una reglamentació específica per a les calderes de biomassa, tots els equips haurien de complir com a mínim els següents valors d'emissions (contingut d'O₂ del 6%) (Font: DOGC núm. 4107A - 06/04/2004, aprovat pel DMAH):

- a. NO_x: 650 mg/Nm³
- b. CO: 500 ppm
- c. Partícules: 200 mg/Nm³

A més d'això, la temperatura de sortida de gassos no superarà mai els 180°C.

16.2.4. OPERACIÓ I MANTENIMENT

Per a una bona operació i manteniment de les instal·lacions de climatització amb biomassa és molt important l'elecció de la potencia de la caldera.

El temps de dedicació requerit depèn de varis factors: si la recepció del combustible es realitza sense la presència de l'usuari, si la biomassa s'embossa o interromp el sistema d'alimentació, i si la supervisió del sistema es realitza mitjançant telecontrol en el cas d'estelles, pèl·lets o residus agroindustrials.

Totes aquestes activitats engloben:

- El control visual de la caldera un parell de vegades a la setmana si és possible.
- Ajustaments, manteniment i cura de problemes d'operació de menor importància.
- Adquisició del combustible.
- Gestió de les cendres generades.

És obvi que el temps dedicat depèn de la mida de la instal·lació i del consum de biomassa. Per tant, la dedicació en les instal·lacions més petites serà menor. També, cal remarcar que aquest temps és mínim comparat amb qualsevol sistema de calefacció tradicional amb biomassa.

Amb els moderns sistemes de climatització d'edificis amb biomassa, el manteniment de la instal·lació no és un inconvenient, en contraposició a les antigues calderes manuals en les que s'havia de controlar la quantitat de combustible necessària pel seu ús.

L'únic treball manual és la recollida de cendres, que com ja hem comentat, és molt senzilla i no suposa gran molèstia.

Hi ha varies alternatives per a reduir encara més aquesta baixa càrrega de feina, com:

- Subcontractar l'operació i manteniment a una companyia de serveis energètics.
- Sistema automàtic de recollida de cendres
- Neteja automàtica dels intercanviadors de calor.
- Que la gestió del subministrament de combustible a utilitzar la realitzi el proveïdor de la biomassa tenint en compte les quantitats reals de producció d'energia, controlades i enviades de formar electrònica per telegestió.
- Cedir l'escura-xemeneies a la cura de la neteja regular de la instal·lació.

Es poden evitar molts problemes si l'usuari d'aquest sistema de calefacció rep les instruccions necessàries del distribuïdor d'aquesta tecnologia, de l'instal·lador o del consultor, en el moment de la posada en marxa. Aquestes recomanacions seran: rutines diàries, errors típics, servei tècnic per l'assessorament, reglatge de la combustió, etc.

16.3.INTRODUCCIÓ AL CAS PRÀCTIC

Implementació d'un sistema de calefacció i aigua calenta a l'Ajuntament i Escola de Llavorsí

Com ja s'ha vist a l'apartat anterior, els balanços energètics, ambientals i econòmics són positius, per tant, tenim un potencial susceptible de ser utilitzat. Es plantejarà un escenari d'aplicació utilitzant una petita part d'aquest potencial energètic. Les instal·lacions escollides per aplicar aquest cas pràctic són l'Ajuntament i l'Escola de Llavorsí. S'ha triat aquests dos emplaçaments perquè s'han de reformar pròximament i per tant, es podrien aprofitar les obres per tal d'adequar les instal·lacions al nou sistema de calefacció a partir de biomassa.

Taula 16.11: Potencial energètic i superfície Font: Elaboració pròpia

Potencial energètic		Superfície	
Anual	2008-2022	Ajuntament	Escola
$5,7 \times 10^7$ MJ	$8,5 \times 10^8$ MJ	350 m ²	163 m ²

La superfície de l'Ajuntament s'ha extret del projecte d'ampliació³⁸ d'aquest, aprovat al desembre del passat any 2007. En canvi, per la superfície de

³⁸ Projecte d'ampliació de l'Ajuntament elaborat per l'arquitecte Albert Ferrer i Noés, de l'empresa Ferrer i ASS., s.c.p.

l'escola, el projecte d'ampliació no està acabat, l'està realitzant el departament d'Educació de la Generalitat, per tant, no s'ha pogut accedir a la informació. S'ha tingut en compte la superfície de l'escola actual, abans de reformar, perquè la tendència actual no indica que hi pugui haver un augment substancial (sinó tot el contrari: punt 4.4.11) del nombre de nens.

A l'apartat de diagnosi es desenvoluparà més detalladament aquest cas pràctic.

BLOC 4: AVALUACIÓ I DIAGNOSI

- 17. AVALUACIÓ DELS CONDICIONANTS PER A L'EXTRACCIÓ DE BIOMASSA I DEL LES DIRECTRIUS D'ACTUACIÓ DEFINIDES PER A L'APROFITAMENT FORESTAL
- 18. AVALUACIÓ ENERGÈTICA
- 19. IMPACTE SOCIOECONÒMIC DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA COM A RECURS ENERGÈTIC
- 20. IDENTIFICACIÓ, VALORACIÓ I AVALUACIÓ DELS IMPACTES PROVOCATS PER L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA AL PNAP
- 21. BALANÇ D'EMISSIONS DE CO₂
- 22. APLICACIÓ EN FORMA DE CAS PRÀCTIC

BLOC 4: AVALUACIÓ I DIAGNOSI

17. AVALUACIÓ DELS CONDICIONANTS I DIRECTRIUS D'ACTUACIÓ PER A L'EXTRACCIÓ DE BIOMASSA DINS EL PNAP.

A l'apartat 10 del bloc 3 – Inventari, s'han esmentat una sèrie de condicionants a tenir en compte en els aprofitaments forestals que es duen a terme dins el Parc. Aquests condicionants generals sobre el modus d'actuació en les diferents fases d'aprofitament venen definits per la legislació sectorial vigent mentre que les directrius d'actuació més específiques per als diferents tipus de tractaments silvícoles venen definides en el POF de cada forest. Es tracta d'uns criteris de sostenibilitat amb el medi que han quedat establerts al territori. Aquests criteris són avui en dia, pilars fonamentals d'aquests tipus de gestió. De fet, part d'aquests criteris i juntament amb altres, són resultat de la consulta amb experts i de la bibliografia referent i han permès establir les directrius per a cada aprofitament o ús.

Així doncs, en aquest apartat es du a terme una avaluació dels condicionants per a l'extracció de biomassa i de les directrius d'actuació definides per a l'aprofitament forestal dins el PNAP. A les taules 17.1 i 17.2 es recullen els aspectes positius i negatius obtinguts en l'anàlisi.

Es considera que l'aspecte negatiu més important d'aquest anàlisi és el que fa referència a la manca d'un document escrit, que arribi a mans del rematant i del seu equip de treball, on es reflecteixin els condicionants i les directrius que s'han esmentat en aquest projecte. Per això a l'apartat de propostes de millora s'elabora un protocol d'actuació per als aprofitaments forestals (PAAF) que es duen a terme dins el PNAP.

Però també cal destacar que, tot i que no existeixi un document integrador de tots els condicionants i directrius a seguir que arribi a mans del responsable de l'explotació, l'aspecte positiu més important és que, entre els POF's i els plecs de condicions dels aprofitaments forestals definits per la Generalitat de Catalunya, es consideren tots els condicionants i totes les directrius determinades per la legislació sectorial vigent.

Taula 17.1: Aspectes positius obtinguts en l'anàlisi dels condicionants i les directrius definides per a l'aprofitament forestal. Font: Elaboració pròpia

ASPECTES POSITIUS
• Es consideren la totalitat dels condicionants definits per la legislació sectorial vigent. - a més a més, s'amplien amb d'altres criteris obtinguts de diferents projectes, estudis que s'han dut a terme a la zona i aportacions personals dels tècnics del Parc. • Les taules i llistats de directrius són exhaustius. • Els condicionants i les directrius estan definits per àmbit d'afectació. • Són interdisciplinaris i integren diferents àmbits com ara el medi biòtic, el medi físic i el medi social. • Avarca tots els camps en els que es pot produir alteració – fauna, flora, hidrologia, patrimoni històric i arqueològic i lleure. • Són d'obligat compliment: hi hauria penalitzacions econòmiques per al rematant o la no adjudicació d'altres aprofitaments forestals posteriors si no es compleixen.

Taula 17.2: Aspectes negatius obtinguts en l'anàlisi dels condicionants i les directrius definides per a l'aprofitament forestal. Font: Elaboració pròpia

ASPECTES NEGATIUS
• Absència d'un document on estiguin recollits els condicionants i directrius més importants del que pugui disposar el rematant per a realitzar l'aprofitament. • Absència d'un document on el rematant informi al Parc sobre com es farà l'aprofitament i quines directrius s'han de seguir. • Alguns criteris són molt restrictius i fan disminuir els beneficis econòmics dels propietaris de manera que aquests ho consideren no viable econòmicament i molt restrictiu ambientalment i, per tant, no ho volen explotar. • El seguiment de tots aquests criteris fa augmentar considerablement el nombre d'assenyalaments amb cercle vermell dels arbres (arbres a no tallar) que fa disminuir el volum de fusta a extreure. • Sovint els millors troncs no es poden tallar degut a que entren dins d'algun d'aquests condicionants. • A vegades són poc realistes: per exemple en l'ús de cavall com a tècnica de desembosc (avui en dia ja no s'utilitza al Parc) • En el cas de no realitzar-se el desembosc amb cavall es recomana la utilització de maquinària que no és específica per a treballs forestals. • Els controls efectuats pels Agents Rurals són periòdics (cada 2 dies

aproximadament).

- Quan es parla de tasques de renaturalització de les vies de desembosc obertes no s'especifica les accions concretes a dur a terme.

18. AVALUACIÓ ENERGÈTICA

A continuació s'efectua una avaluació del balanç energètic considerat. S'analitzen els diferents components de l'equació de balanç així com el consum de combustible (gas-oil) utilitzat en l'extracció i el transport.

18.1. AVALUACIÓ ENERGÈTICA DE L'EXTRACCIÓ DE BIOMASSA

Durant l'extracció de la biomassa forestal del bosc es genera un consum d'energia. Segons el que s'ha exposat a l'apartat 12, l'extracció de biomassa forestal es pot realitzar de diverses formes, però no hi ha un mètode generalitzat per a la recollida de la biomassa susceptible d'ésser aprofitada energèticament. Cal dir que en l'anàlisi energètic de l'extracció no s'han considerat els costos en funció de la distància al camí forestal.

El model d'extracció utilitzat pel càlcul dels seus costos energètics consisteix en tres operaris, entre els quals hi ha dos serradors amb les seves moto-serres i un conductor del tractor que ha de traslladar la biomassa a peu de pista per ser estellada in situ (apartat 8.1.1). L'extracció diària de biomassa equival aproximadament a 25 t en pes verd, i els consums de combustibles generats per la maquinària utilitzada són els exposats a la taula 14.11.

Si en una jornada laboral (8 hores) s'extreuen 25 t de biomassa en pes verd, es pot determinar quin és el consum de combustible per tona de biomassa. Aquest valor permetria aproximar per a cada tipus d'explotació forestal (amb diverses quantitats extretes de biomassa) el consum energètic associat. En total el consum de la maquinària és de 24,4 l/h de gas-oil, que en una jornada laboral es converteix en 195 litres totals. Amb aquesta dada es determina que el consum de gas-oil per tona de biomassa és de 7,7 litres. Per tant anualment és consumeixen 14.500 litres de gas-oil a durant el procés d'extracció de la biomassa forestal.

D'altra banda, sabem que 1 litre de gas-oil proporciona 43,08 MJ/kg i que la seva densitat és de 0,84 Kg/litre (veure taula 8.2). Fent la conversió a unitats energètiques obtenim que per extreure una t p.v de biomassa es consumeixen 281,17 MJ o el que és el mateix 78,10 Kwh per tona en pes verd de biomassa extreta, el que suposa anualment uns 524.700 MJ o el que és equivalent 145,7 MWh.

18.2.AVALUACIÓ ENERGÈTICA DEL TRANSPORT DE BIOMASSA

En aquest apartat s'analitza el consum energètic produït durant l'etapa de transport de la biomassa.

El consum energètic del transport depèn bàsicament del tipus de vehicle utilitzat i de la distància des del punt d'extracció fins al punt d'emmagatzematge. En el model exposat al punt 8.1.1 es veu com hi ha cinc punts des d'on es fa el transport fins al punt d'emmagatzematge; les tres forests on s'extreu biomassa forestal més les dues serradores que proporcionen estella residual dels seus treballs. Els tipus de transport també venen especificats a la taula 8.4.

A la taula 18.1 es pot observar el consum de gas-oil i d'energia primària des de cada punt d'extracció o recollida de biomassa fins al punt d'emmagatzematge.

Taula 18.1: Consum de gas-oil i d'energia primària del transport fins al punt d'emmagatzematge. Font: Elaboració pròpia

	Consum gas-oil (litres/tona)	Consum gas-oil anual (litres)	Consum energia primària (MJ/any)	Consum energia primària (Mwh/any)
Baiasca i Arestui	0,75	270	9.770	2,7
Montenartró	0,75	300	10.856	3,0
Bosc de Virós	0,25	280	10.132	2,8
Fustes Sebastià	0,75	2.877	104.111	28,9
Fustes Pallé	0,05	18	651	0,18
Total	0,61	3.745	135.520	37,6

Com s'observa a la taula 18.1, Fustes Sebastià (FS) representa el consum més elevat de gas-oil (al voltant del 75%) ja que és d'on s'obtenen més tones d'estella i tot i que s'utilitza un camió regional pel transport (més capacitat, especificat a la metodologia). El consum litres/tona a FS és igual que a les forests de Baiasca i de Montenartró ja que tot i que s'utilitza una mica més gran, hi ha una distància una mica major.

Les tres forests (Baiasca, Montenartró i Bosc de Virós) contribueixen de manera similar al consum anual de gas-oil (Taula 18.1), tot i que la forest del Bosc de Virós té un consum de litres/tona una tercera part més petita que les altres. Això es deu a que la forests del Bosc de Virós és la que contribueix amb

una major quantitat de biomassa (60%, veure taula 14.5 de l'inventari) sent a l'hora la que es troba més a prop del punt d'emmagatzematge.

Pel consum total de gas-oil hem d'afegir als 3.745 litres consumits fins al punt d'emmagatzematge els 1.625 que es consumeixen des d'aquest fins al destí final de consum (Llavorsí). Això fa un total de 5.370 litres totals a la fase de transport, i un consum energètic de **194.325 MJ/any** o el que és equivalent **53,98 MWh/any**.

18.3.AVALUACIÓ GLOBAL DEL PROCÉS

Amb la informació de que es disposa es pot estimar que el consum anual d'energia produït per l'aprofitament de les 5.420 t p.s.a de biomassa fins al punt d'emmagatzematge és de 660.200 MJ o el que és equivalent 183 MWh.

A la taula 18.2. es resumeixen el consum de gas-oil i els costos energètics a les diferents etapes d'aprofitament de biomassa.

Taula 18.2: Consum de gas-oil i d'energia primària anual total i per les diferents etapes de l'aprofitament de la biomassa. Font: Elaboració pròpia

PROCÉS	Consum gas-oil (litres)	Consum energia primària (MJ/any)	Consum energia primària (MWh/any)	Percentatge (%)
Extracció (inclou trituració)	14.500	524.700	145,8	73
Transport	5.370	135.520	53,98	27
TOTAL	19.870	660.220	199,78	100

Com es pot observar a la taula 18.2. els costos d'extracció suposen el 73% dels costos totals. Es necessari remarcar que aquesta proporció seria encara més elevada si tota la biomassa provingués del bosc ja que és la que contempla costos d'extracció. La biomassa obtinguda al bosc només representa un 23% davant un 77% provinent de les serradores (veure taula 14.7 de l'inventari). Això vol dir que si tota la biomassa provingués del bosc els costos d'extracció es multiplicarien per quatre, mentre que els del transport romandrien igual (s'ha de transportar igualment).

El potencial energètic de la biomassa aprofitada anualment (5.420 t psa) és de 20.784 MWh (veure taula 14.8 de l'inventari). Per tant els costos energètics totals, 199,78 MWh, suposen aproximadament un 1% del balanç energètic total i, per tant, no suposen un factor limitant per l'aprofitament energètic de la biomassa. Si només tinguéssim en consideració el potencial energètic de la biomassa del bosc (4.690 MWh), que és on existeixen costos d'extracció, aquest suposarien una mica més del 3%.

En resum, s'obtenen 20.784 MWh/any d'energia amb l'ús de les 5.420 t psa/any de biomassa i per poder aconseguir aquesta energia, cal un procés

d'extracció i transport, que conjuntament suposen un cost energètic de 199,78 MWh/any. Així el potencial energètic total que s'obtingria és de 20.584 MWh/any.

19. IMPACTE SOCIOECONÒMIC DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA COM A RECURS ENERGÈTIC

Mitjançant les dades econòmiques obtingudes en el treball de camp, s'ha procedit a l'anàlisi comparatiu d'aquestes a fi de poder obtenir resultats concloents. Mitjançant aquest apartat es vol avaluar l'impacte social i econòmic que pot representar la utilització de la biomassa amb finalitat energètica al PNAP.

19.1. BALANÇ SOCIOECONÒMIC DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA

A grans trets s'observa, a primer cop d'ull, una percepció positiva pel que fa a la implantació del procés. Cal però, aprofundir en les dades obtingudes per tal de comprendre millor l'objecte d'estudi. Tanmateix, amb l'objectiu de corroborar els resultats de l'inventari, s'ha fet una anàlisi comparatiu i un contrast de resultats.

19.1.1. BALANÇ ECONÒMIC DEL SISTEMA

Un cop inventariades les dades i calculades les fórmules pertinents s'ha arribat a una xifra orientativa de 1.500.000€/any. Considerant aquesta xifra, a priori és remarcable el fet que se'n extreu un benefici del procés, si aquest procedeix de la forma indicada en l'estudi. Cal però també, tenir en compte el fet que aquesta xifra cal contrastar-la amb diversos aspectes.

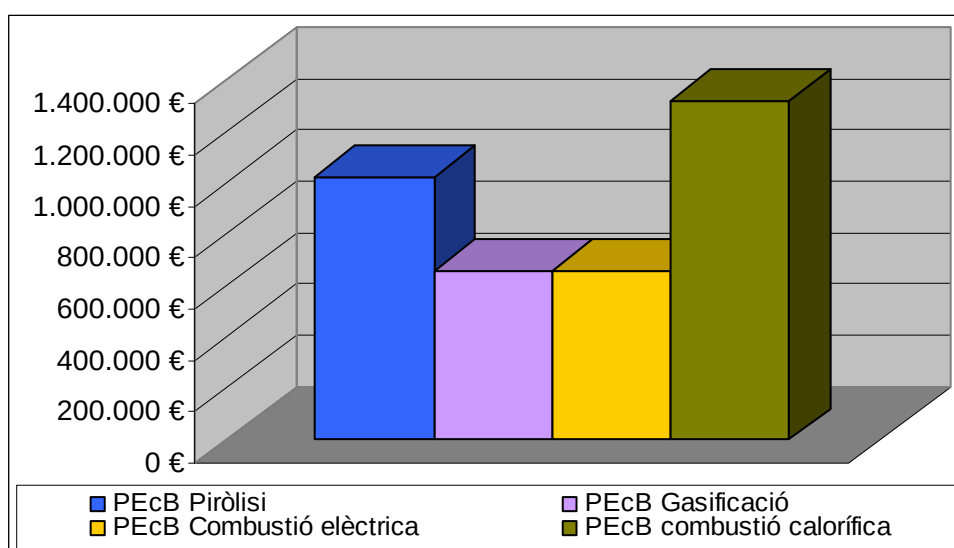
ANÀLISI COMPARATIU DEL BALANÇ OBTINGUT

Centrant-nos en la dada final del benefici obtingut tenim un resultat vàlid però que no ens dona una idea del benefici relatiu que aquest representa. És, per tant, important comparar el benefici obtingut en la utilització de la biomassa en calderes amb els altres sistemes disponibles. A continuació observem la taula 19.1 i la figura 19.1 on es representa el Potencial Econòmic de la Biomassa (PEcB) en funció de la seva utilitat final en base a les dades obtingudes en l'inventari.

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

*Taula 19.1: Taula comparativa de beneficis.
Font: Elaboració pròpia.*

UTILITAT FINAL	TECNOLOGIA	PEcB ³⁹
ENERGIA ELÈCTRICA	PIRÒLISI	1.029.000€
ENERGIA ELÈCTRICA	GASIFICACIÓ	661.500€
ENERGIA ELÈCTRICA	COMBUSTIÓ	661.500 €
ENERGIA CALORÍFICA	COMBUSTIÓ	1.323.000 €



*Figura 19.1: PEcB segons finalitat energètica
Font: elaboració pròpia.*

Podem observar com la opció que dona un benefici econòmic més alt és la opció seleccionada, tot i que . Això es creu que és degut principalment al fet que el rendiment del seu procés és molt major (Figura 19.2.).

³⁹ Es realitza en base al PEcB i no en base al BEcT ja que en l'estudi només es disposa de dades completes de totes les tecnologies pel que fa a PEcB. Tanmateix s'estima que els costos seran molt semblants excepte en la implantació i manteniment de les plantes de conversió de biomassa en energia.

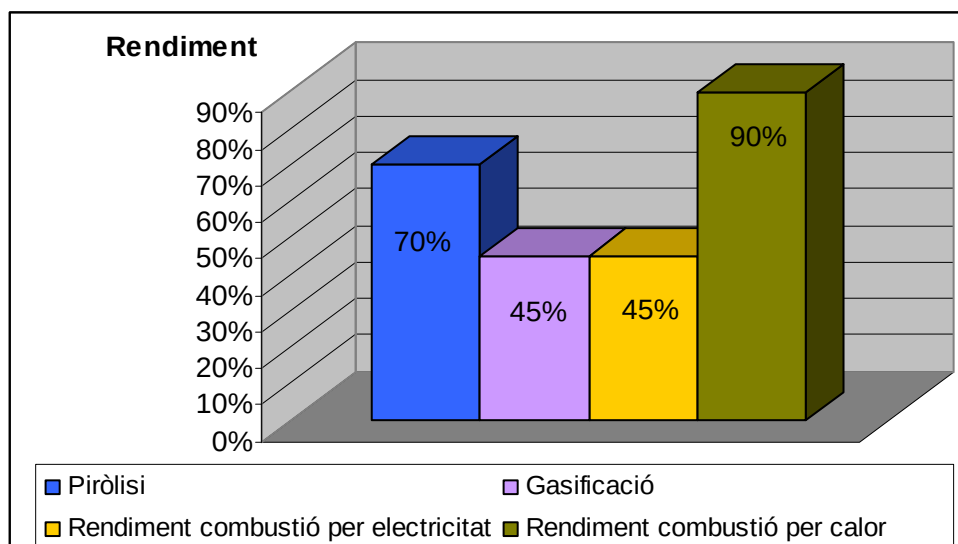


Figura 19.2: Rendiment segons finalitat energètica
Font: elaboració pròpia

Es considera que aquest elevat rendiment es deu a la simplicitat del procés i a la immediatesa d'aquesta conversió. En la conversió de biomassa en calor hi ha poques pèrdues d'energia en altres formes, fet que comporta aquestes deduccions.

Un cop avaluat i justificat el sistema d'estudi, considerat com al més viable s'ha optat per avaluar el resultat final del balanç. Tal i com s'ha comentat aquesta xifra aproximada seria de 1.500.000€/any fet que ens dona una idea general del benefici que pot comportar aquest nou sistema. Cal però estudiar més en profunditat les característiques d'aquest mercat per tal de donar una idea més concreta. El volum econòmic d'aquest nou cycle econòmic a la zona del PNAP seria d'una xifra poc inferior als 2.000.000 €/any d'una forma sostenible. Sostenible implica que es pot mantenir aquest ritme d'extracció sense que el bosc en surti perjudicat irreversiblement. A aquest fet cal matisar que els POF's, documents a partir dels quals s'ha elaborat l'estudi, tenen un cycle de vida de dècades però estimen un horitzó de sostenibilitat a mitjà llarg termini.

Cal tenir en compte també que a mitjà i llarg termini possiblement es crearan nous mercats derivats d'aquest com son els arbres de grans mides destinats a les serradores. Aquest fet, comportarà un augment del cabal del flux econòmic del cycle d'estudi. És important no oblidar que part de la biomassa considerada en el sistema prové de les serradores i per tant aquesta biomassa entraria indirectament dins del cycle d'estudi. També cal considerar els costos econòmics que no resten tant clars en un horitzó temporal major del considerat en l'estudi (veure pròxim apartat: 19.1.2.)

Si analitzem el balanç econòmic resultant del procés veiem que el benefici econòmic mensual és:

1.500.000€/any → 125.000€/mes

Aquest benefici s'atribuiria directament als propietaris de les forests explotades. Degut a que la zona de l'Alt Pirineu consta d'un sistema de boscos comunals, aquest beneficis anirien redireccionats a la pròpia millora del municipi. És per tant lògic pensar que això significarà una nova font d'ingressos per al municipi que revertirà en una millora dels serveis als seus habitants. Fet que històricament a preocupat per una greu mancança a la zona.

Una altra característica que és interessant tenir en compte és la tipologia de treball que realitzaran els encarregats de l'extracció, el transport i l'emmagatzematge de fusta. Pel que fa al transport i a l'emmagatzematge no hi ha gaires trets importants a remarcar mentre que l'extracció presenta una situació peculiar. Aquesta part del cicle econòmic corresponent al sector primari es caracteritza per la cruesa de la labor executada, realitzada en forts pendents i a mercè de les condicions climàtiques de la zona, que en ocasions pot esdevenir molt adversa. També cal tenir en compte que és una labor poc remunerada. Tot plegat implica un fort desinterès per la població local. Es tracta per tant de una labor desenvolupada majoritàriament per immigrants amb experiència en el camp dels tractaments silvícoles.

Per altra banda cal considerar que aquest cicle econòmic ve restringit, almenys pel que fa a l'extracció de biomassa del bosc, a unes èpoques determinades. Degut a les restriccions, per una banda climatològiques i per l'altra biològiques o econòmiques el període d'activitat laboral queda restringit a una 4 mesos l'any fet que comporta una activitat majoritàriament temporal. Cal considerar però que aquesta es centrarà en èpoques de tardor i finals d'estiu, moments en que normalment no hi ha una gran afluència de turisme ni una gran presència d'altres activitats econòmiques a la zona.

19.1.2. ESTUDI COMPARATIU DE COSTOS

Pel que podem veure a la Figura 19.3. els costos d'extracció i transport varien segons la procedència de la biomassa.

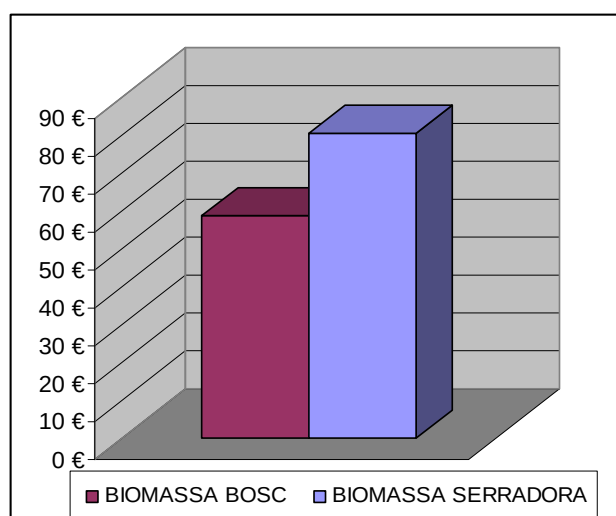


Figura 19.3: Gràfica comparativa de la biomassa

segons procedència Font: Elaboració pròpia

Com podem veure el preu unitari és notablement més alt en el cas de la biomassa extreta directament de forest. Concretament es tracta d'un preu un 26,3% major. Considerant que únicament es tenen en compte els costos directes d'extracció, podem dir que la fusta de les serradores surt molt més a compte que la provinent directament de les forests. És important però tenir en compte que a llarg termini les extraccions programades per a aquest tipus d'activitat, corresponents a tallades d'aclarida i de millora revertiran en la qualitat de la biomassa restant així com en contribució amb l'ecosistema. Seria per tant qüestionable aquest augment de preu si es consideressin els costos indirectes de cada un dels processos, així com els costos a llarg termini. És això però, un tema que caldria tractar en un projecte concret degut a la seva complexitat.

A continuació podem observar en les figures 19.4 i 19.5 un estudi de la fracció representativa de cada tipologia de biomassa segons el seu pes així com el seu cost econòmic.

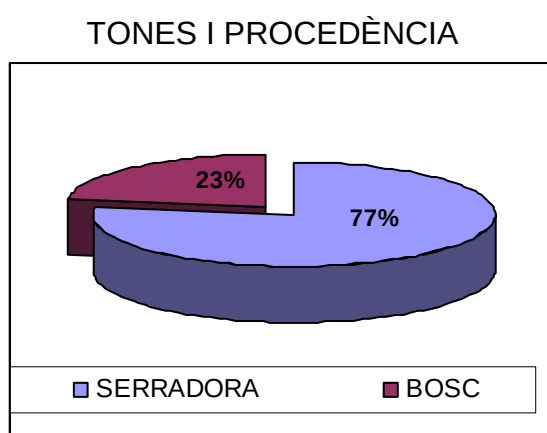


Figura 19.4: Distribució de les tones de biomassa segons procedència.
Font: elaboració pròpia.

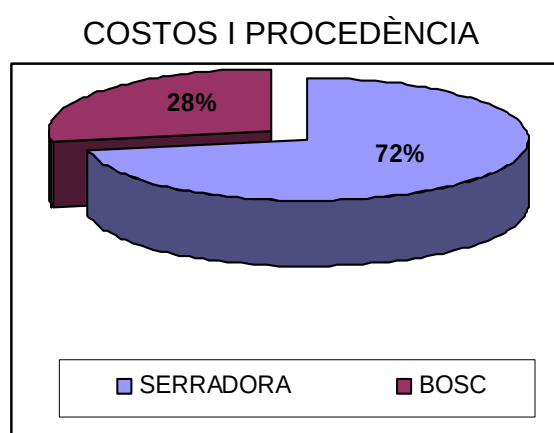


Figura 19.5: Distribució de costos de la biomassa segons procedència.
Font: elaboració pròpia.

Això ens demostra que tot i representar un preu més elevat de la biomassa procedent de bosc no representa un cost excessivament significant pel que fa al total del sistema.

19.2. AVANTATGES I INCONVENIENTS SOCIOECONÒMICS DE L'ACTIVITAT

Mitjançant el següent apartat es vol donar una idea més concisa del que significarà aquest activitat així com del que reportarà als habitants de la zona d'estudi. S'ha optat per a la realització d'una classificació dels impactes en base als prèviament identificats (veure apartat 15.2) en avantatges o impediment. Tanmateix s'ha optat per a realitzar una petita descripció característica segons previsions d'estudi.

19.2.1. AVANTATGES DE L'ACTIVITAT PROPOSADA

- **Creació de llocs de treball:** aquest esdevé l'impacte positiu més rellevant (veure apartat 15.2.1). Podem considerar que aquest impacte serà de caràcter permanent per que fa a la seva periodicitat interanual així com estacional pel que fa a part de les seves activitats. Es considera que existirà un percentatge notable d'augment de població ocupada en el sector. Els pics d'ocupació però es presentaran entre els mesos d'Agost i Novembre.
- **Disminució del risc d'incendis:** aquest impacte, conseqüència indirecta resultant del procés, esdevé certament rellevant. Això es degut a que existeix una forta problemàtica pel que fa al risc d'incendis en la zona de la Mediterrània que tot i no afectar a la tipologia climàtica de la zona podria afectar lleugerament. Degut al retorn de l'explotació dels boscos, la disminució del risc d'incendis esdevindrà permanent i més controlable en aquest cas. Cal tenir en compte l'evidència que a menys biomassa menys perill de propagació de l'incendi.
- **Reaprofitament d'un producte de rebuig:** durant els últims anys, el baix preu de la biomassa ha implicat que moltes explotacions silvícoles forestals quedin abandonades. Aquest producte ha estat considerat pràcticament un producte de rebuig en algunes ocasions. La situació és similar en les serradores que durant aquests últims temps han venut els residus generats per a la producció de conglomerat a un preu de poc interès per a les empreses generadores del residu. Amb l'activació d'aquest model de producció, s'ha considerat viable la revalorització de la producció fustera comportant així a un aprofitament o reaprofitament de la biomassa.

- **Augment de la conservació de l'espai:** tot i que pugui semblar una situació paradoxal una explotació controlada de la biomassa del bosc, que contempli una planificació integral pot comportar un augment de la conservació de l'espai. El PNAP és una zona amb forta tradició en explotacions forestals. Podem considerar l'ecosistema ideal de la zona com una interacció antroponatural fet que comporta que hagi d'existir cert modelatge del bosc per tal de mantenir aquest espai.
- **Promoció d'energies renovables i reducció de la dependència exterior en matèria energètica:** La utilització de la biomassa com a font energètica d'una forma raonada comporta una reducció del consum d'altres combustibles. Avui dia, els principals combustibles consumits per a la producció d'energia són els derivats del petroli. Parlem per tant de fonts d'energia no renovable i procedent de zones allunyades. Aquest fet implica una forta dependència exterior que podria minvar si es generalitza l'ús de combustibles autòctons a un ritme d'extracció renovable.
- **Re població de la zona d'estudi:** una problemàtica que ha afectat durament els últims temps a la zona del Pallars és la pèrdua de població en general (veure figura 4.8) i principalment jove. La possibilitat de la generació de noves places laborals contribueix a la repoblació de la zona, evitant així una descompensació en la piràmide demogràfica.

19.2.2. INCONVENIENTS DE L'ACTIVITAT PROPOSADA

- **Augment del trànsit:** per contra trobem alguns impactes que poden afectar en negativament en l'estudi. Un dels impactes directes que cal considerar és l'augment del trànsit rodat de la zona. La necessitat de transportar la biomassa del punt d'extracció al punt d'emmagatzematge pot retribuir a un augment del trànsit rodat els mesos de Setembre Octubre i Novembre. Per últim el transport de la zona d'emmagatzematge al destí final es perllongarà durant tot el període hivernal així com els primers mesos de la primavera.
- **Pèrdua de llocs de treball:** existeix també un lleuger contratemps pel que fa a la creació de llocs de treball. Actualment existeix un cicle de transport de restes de serradora a una planta de construcció de conglomerat. L'existència del nou cicle revertiria directament en el transport amb trajectes de curta distància fet que comportaria una lleugera disminució de hores de feina.
- **Contaminació:** Percebem cert risc de contaminació, principalment acústica i paisatgística, així com un augment de la

pressió antròpica a la zona. Aquesta és deguda a la tipologia dels treballs que conformen el cicle d'estudi així com a la situació geogràfica determinada on es desenvolupa part de l'activitat. Es considera que la major part d'aquest impacte la generaria la extracció. Cal tenir-lo en compte també, en l'emmagatzematge i el transport, així com en el seu processat.

19.3.PERSPECTIVES FUTURES DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA AL PNAP⁴⁰

La producció d'energia a partir de biomassa a la zona de l'Alt Pirineu, així com la seva rendibilització econòmica, esdevé una perspectiva de futur molt esperançadora i interessant.

Tal i com es pot observar en la Figura 19.4. la biomassa d'estudi és únicament una petita fracció de tota la biomassa que seria susceptible de ser explotada a la comarca del Pallars Sobirà⁴¹ actualment. De cara als pròxims anys es calcula que aquesta xifra podria augmentar i de forma sostenible fet que obre grans perspectives pel que fa a l'aprofitament d'aquest recurs. És una oportunitat per tal de revaloritzar una matèria prima que ha anat perdent pes amb els anys fins al punt actual.

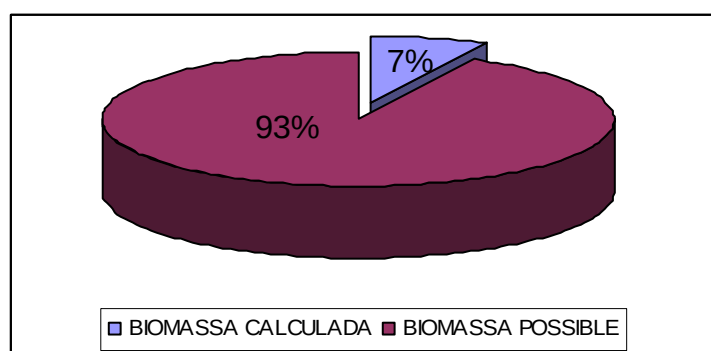


Figura 19.4: Fracció estudiada respecte el total susceptible de ser explotat. Font: elaboració pròpia en base a dades oficials.

Per altra banda, la implantació d'aquest sistema de mode generalitzat vindria propiciat per la construcció de noves infraestructures públiques a la zona. Es considera que durant els pròxims 10-15 anys existirà una remodelació o construcció de 5 a 10 edificis administratius en la zona. El fet d'aplicar la biomassa en els sistemes descrits pot donar peu més fàcilment a un ús generalitzat del sistema.

⁴⁰ Extret de les entrevistes amb els diferents actors implicats. Consultar entrevistes a apartat 31 Bloc VII.

⁴¹ Extret de l'entrevista realitzada amb el màxim responsable forestal del Pallars Sobirà, apartat 31.6 de Bloc VII: Annexos.

L'augment econòmic dels pròxims anys gràcies a aquesta activitat pot significar alhora un nou impuls pel sector primari i secundari de la zona del Pallars (veure Figura 4.10 apartat 4.4.11). Això comportaria cert equilibri a una zona que actualment viu del turisme de lleure, retornant d'aquesta manera importància al sector primari de l'economia local.

Associat directament al procés de combustió trobem dos activitats que tenen cabuda a l'espai i que no s'han considerat fins al moment. Aquestes són:

- Possible construcció de planta de tractament de biomassa: per tal de millorar l'eficiència de la biomassa utilitzada cal considerar si realment és factible la producció de pèl·lets. Si és així caldrà considerar la possible implantació d'una planta de processatge de pèl·lets a la zona fet que contribuiria al creixent econòmic del sector.
- Possible augment de les activitats atribuïdes a la implantació de calderes: amb l'objectiu de introduir les calderes a edificis privats a mitjà i llarg termini es considera probable la instauració d'un actor centrat de forma directa en la construcció de calderes de biomassa.

Existeixen bones perspectives socials per a la implantació d'aquest model. Tanmateix s'hauria de realitzar certa planificació per tal de portar a terme l'activitat de forma controlada i eficient.

Per últim cal considerar la problemàtica global del consum d'energia i extrapolar-la al sistema d'estudi. Amb l'augment d'aquest model energètic es dona pas a una nova via de consum de combustibles energètics. Aquest fet interessa als diferents actors implicats en l'activitat així com als principals especialistes de la zona. Gràcies a aquest procés, a més de utilitzar un recurs desaprofitat de la zona, contribueix a la panacea de l'autosuficiència energètica.

20. IDENTIFICACIÓ, VALORACIÓ I AVALUACIÓ DELS IMPACTES PROVOCATS PER L'APROFITAMENT DE LA BIOMASSA AL PNAP

En aquest apartat es du a terme la identificació, la valoració i l'avaluació dels possibles impactes derivats de l'aprofitament de la biomassa forestal al PNAP. Es realitza una distinció d'escala entre els impactes generats: impactes locals, que afecten només a la zona de l'estudi, i impactes globals, amb una anàlisi a gran escala dels impactes derivats de l'aprofitament de la biomassa amb finalitats energètiques.

Primer es realitza una identificació i valoració dels mateixos. S'assumiran només els impactes previsiblement més importants, tant els positius com els negatius, a fi de tenir una idea de quins són els efectes sobre el medi de les

activitats d'extracció i transport de la biomassa. Posteriorment es durà a terme una avaluació dels impactes citats.

20.1.IMPACTES A NIVELL LOCAL

L'aprofitament energètic de la biomassa com a combustible comporta, en general, impactes positius. Podem destacar que aquest aprofitament diversifica el mercat energètic (passant dels combustibles fòssils als recursos renovables). També són importants la creació de llocs de treball i l'impuls al desenvolupament econòmic de les zones forestals.

Tot i així, també es produeixen impactes locals negatius, encara que poc importants si les activitats es realitzen de forma respectuosa amb el medi. Els més importants són els generats pel transport de la biomassa forestal. Es generen impactes en el medi físic, sobretot per les emissions a l'atmosfera i per la contaminació acústica que emet la maquinària.

20.1.1. IDENTIFICACIÓ DELS IMPACTES

En relació a la identificació d'impactes, només cal identificar aquells que siguin "notables" previsibles, i els mínims es deixaran fora de l'anàlisi [36]. És un procés que consisteix a identificar quins efectes són previsiblement més importants per estudiar-los.

A continuació es descriuen els impactes més significatius mitjançant una classificació en funció dels medis afectats i els factors alterats per les activitats d'extracció i transport de la biomassa.

IMPACTES LOCALS AL MEDI FÍSIC

Atmosfera

- Contaminació Acústica

Extracció de la biomassa:

Durant la fase d'extracció es produeix un increment de la contaminació acústica provocat per la maquinària que du a terme els treballs de condicionament previ de la zona i també els treballs d'explotació forestal. Aquesta contaminació sonora és força elevada ja que els treballs de tallada i desbrancat provoquen una sensació desagradable per a l'oïda.

Fase de transport:

La contaminació acústica es produeix degut al trànsit dels camions que retiren la biomassa del bosc. Depenent de la producció de biomassa de les forests i de la capacitat de càrrega dels camions, el número de viatges a realitzar variarà – augmentant o disminuint la intensitat d'aquest impacte.

- Contaminació lumínica

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa forestal no produeix contaminació lumínica perquè els treballs s'efectuen de dia amb llum natural.

Fase de transport:

No hi ha contaminació lumínica en aquesta part del procés ja que per poder carregar el camió és convenient tenir una bona il·luminació.

- Emissions de gasos i partícules

Extracció de la biomassa:

Durant aquesta fase es produeix un deteriorament de la qualitat de l'aire a causa de les emissions de gasos i partícules associades a la maquinària forestal i dels treballs de condicionament de la zona. Es produeixen emissions de pols en la tallada i el desbrancat i emissions de gasos per part de les moto-serres i dels tractors que participen en el procés d'extracció.

Fase de transport:

El transport es realitza amb camions i aquests emetran gasos com a producte de la combustió de combustibles fòssils (principalment CO₂). Per altra banda, durant el transport de biomassa es poden donar pèrdues de la càrrega, sobretot en forma de pols i estelles.

Geologia i Edafologia

- Contaminació del sòl i subsòl

Extracció de la biomassa:

El trasllat de la maquinària pesada, la instal·lació d'aquesta, els vessaments ocasionals, les feines d'acondicionament de la zona i l'explotació forestal provoquen un cert grau de contaminació.

Fase de transport:

Es pot produir degut al trànsit de la maquinària, principalment, camions de càrrega que circulen per les vies que donen accés a la zona on es du a terme la explotació.

- Compactació del sòl

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa produeix una compactació del sòl a causa de l'obertura i/o condicionament de camins i de la utilització de maquinària pesada.

Fase de transport:

La compactació serà resultat del pas de camions per les vies forestals. Aquest impacte sobre el sòl, no cimentat, de les vies d'accés, redueix la porositat, redueix la infiltració, fa augmentar l'erosió i afecta a les comunitats vegetals. Així doncs, és un impacte greu sobre el sòl.

- Erosió

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa produeix erosió al sòl a causa de l'obertura i/o condicionament de camins, la utilització de maquinària pesada i la freqüentació del terreny per part del personal forestal. Es poden generar inestabilitats gravitatòries provocades per una extracció sense un control adequat. En aquest apartat, per tant, és clau el pendent de la zona a explotar.

Fase de transport:

Aquesta és l'activitat de tot el procés que erosiona en major grau el sòl. La presència i trànsit de camions de gran tonatge malmet les vies forestals i d'accés a l'explotació.

- Ocupació del sòl

Extracció de la biomassa:

Durant la fase d'extracció de la biomassa forestal es produeix una ocupació del sòl de forma temporal de la maquinària d'extracció de la biomassa.

Fase de transport:

No es produeix ocupació del sòl.

- Fertilitat

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa forestal pot ocasionar una reducció de la fertilitat, tot i que aquesta extracció no hauria de provocar una baixada en el nivell de nutrients presents en el sòl. Així, deixant una certa quantitat de branques i de fulles triturades sobre el sòl s'evitaria una reducció en el nivell de nutrients del sòl.

Fase de transport:

Es dona una disminució de la fertilitat del sòl fruit de la freqüentació dels camions de càrrega del producte forestal, amb el trepig i l'erosió que produeixen. Els vessaments fortuits de les màquines i camions també poden alterar la fertilitat del sòl.

Hidrologia

- Superficial

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa forestal no ha d'afectar de forma significativa a les aigües superficials ni provocar canvis en la dinàmica dels corriols i torrents.

Fase de transport:

Es pot produir la contaminació de les aigües superficials fruit de vessaments de combustibles o líquids refrigerants dels camions.

- Subterrània

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa forestal no incidiria en les aigües subterrànies.

Fase de transport:

Es pot produir contaminació de les aigües subterrànies en el cas que es produeixin vessaments dels combustibles o líquids refrigerants dels camions.

- Consum de recursos hídrics

Extracció de la biomassa:

L'extracció de biomassa causaria una variació del consum d'aigua per part de la vegetació existent. Així doncs hi hauria més escolament superficial amb el risc d'erosió que això comporta.

Fase de transport:

No es contempla.

- Qualitat de l'aigua

Extracció de la biomassa:

Es considera que aquesta activitat no afecta de manera important en la qualitat de l'aigua.

Fase de transport:

De la mateixa manera que en el cas de l'extracció, el transport no afecta a la qualitat de l'aigua

IMPACTES LOCALS AL MEDI BIÒTIC

Vegetació

- Cobertura vegetal

Extracció de la biomassa:

En boscos de poca edat la diversitat d'espècies és elevada perquè la majoria poden trobar unes condicions idònies per a sobreviure i desenvolupar-se. Però, una explotació intensiva del sotabosc i dels residus forestals podria comportar l'extracció de la biomassa per sobre de la capacitat de càrrega del sistema, fet que afectaria als ecosistemes de la zona, amb una pèrdua de diversitat i una disminució de la cobertura vegetal.

Fase de transport:

La cobertura vegetal es veu afectada en la freqüentació de maquinària i camions de càrrega.

- Risc d'incendi

Extracció de la biomassa:

La biomassa residual que es produeix al bosc després dels treballs de neteja, aclarida i tals resta sobre el sòl, de manera que s'acumula al sotabosc, augmentant-ne el risc d'incendi. La seva extracció, però, suposa una manera de reduir aquest risc.

Fase de transport:

El trànsit de camions per les vies forestals pot ser una font d'incendi, cal assenyalar que les franges d'explotació es fan al marge de les vies, disminuint la possibilitat que proliferi.

- Aparició d'espècies colonitzadores

Extracció de la biomassa:

Amb la modificació en les característiques de la zona d'explotació, s'afavoreix la introducció d'espècies colonitzadores que exploten els recursos quan les espècies autòctones es troben afectades.

Fase de transport:

Els camions que transporten la biomassa poden ser portadors de llavors d'espècies al·lòctones.

Fauna

- Eliminació d'àrees de cria i refugi

Extracció de la biomassa:

Si el bosc és explotat de forma sostenible respectant la no tallada dels arbres marcats, respectant el perímetre al voltant dels nius i respectant els períodes de cria de les diferents espècies de la zona, l'explotació de la biomassa no té perquè ser un impacte massa gran.

Fase de transport:

L'impacte de la sobrefreqüentació de camions podria succeir degut al seu pas per les vies forestals que passen prop de les zones de nidificació i de les àrees de cria i refugi.

- Comunitats

Extracció de la biomassa:

Es considera que la fauna podria quedar afectada per la disminució de biomassa.

Fase de transport:

Es considera que el transport no afecta a les comunitats.

- Alteració del comportament

Extracció de la biomassa:

El procés d'extracció de biomassa comporta una contaminació acústica per l'ús de maquinària. Aquest nivell acústic pot ocasionar una alteració en el comportament de la fauna.

Fase de transport:

El soroll dels camions i la sobre freqüentació de les vies forestals pot afectar negativament al comportament de les diferents espècies animals del PNAP.

- Efecte barrera

Extracció de la biomassa:

L'obertura i/o condicionament dels camins podria arribar a ser elevada i crear un efecte barrera per a determinades espècies animals.

Fase de transport:

El trànsit de vehicles està considerat com un factor de efecte barrera, sobretot en vies amb elevada freqüentació.

- Aparició d'espècies colonitzadores

Extracció de la biomassa:

Amb la modificació en les característiques de la zona d'explotació, s'afavoreix la introducció d'espècies colonitzadores que exploten els recursos quan les espècies autòctones es troben afectades.

Fase de transport:

Els camions poden ser utilitzats per algunes espècies per a colonitzar zones explotades on la fauna existent s'ha vist alterada.

Impactes locals al medi socioeconòmic

Paisatge

- Degradació del paisatge

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa forestal de forma sostenible crea diversos tipus de boscos formant un mosaic en el paisatge.

Fase de transport:

La degradació del paisatge, en el transport de la biomassa es pot produir per la freqüentació de les vies forestals i pel vessament de líquids de la maquinària.

- Impacte visual

Extracció de la biomassa:

L'extracció de la biomassa forestal no ha de comportar un gran impacte visual.

Fase de transport:

L'impacte visual està associat amb el trànsit de camions per les vies forestals.

Territori

- Serveis i infraestructures

Extracció de la biomassa:

La fase d'extracció de biomassa comporta una obertura i/o condicionament de camins que es poden servir posteriorment com a infraestructures per a altres funcions.

Fase de transport:

La creació de noves vies per realitzar l'explotació forestal poden oferir posteriorment altres usos com el senderisme.

- Canvi d'usos

Extracció de la biomassa:

Al mateix temps, amb la construcció de camins, una zona forestal passa a ser un vial i per tant, es modifica l'ús del sòl.

Fase de transport:

El transport no implica un canvi d'usos.

Medi antròpic

- Desenvolupament econòmic

Extracció de la biomassa:

L'extracció de biomassa forestal genera llocs de treball, fet que impulsa el desenvolupament econòmic de la zona. A més, una rendibilització de les zones forestals genera uns beneficis per als propietaris, que haurien d'invertir en el sector forestal.

Fase de transport:

També és una activitat que ajuda al desenvolupament econòmic, donat que genera llocs de treball i obre un mercat a empreses especialitzades en aquest tipus d'activitat.

- Canvi de recursos energètics

Extracció de la biomassa:

Es considera positiu el canvi de font energètica que es produeix a partir de l'extracció de biomassa forestal, encara que és un impacte indirecte.

Fase de transport:

El transport no és afectat amb el canvi de recurs energètic donat que segueixen utilitzant combustibles fòssils.

- Creació de llocs de treball

Extracció de la biomassa:

La possible ubicació d'una planta d'aprofitament de biomassa forestal a la zona per a la obtenció d'energia implica la creació de llocs de treball al món rural i un impuls per al sector forestal.

Fase de transport:

La creació de llocs de treball en el transport és un factor important i serà necessari per tal de distribuir la biomassa a les plantes de processat i transformació com als particulars.

20.1.2. VALORACIÓ DELS IMPACTES

Un cop identificats els impactes es realitza una doble valoració. La primera és qualitativa i es realitza amb una **matriu causa - efecte**. Aquesta matriu consisteix en una taula de doble entrada on les accions impactants figuren a les columnes i els factors del medi susceptible de rebre impactes a les files. Cada casella de creuament a la matriu proporciona una indicació de quin és l'efecte de cada acció impactant sobre el factor que és impactat.

Les matrius utilitzades s'han realitzat de forma qualitativa a partir de la percepció generada per cada tipus d'actuació sobre el medi físic, biòtic i socio-econòmic.

A continuació s'exposa la taula d'identificació d'impactes elaborada segons la metodologia ja esmentada en l'apartat 3.

S'han marcat amb una creu els impactes existents i els més significatius s'han ressaltat amb un fons vermell per a poder localitzar-los amb més facilitat i rapidesa. (Taula 20.1)

Taula 20.1: Matriu d'identificació i valoració d'impactes en l'extracció i transport de la biomassa. Font: [5]

MATRIU D'IDENTIFICACIÓ I VALORACIÓ D'IMPACTES

ACCIONS		MEDI		MEDI FÍSIC										MEDI BIÒTIC						MEDI SOCIOECONÒMIC										
				Atmosfera				Geologia i edafologia				Hidrologia		Vegetació		Fauna		Paisatge		Territori		Medi antròpic								
				Contaminació acústica	Contaminació lumínica	Emissions de gasos	Emissions de partícules	Contaminació del sòl i subsòl	Compactació	Erosió	Perfil topogràfic del sòl	Ocupació del sòl	Fertilitat del sòl	Superficial	Subterrània	Consum de recursos hídrics	Qualitat de l'aigua	Risc incendi	Cobertura vegetal	Aparició d'espècies colonitzadores	Eliminació àrees de cria i refugi	Comunitats	Alteració comportament	Efecte barrera	Aparició d'espècies colonitzadores	Degradació del paisatge	Impacte visual	Serveis i infraestructures	Canvi d'usos	Desenvolupament econòmic
Extracció de la biomassa	Trasllat de la maquinària																													
	Instal·lació de la maquinària																													
	Construcció de camins																													
	Neteja prèvia del terreny																													
	Freqüentació del personal																													
	Explotació forestal																													
Transport	Circulació de vehicles																													
	Abocament de residus líquids de la maquinària																													

La segona valoració és quantitativa i consisteix en la realització d'una “**matriu d'importància**”[37]. *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*). A cada casella d'aquesta matriu (realitzada a partir de l'anterior) es produeix un creuament entre les accions impactants i els diferents factors del medi susceptibles d'impactes. Com a resultat d'un algoritme s'obté una valoració numèrica descrita a continuació:

$$IM = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

IM	Importància	RV	Reversibilitat
NAT	Naturalesa o signe	SI	Sinergia
I	Intensitat	AC	Acumulació
EX	Extensió o distribució	EF	Efecte o immediatesa
MO	Moment	PR	Periodicitat
PE	Persistència	MC	Recuperabilitat

La *Taula 20.2* explica la importància relativa de cada signe, i l'algoritme que anirà a cada casella de la “matriu d'importància”. La caracterització es basa en els criteris fixats pel Reial Decret 1131/1988.

Taula 20.2: Taula de valoració dels impactes. Font[37]

NATURALESA O SIGNE	Beneficiós	+
	Perjudicial	-
INTENSITAT	Baixa	1
	Mitjana	2
	Alta	8
	Molt alta	12
EXTENSIÓ O DISTRIBUCIÓ	Puntual	1
	Parcial	2
	Extensa	4
MOMENT	Llarg termini	1
	Mitjà termini	2
	Immediat	4
PERSISTÈNCIA	Fugaç	1
	Temporal	2
	Permanent	4
REVERSIBILITAT	Curt termini	1
	Mitjà termini	2
	Irreversible	4
SINERGIA	Sense sinergia	1
	Sinèrgic	2
	Molt sinèrgic	4
ACUMULACIÓ	Simple	1
	Acumulatiu	4
EFFECTE O IMMEDIATESA	Indirecte	1
	Directe	4

PERIODICITAT	Irregular	1
	Periòdic	2
	Continu	4
RECUPERABILITAT	Immediat	1
	Mitjà termini	2
	Mitigable	4
	Irrecuperable	8

D'aquests valors resulta una matriu numèrica on es mostra la importància que té cada impacte.

20.1.3. AVALUACIÓ DELS IMPACTES

Per a la realització de l'avaluació dels impactes locals es segueix la metodologia exposada en l'apartat 3.2 i 3.3, obtenint una matriu en la qual les caselles ocupades abans per creus, ara tenen diferents colors segons la classificació dels impactes i les accions impactants. (Taula 20.3)

Tal i com ja s'ha esmentat, aquesta classificació està basada en el **RD 1131/1988**, que diferencia els impactes en compatible, moderat, sever i crític.

Amb el valor de la importància classifiquem els impactes, d'acord amb el reglament anteriorment citat, en:

- **Compatibles:** Impactes amb valor d'importància inferior a 25. Suposa una recuperació immediata del medi un cop ha finalitzat l'activitat.
- **Moderats:** Impactes amb valor d'importància entre 25 i 50. Té una recuperació de les condicions del medi que no necessita pràctiques correctores ni protectores. La recuperació de les condicions inicials requereix un determinat temps.
- **Severs:** Impactes amb valor d'importància entre 51 i 75. Implica l'adequació de mesures protectores o correctores per a la recuperació de les condicions del medi. La recuperació requereix un llarg període de temps
- **Crítics:** Impactes amb valor d'importància més gran de 75. És un impacte de magnitud superior al llindar acceptable. Amb aquest tipus d'impactes es produeix una pèrdua permanent de la qualitat de les condicions ambientals, sense recuperació possible encara que s'adoptin mesures protectores o correctores. Cap acció de les descrites en aquest projecte comporta un impacte crític.

Taula 20.3: Matriu d'avaluació d'impactes en l'extracció i transport de la biomassa. Font: [5]

MATRIU D'AVVALUACIÓ D'IMPACTES

ACCIONS		MEDI		MEDI FÍSIC												MEDI BIÒTIC								MEDI SOCIOECONÒMIC						
				Atmosfera				Geologia i edafologia				Hidrologia				Vegetació				Fauna				Paisatge		Territori		Medi antròpic		
				Contaminació acústica	Contaminació lumínica	Emissions de gasos	Emissions de partícules	Contaminació del sòl i subsòl	Compactació	Erosió	Perfil topogràfic del sòl	Ocupació del sòl	Fertilitat del sòl	Superficial	Subterrània	Consum de recursos hídrics	Qualitat de l'aigua	Risc incendi	Cobertura vegetal	Aparició d'espècies colonitzadores	Eliminació àrees de cria i refugi	Comunitats	Alteració comportament	Efecte barrera	Aparició d'espècies colonitzadores	Degradació del paisatge	Impacte visual	Serveis i infraestructures	Canvi d'usos	Desenvolupament econòmic
Extracció de la biomassa	Trasllat de la maquinària																													
	Instal·lació de la maquinària																													
	Construcció de camins																													
	Neteja prèvia del terreny																													
	Freqüentació del personal																													
	Explotació forestal																													
Transport	Circulació de vehicles																													
	Abocament de residus líquids de la maquinària																													

Fins ara s'han avaluat els impactes locals dividint-los en un conjunt d'accions amb potencial impactant sobre els diferents àmbits en que s'ha dividit el medi impactat. Amb el coneixement de cada una d'aquestes accions i els seus valors d'importància, es pot analitzar, en conjunt i globalment, quins són els impactes locals, tant positius com negatius derivats de l'aprofitament de la biomassa forestal.

A continuació, s'exposen els impactes més importants segons si afecten al medi natural (físic i biòtic) o al socioeconòmic (Taula 20.4).

Taula 20.4: Impactes positius i negatius a escala local en el medi natural i socioeconòmic generats per l'aprofitament de biomassa forestal per a la producció d'energia calorífica. Font: Elaboració pròpia

IMPACTES SOBRE EL MEDI NATURAL	
POSITIUS	NEGATIUS
• Nous models de gestió i ordenació forestal encaminats principalment a una gestió sostenible del bosc, que repercuteix indirectament en altres factors. • Disminució del risc d'incendi degut a l'eliminació de la biomassa residual que s'acumula al bosc. • Creació i manteniment d'un bosc amb vegetació jove, vigorosa, en bones condicions fitosanitàries i disminució de risc de plagues. • Disminució de la competència entre espècies: existència d'un mosaic de boscos que enriqueix el nombre d'hàbitats i nínxols ecològics. • Augment de l'intercanvi de CO₂: Un bosc jove i en bones condicions fitosanitàries fixa més CO₂ que un bosc sense cap tipus de gestió forestal ni manteniment.	• Risc de sobreexplotació si se sobrepassa la capacitat de càrrega del sistema. Aquest és el principal risc d'una mala gestió o d'errors en els càlculs de la capacitat del medi per l'extracció de biomassa. • Disminució de la biodiversitat: les activitats descrites en el projecte poden repercutir negativament en el nivell de biodiversitat. • Augment de l'efecte barrera per la construcció i/o adequació de camins. • Disminució de nutrients si no es posa especial atenció en la fase d'extracció de biomassa. • Augment del risc d'erosió, més important en les fases d'extracció i transport si es realitzen sense control o sense mesures preventives. • Contaminació acústica per l'ús de maquinària.pot arribar a afectar de forma negativa a la fauna del parc.
IMPACTES SOBRE EL MEDI SOCIOECNÒMIC	
POSITIUS	NEGATIUS
• Creació llocs de treball: el sistema de gestió proposat crea llocs de treball, fet que suposa un increment d'ingressos en la població rural i contribueix a que aquesta no emigri a altres zones més urbanitzades. • Creació de nova indústria energètica, amb menys contaminació i	• Canvi en el tipus de gestió forestal que es pot percebre com a negativa per la població afectada pel parc de no fer-se campanyes de conscienciació ambiental. • Efecte negatiu sobre les activitats a l'aire lliure: si no hi ha una planificació correcta el projecte pot contenir

repercussions menys greus sobre el medi ambient. • Promou la disminució de l'ús d'energies no renovables.	accions que afectin als usuaris del Parc.
--	---

20.2. IMPACTES A NIVELL GLOBAL

En aquest apartat es consideren els impactes a escala global, és a dir, es fa una anàlisi a gran escala dels impactes derivats de l'aprofitament de la biomassa amb finalitats energètiques. Aquests impactes globals poden ser tant positius com negatius i per al seu anàlisi els dividirem en funció de si afecten al medi natural (físic i biòtic) o si afecten al medi socioeconòmic. (taula 20.5 i taula 20.6 respectivament)

20.2.1. IMPACTES GLOBAIS AL MEDI NATURAL

A continuació es presenten els impactes globals en el medi natural (taula 20.5) Pel que fa als impactes positius, bàsicament són els efectes relacionats amb les emissions de CO₂ que s'allibera a l'atmosfera en les diferents fases de l'aprofitament forestal i en els tractament de la biomassa i la conservació forestal (amb els beneficis associats que comporta). Pel que fa als impactes negatius, els podem considerar d'un ordre d'importància menor que els positius, ja que si es produeix un aprofitament forestal programat, organitzat i gestionat de forma sostenible aquests impactes seran de magnitud reduïda.

Taula 20.5: Impactes positius i negatius a escala global en el medi natural generats per l'aprofitament de biomassa forestal per a la producció d'energia calorífica. Font: Elaboració pròpia

IMPACTES SOBRE EL MEDI NATURAL	
POSITIUS	NEGATIUS
• Augment en l'intercanvi de CO₂ • Disminució de contaminants, respecte altres tipus de producció energètica • Conservació dels boscos en bones condicions • Disminució del risc d'incendi	• Contaminació atmosfèrica, encara que en menor mesura que en altres tipus de produccions energètiques. • Risc de sobreexplotació del bosc. • Risc d'entendre els recursos forestals com a mercaderia per a la producció energètica

Un dels motius més importants pel qual s'aposta per les energies renovables (entre elles, la biomassa) és per la reducció d'emissions de CO₂. Aquest gas és un dels principals causants de l'efecte hivernacle i la seva emissió a l'atmosfera és deguda bàsicament a la crema de combustibles fòssils. A més, la

desforestació del planeta provoca una disminució de l'absorció d'aquest compost per part dels vegetals. Així doncs, l'ús gestionat de biomassa com a font d'energia pot jugar un paper molt important en el control de la quantitat de CO₂ alliberada a l'atmosfera.

Tot i que la contribució en l'intercanvi de CO₂ al PNAP representa una petítíssima part de les emissions a nivell global a l'apartat 21 es durà a terme el càlcul del balanç de les emissions de CO₂ produïdes en l'aprofitament de la biomassa forestal en el nostre cas d'estudi perquè no s'ha d'oblidar que la suma de petites accions pot suposar grans beneficis pel planeta.

20.2.2. IMPACTES GLOBAIS AL MEDI SOCIOECONÒMIC

A continuació es presenten els impactes globals en el medi socioeconòmic. (taula 20.6) Pel que fa als impactes positius, els més importants es centren en la diversificació del mercat energètic i una disminució de la dependència i de l'ús de recursos no renovables (combustibles fòssils). Es generaria un augment de la demanda energètica (produïda a partir de biomassa) que estaria en continu creixement i que es podria cobrir amb els recursos forestals existents a escala global. Pel que fa als impactes negatius es contempla la possible visió negativa de l'aprofitament de la biomassa per part de la població en el sentit del temor a que les zones forestals es converteixin en indústries i puguin caure en una dinàmica de sobreexplotació.

Taula 20.6: Impactes positius i negatius a escala global en el socioeconòmic generats per l'aprofitament de biomassa forestal per a la producció d'energia calorífica. Font: Elaboració pròpia

IMPACTES SOBRE EL MEDI SOCIOECONÒMIC	
POSITIUS	NEGATIUS
• Disminució en l'ús d'energies no renovables. • Diversificació del mercat energètic. • Augment dels estudis en l'aprofitament de la biomassa forestal. • Revalorització dels recursos forestals. • Augment de la percepció del bosc com a útil i no merament com a alguna cosa a conservar, sense cap ús ja que té un valor ecològic intrínsec molt important.	• La visió negativa de l'aprofitament de la biomassa

21. BALANÇ D'EMISSIONS DE CO₂

En aquest apartat es du a terme el balanç d'emissions de CO₂ tot comparant les emissions produïdes en les diferents fases de l'aprofitament forestal (extracció, estellament, transport i crema en l'escenari proposat) amb la quantitat de CO₂ fixat per la biomassa extraïble del bosc i la provinent de les serradores. Una vegada es coneixen les emissions de CO₂ produïdes per l'ús de la biomassa es comparen amb l'ús de gas-oil o de gas natural com a combustible per a la producció de la mateixa quantitat d'energia calorífica en l'escenari proposat. Així es pot determinar l'estalvi en les emissions degut a l'ús de biomassa.

21.1.DETERMINACIÓ DEL CO₂ EMÈS EN LES DIFERENTS FASES DE L'APROFITAMENT FORESTAL

A continuació es detallen les emissions de CO₂ produïdes en funció de en quina fase de l'aprofitament tenen lloc. S'elaboren una sèrie de taules partint de les dades obtingudes en el balanç energètic de l'aprofitament de la biomassa.

21.1.1. ETAPA D'EXTRACCIÓ

Per al càlcul de les emissions de CO₂ a l'etapa d'extracció partim de la quantitat de biomassa extraïble per any ja calculada en l'apartat 14. S'ha estimat que es poden extreure 1880 t/any en pes verd (1.200 t/any en pes sec) de biomassa de les forests a estudi. Partint d'aquesta dada i del consum de gas-oil de la maquinària usada en l'extracció (dades calculades a l'apartat 19.1) s'elabora la taula 21.1. S'ha considerat que cada litre de gas-oil que es crema emet a l'atmosfera 2,3 Kg de CO₂ [58]. Així doncs, en l'etapa d'extracció de les 1.880 t/any es generarien 33,4 t/any de CO₂.

Taula 21.1: Consums de gas-oil i emissions de CO₂ que es produeixen durant l'etapa d'extracció. Font: Elaboració pròpia

ETAPA D'EXTRACCIÓ			
Gas-oil consumit (l/any)	Gas-oil consumit (l/t)	Emissió de CO ₂ (Kg/l gas-oil)	Emissió de CO ₂ total (t/any)
14.500	7,7	2,3	33,4

21.1.2. ETAPA D'ESTELLAMENT

Per al càlcul de les emissions en l'etapa d'estellament (taula 21.2) s'han utilitzat les dades de consum del tractor amb ploma i estelladora detallats a l'apartat 19.1. D'aquesta manera, en l'etapa d'estellament de les 1.880 t/any es generarien 29 t/any de CO₂.

Taula 21.2: Consums de gas-oil i emissions de CO₂ que es produeixen durant l'etapa d'estellament. Font: Elaboració pròpia

ETAPA D'ESTELLAMENT			
Gas-oil consumit (l/any)	Gas-oil consumit (l/t)	Emissió de CO ₂ (Kg/l gas-oil)	Emissió de CO ₂ total (t/any)
12.600	6,7	2,3	29

21.1.3. ETAPA DE TRANSPORT

L'etapa de transport l'hem dividit en 2 subetapes. La primera és la que transporta la biomassa recollida a peu de pista o a serradora fins al punt d'emmagatzematge (situat a Araós) i la segona és la que transporta la biomassa del punt d'emmagatzematge fins al punt de consum segons l'escenari que hem plantejat, que és l'ajuntament i l'escola de Llavorsí.

Etapa 1:

En aquesta etapa, a més de les tones de biomassa extraïbles de les forests hem de sumar les tones d'estella procedents de les serradores. Així doncs també dividirem aquesta etapa 1 en dues subetapes: subetapa 1.1 que inclou el transport de peu de pista al punt d'emmagatzemament i la subetapa 1.2 que inclou el transport de les serradores fins al punt d'emmagatzemament.

Per als càlculs de la subetapa 1.1 s'ha calculat la proporció de la biomassa que prové de cada forest per a poder calcular els viatges necessaris per a transportar-la fins al punt d'emmagatzematge. Un cop es coneix el nombre de viatges, aquests es multipliquen per la distància entre la forest i el punt d'emmagatzematge i obtenim els kilòmetres efectuats. El consum d'aquest vehicle varia en funció de si va carregat o no. Considerant que en el viatge d'anada cap a la forest el vehicle anirà buit i que a la tornada anirà ple, s'ha usat com a consum per als càlculs la mitjana obtinguda entre el consum del vehicle carregat i el consum del vehicle buit (20 l/100Km). La capacitat del vehicle és de 8 t i per tant, per a transportar 1.880 t caldrà fer 45 viatges des de les forests de Baiasca i Arestui (30Km), 50 viatges des de Montenartró (30Km) i 140 viatges des del bosc de Virós (10Km) que representen 4.250 Km. A partir d'aquestes dades es calcula el consum total de la subetapa 1.1. (taula 21.3).

Taula 21.3: Consum del vehicle de transport en la subetapa 1.1. Font: elaboració pròpia

SUBETAPA DE TRANSPORT 1.1		
Consum (l/100Km)	Km efectuats (Km)	Gas-oil consumit (l/any)
20	4.250	850

Per a afinar els càlculs de la subetapa 1.2, aquesta s'ha dividit en 2 subetapes més petites degut a la utilització de 2 vehicles de transport de diferent capacitat. A la primera l'anomenarem F.P. (Fustes Pallé) i a la segona F.S. (Fustes Sebastià) que són les 2 serradores que aporten l'estella.

F.P. aporta 360 t/any d'estella i s'usa un vehicle de 8t per a transportar-la. Així doncs s'hauran de realitzar 45 viatges que multiplicats pels 2 km de viatge donen 90 km a recórrer. F.S., en canvi, aporta una quantitat d'estella per any molt superior - 3.840 t/any - i s'usa un vehicle de més gran tonatge per al transport - 14t - (ja que les condicions de la carretera també ho permeten). Així doncs s'hauran de realitzar 274 viatges que multiplicats per els 35 km de viatge donen 9.590 Km a recórrer. El consum d'aquests vehicles varia en funció de si van carregats o no. Considerant que en el viatge d'anada cap a la serradora el vehicle anirà buit i que a la tornada anirà ple, s'ha usat com a consum per als càlculs la mitjana obtinguda entre el consum del vehicle carregat i el consum del vehicle buit. A partir d'aquestes dades s'elabora la taula 21.4.

Taula 21.4: Consum del vehicle de transport en la subetapa 1.2. Font: elaboració pròpia

	SUBETAPA DE TRANSPORT 1.2		
	Consum (l/100Km)	Km efectuats (Km)	Gas-oil consumit (l/any)
F.P.	20	90	18
F.S.	30	9.590	2.877
TOTAL	-----	9.680	2.895

Així doncs, els consums totals de l'etapa 1 es poden observar a la taula 21.5:

Taula 21.5: Consum del vehicle de transport en la etapa 1. Font: elaboració pròpia

ETAPA DE TRANSPORT 1

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ
D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

Km efectuats (Km)	Gas-oil consumit (l/any)
13.930	3.745

Etapa 2:

A partir d'aquest moment i fins a la finalització de l'apartat 21.2, quan es parla de biomassa es fa referència al conjunt de la biomassa extreta de les forests i les estelles procedents de les serradores (a no ser que s'indiqui el contrari) i parlem en tones de pes sec.

En aquesta segona etapa de transport, la biomassa es transportada del punt d'emmagatzematge fins al punt de consum segons l'escenari que hem plantejat, que és l'ajuntament i l'escola de Llavorsí.

La distància a la qual s'ha de transportar la biomassa és de 7 Km i la carretera permet la circulació de vehicles de gran tonatge. Per als càlculs s'usa el mateix vehicle utilitzat per al transport de l'estella des de la serradora F.S. fins al punt d'emmagatzematge, que té una capacitat de 14 tones. Així doncs, s'haurien de fer 387 viatges anuals per a transportar les 5.420 t de biomassa que representen 5.420 Km. El consum del vehicle es detalla a la taula 21.6.

Taula 21.6: Consum del vehicle de transport en la etapa 2. Font: elaboració pròpia

ETAPA DE TRANSPORT 2		
Consum (l/100Km)	Km efectuats (Km)	Gas-oil consumit (l/any)
30	5.420	1.626

Total:

Per tant el gas-oil consumit es correspon al sumatori del gas-oil consumit pel vehicle a l'etapa 1 i a l'etapa 2 i obtenim un consum total de la fase de transport de 5.370 l/any (taula 21.7). Així doncs, en l'etapa de transport de les 5.420 t/any es generarien 12,4 t/any de CO₂.

Taula 21.7: Consums de gas-oil i emissions de CO₂ que es produeixen durant l'etapa de transport. Font: Elaboració pròpia

ETAPA DE TRANSPORT			
Gas-oil consumit (l/any)	Gas-oil consumit (l/t)	Emissió de CO ₂ (Kg/l gas-oil)	Emissió de CO ₂ total (t/any)
5.370	1	2,3	12,4

21.1.4. EMISSIONS DE CO₂ DE L'ESCENARI CONSIDERAT

Per al càlcul d'aquest apartat estímem que la caldera de l'ajuntament i de l'escola del municipi de Llavorsí consumiria tota la biomassa anual disponible (la procedent del bosc més les estelles de serradora). Així doncs, es considera que la crema de la biomassa generaria unes emissions iguals al CO₂ fixat per la biomassa durant el seu cicle vital.

21.2.DETERMINACIÓ DEL CO₂ FIXAT PER LA BIOMASSA EXTRAÏBLE

En aquest apartat es calcula quina és la quantitat de CO₂ fixada per la biomassa extraïble. Per a l'obtenció de les dades de captura de C per part de la biomassa s'ha usat el programa Mirabosc On Line. S'han marcat les següents condicions: contemplar les zones amb un pendent igual o més petit que el 60% i una FCC (Fracció Cabuda Coberta⁴²) igual o major al 70% (moment en què es produeix la tangència de capçades i l'inici de la competència⁴³) i s'han obtingut els resultats que es mostren a la taula 21.8.

Taula 21.8: Existències de C incorporat i la seva incertesa, les existències de producció total i la superfície considerada. Font: elaboració pròpia en base a Mirabosc On Line (<http://natura.uab.es/mirabosc/>).

Existències C Incorporat total (t/any)	Incertesa C incorporat total (t/ha/any)	Superfície (ha)	Incertesa (t/any)	Existències Producció total (t/any)
6.141	0,20	3.165	633	12.052

S'ha de tenir en compte però que aquests resultats estan calculats a través del programa Mirabosc On Line a nivell de municipi sense poder afinar la delimitació de la superfície exactament a la dels rodals productors. A més a més de la biomassa extraïble es consideren també, dins el nostre estudi, les estelles procedents de les serradores que en el seu dia també varen ser arbres vius fixadors de carboni. Per tant, usem el valor de 5.423 t/any de biomassa tal i com s'ha fet servir per als càlculs de l'apartat anterior.

Mitjançant les dades obtingudes amb el programa Mirabosc On Line s'estima que la fixació de Carboni efectuada per les 5.423 tones anuals de biomassa és de 2.764 t de Carboni/any amb una incertesa de 285 t/any.

⁴² es calcula com la suma de l'àrea de la capçada de cada un dels arbres de la parcel·la de mostreig en relació amb la superfície de mostreig [59].

⁴³ Joanati, C.; Rodríguez, J.; Vayreda, J. (2001). "Pla de biomassa, àmbit forestal". Conveni de col·laboració entre CREA, CTFC i ICAEN. Generalitat de Catalunya, Departament d'Indústria, Comerç i Turisme [41].

Un cop s'han calculat les tones de carboni fixades en fem la conversió a tones de CO₂ de la forma següent:

$$2764 \text{ tC / any} \times \frac{10^6 \text{ gC}}{1 \text{ tC}} \times \frac{1 \text{ molC}}{12 \text{ gC}} \times \frac{1 \text{ molCO}_2}{1 \text{ molC}} \times \frac{44 \text{ gCO}_2}{1 \text{ molCO}_2} \times \frac{1 \text{ tCO}_2}{10^6 \text{ gCO}_2} = 10135 \text{ tonesCO}_2 / \text{any}$$

Per tant, el CO₂ fixat per la biomassa és de 10.135 tCO₂/any

21.3. BALANÇ GLOBAL DEL CO₂ EN L'APROFITAMENT FORESTAL

En aquest apartat es du a terme el balanç global d'emissions de CO₂ tot comparant la quantitat de CO₂ fixada per la biomassa amb les emissions produïdes en les diferents fases de l'aprofitament forestal (extracció, estellament, transport) i la crema de la biomassa en l'escenari proposat.

A la taula 21.9 es poden observar les diferents quantitats d'emissions de CO₂ produïdes en cada etapa del procés.

*Taula 21.9: Emissions totals de CO₂ en les etapes d'aprofitament de la biomassa.
Font: elaboració pròpia.*

EMISSIONS DE CO ₂ TOTALS (t/any)	
ETAPA D'EXTRACCIÓ	33
ETAPA D'ESTELLAMENT	29
ETAPA DE TRANSPORT	13
CREMA EN L'ESCENARI CONSIDERAT	10.135
TOTAL	10.210

El balanç net de CO₂ l'obtindrem comparant el resultat del total de la taula 21.9 i el valor de la fixació total de CO₂ que hem calculat a l'apartat anterior.

$$\text{BALANÇ CO}_2 = \text{FIXACIÓ CO}_2 - \text{EMISSIONS CO}_2$$

$$\text{BALANÇ CO}_2 = 10.135 \text{ t/any} - 10.210 \text{ t/any} = - 75 \text{ tCO}_2/\text{any}$$

Si el resultat del balanç és negatiu, les emissions de CO₂ a l'atmosfera augmenten, mentre que si és positiu les emissions disminueixen.

Durant aquest projecte s'ha repetit en varies ocasions que el balanç de CO₂ de la biomassa és neutre mentre que segons els càlculs efectuats en aquest

estudi el balanç és negatiu. Això és degut a que en el balanç es tenen en compte totes les etapes que ha de patir la biomassa per a poder ser utilitzada com a recurs energètic (des de que es talla l'arbre fins a que l'estella arriba al punt de consum i es crema). Quan es diu que el balanç es neutre, només es té en compte, des del punt de vista del consumidor, el moment de la combustió (la quantitat de CO₂ emesa en la combustió és igual a la quantitat de CO₂ que havia fixat la biomassa durant el seu període vital).

21.4.COMPARACIÓ DE LES EMISSIONS DE CO₂ ENTRE L'ÚS DE BIOMASSA, GAS-OIL O GAS NATURAL COM A COMBUSTIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA EN L'ESCENARI PROPOSAT

L'ús de la biomassa com a font d'energia comporta una disminució de les emissions de CO₂ en comparació amb altres fonts d'energia no renovables com el gas-oil o el gas natural (que són les dues fonts energètiques més usades per a la producció d'energia calorífica). Aquesta energia calorífica seria usada per a escalfar aigua i per a la calefacció dels edificis en l'escenari proposat.

A la taula 21.10 es poden comparar les diferents quantitats d'emissions de CO₂, en tones/any, en funció del combustible utilitzat (biomassa, gas natural o gas-oil) en l'escenari proposat.

Per als càlculs s'ha utilitzat les següents equivalències⁴⁴:

- 1kWh produït amb gas-oil emet 0,60 Kg de CO₂
- 1kWh produït amb gas natural emet 0,37 Kg de CO₂

A continuació es detallen els càlculs realitzats per a omplir la taula 21.10.

Les 5.423 t de biomassa que es consumirien cada any tenen un potencial energètic d'uns 20.800 MWh. Es calcula quina quantitat de CO₂ generarien les diferents fonts d'energia per proporcionar el mateix potencial energètic.

- Emissions anuals de CO₂ generades en la combustió de gas-oil:

$$20800MWh \times \frac{10^3 kWh}{1MWh} \times \frac{0,60KgCO_2}{1kWh} \times \frac{1tonaCO_2}{10^3 KgCO_2} = 12480 tonesCO_2$$

⁴⁴ La contaminació lumínica en cifres. Dades sobre el CO₂ emès segons l'energia produïda per diferents combustibles. Sociedad astronómica granadina: www.astrogranada.org/cieloscuro/htm/la_cl_cifras.htm

- Emissions anuals de CO₂ generades en la combustió de gas natural:

$$20800 \text{ MWh} \times \frac{10^3 \text{ kWh}}{1 \text{ MWh}} \times \frac{0,37 \text{ KgCO}_2}{1 \text{ kWh}} \times \frac{1 \text{ tonaCO}_2}{10^3 \text{ KgCO}_2} = 7696 \text{ tonesCO}_2$$

- Emissions anuals de CO₂ generades en la combustió de biomassa:

Dada que s'ha calculat a l'apartat anterior = 75 tCO₂/any

Taula 21.10: Comparativa entre les emissions de CO₂ generades per la combustió de biomassa, gas natural i gas-oil. Font: Elaboració pròpia.

Energia (MWh/any)	Emissions de CO ₂ de la biomassa (t/any)	Emissions de CO ₂ del gas-oil (t/any)	Emissions de CO ₂ del gas natural (t/any)
20.800	75	12.480	7.696

En la figura 21.11 es pot observar com es produeix un estalvi molt significatiu en les emissions de CO₂ substituint el gas natural o el gas-oil per la biomassa com a font d'energia. El balanç de CO₂ és negatiu però aquest resultat es veu de sobres compensat amb la disminució de les emissions per l'ús de la biomassa com a font energètica i renovable per a la producció d'energia calorífica.

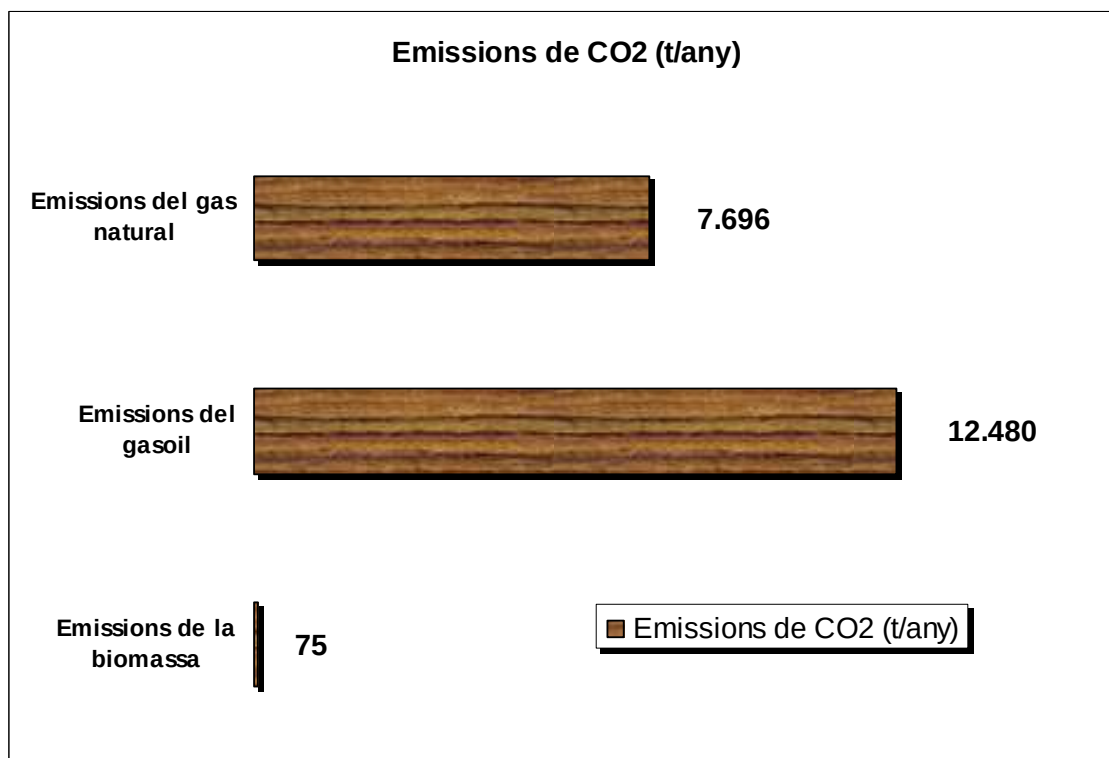


Figura 21.11: Comparativa de les emissions de CO₂ entre biomassa, gas natural i gas-oil. Font: Elaboració pròpia.

22. APLICACIÓ EN FORMA DE CAS PRÀCTIC⁴⁵

Com ja s'ha introduït a la part de inventari, per tal de poder observar l'aplicabilitat i viabilitat d'aquest estudi tant energèticament com econòmicament, es desenvoluparà un cas pràctic com a exemple.

22.1.DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'ESCENARI ESCOLLIT

L'escenari escollit són les instal·lacions de l'ajuntament i escola de Llavorsí, situades una al costat de l'altre. El que es farà es calcular la necessitat energètica pel sistema de calefacció i pel sistema d'aigua sanitària i es proposarà un sistema de caldera conjunt per les dues instal·lacions.

22.2.QUANTIFICACIÓ DE LA NECESSITAT ENERGÈTICA

Per tal de quantificar la necessitat energètica es contactarà amb un expert, se li facilitaran les dades necessàries per tal de que calculi la necessitat energètica (Kcal, MJ) necessària pel sistema de calefacció com pel sistema d'aigua sanitària de les dues superfícies escollides (Ajuntament i escola).

22.2.1. SISTEMA CALEFACCIÓ

S'entén per calefacció el sistema utilitzat, a l'interior d'un local o recinte tancat, per a escalfar l'aire i elevar la temperatura de l'ambient. Per tant, la finalitat d'una instal·lació de calefacció és aconseguir una temperatura interior que sigui independent i més alta que l'exterior i normal de l'estació. És per això, privativa dels mesos d'hivern.

⁴⁵ Totes les fórmules utilitzades a continuació estan explicades de forma detallada a la part de metodologia a l'apartat 8.1.3 del Bloc II

El sistema de calefacció escollit serà un sistema de calefacció mitjançant radiadors. La caldera cremarà la biomassa, l'energia obtinguda d'aquesta combustió es farà servir per escalfar l'aigua que circularà per l'interior dels radiadors escalfant l'habitatge. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), reuneix les normes d'obligat compliment, per les que s'han de regir aquest tipus de instal·lacions, no s'aprofundirà més en el tipus de calefacció (tipus radiadors, nº de radiadors, etc.), ja que no és l'objectiu d'aquest estudi.

Algunes de les dades necessàries, comunes pels dos edificis, proporcionades a l'expert, per tal de calcular la necessitat energètica són les següents:

9. Zona climàtica

Segons el Decret 21/2006 d'Ecoeficiència de Catalunya, la comarca del Pallars Sobirà i Alt Urgell, que són les dues comarques dintre de les quals trobem part del PNAP, es troben a la Zona II.

10. Temperatura exterior mitjana

Les temperatures mitjanes mensuals són molt fredes, de 2-3°C als mesos d'hivern i de 15-20°C als mesos d'estiu (oscil·lant força en funció dels anys). La temperatura mitjana anual és aproximadament de **10°C**.

11. Temperatura interior desitjada

La temperatura interior desitjada serà aproximadament de 22°, perquè el salt tèrmic respecte l'exterior no sigui excessivament gran.

Hi ha altres dades que són característiques per a cada edifici:

	ESCOLA	AJUNTAMENT
Superfície	350 m ²	163 m ²
Volum	630 m ³	302,4 m ³
Nº persones	25	10

22.2.2. SISTEMA AIGUA SANITÀRIA

L'aigua calenta sanitària (ACS), és el subministrament d'aigua d'ús domèstic que s'escalfa per a tenir un major confort i millor qualitat de vida.

Pel que fa el sistema d'aigua sanitària el nou Codi Tècnic d'Edificació (CTE) obliga a una contribució mínima d'energia solar segons uns paràmetres especificats a la secció HE4 del CTE. Aquest mínim es pot substituir per

energies renovables com la biomassa, per tant, es calcularà el cost de la instal·lació d'aquest mínim d'energia solar i es contemplarà com un estalvi.

La contribució solar mínima⁴⁶ és la fracció entre els valors anuals de l'energia solar aportada i la demanda energètica anual per l'escalfament d'aigua calenta (incloent-hi les pèrdues). Per tant, la contribució solar mínima depèn de la demanda d'Aigua Calenta Sanitària (litres/dia) i de la zona climàtica (irradiació global diària).

Com ja s'ha comentat abans segons el Decret 21/2006 d'Ecoeficiència de Catalunya, la comarca del Pallars Sobirà i Alt Urgell, que són les dues comarques dintre de les quals trobem part del PNAP, es troben a la Zona II.

La demanda d'ACS, la calcularem, segons la fórmula següent:

$$[\text{Consum total aigua calenta}] = [\text{Consum per persona}] * [\text{Nombre de persones}] * [\text{Coeficient de reducció f}]$$

El nombre de persones s'ha calculat de forma aproximada, ja que no disposem de dades absolutes.

El consum per persona depèn de la finalitat de l'edifici i el coeficient de reducció depèn del número d'habitatges que tingui l'edifici, s'ha extret de l'annex d'un dossier "Càlcul de la demanda energètica". Està explicat detalladament a la metodologia del cas pràctic a l'apartat 8.1.3.

Ara s'efectuaran aquests càlculs pels dos edificis per separat.

i. Ajuntament

En el cas d'edificis públics com escola i ajuntament, la demanda d'ACS és de 5 litres/persona i dia, aproximadament. S'ha considerat que treballen 10 persones a l'ajuntament i el coeficient de reducció és 1, ja que el número d'habitatges és menor a 10.

Per tant, el consum total d'aigua calenta en un dia, és igual a:

$$[\text{Consum total aigua calenta}] = 5 * 10 * 1 = 50 \text{ litres/dia}$$

A partir d'aquest consum, podem calcular la demanda energètica:

$$DE = \frac{(C_{mACS}) * [(T_{AC}) - (T_{AF})]}{860}$$

S'ha considerat 45° per la temperatura de l'aigua calenta i 10° per l'aigua freda.

$$DE = \frac{50 * [45 - 10]}{860} = 2,035 \text{ kWh dia}$$

⁴⁶ Segons el Codi Tècnic de l'Edificació, Document HE Estalvi de l'Energia (HE-4 i HE-5). Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Barcelona (31 de maig del 2006).

La demanda energètica per l'ACS diària és de **2,035 kWh**.

ii. Escola

Igual que per l'ajuntament, s'ha considerat la demanda d'ACS, de 5 litres/persona i dia. S'ha considerat que el nombre de persones és de 25 (sumant alumnes i professors). I el coeficient de reducció igual que en el cas de l'ajuntament és igual a 1.

Per tant, el consum total d'aigua calenta en un dia, és igual a:

$$[Consum\ total\ aigua\ calenta] = 5 * 25 * 1 = 125\ litres/dia]$$

A partir d'aquest consum, podem calcular la demanda energètica:

S'ha considerat 45° per la temperatura de l'aigua calenta i 10° per l'aigua freda, igual que en el cas de l'ajuntament.

$$DE = \frac{125 \times [45 - 10]}{860} = 5,087\ kWh\ dia$$

La demanda energètica per l'ACS diària és de **5,087 kWh**.

Per tant, la demanda energètica total per l'ACS pels dos edificis, és de **7,122 kWh**. Aquesta dada també se li proporciona a l'expert, per tal de que conjuntament amb la demanda energètica per calefacció pugui assessorar i recomanar un model de caldera adient pel que fa la potència i les característiques.

22.3.DISSENY I ELECCIÓ DE L'EQUIP⁴⁷

A partir dels càlculs anteriors i seguint les indicacions i dades que ens proporciona l'expert contactat, es passa a detallar algunes de les principals característiques de l'equip seleccionat. El pressupost i la informació bàsica que ens proporciona l'expert es pot consultar a l'apartat 32 del Bloc VII: Annexos.

22.3.1. CARACTERÍSTIQUES I FUNCIONAMENT

⁴⁷ Tota la informació d'aquest punt ha estat subministrada pel fabricant de la caldera [60]

Característiques i funcionament

Segons la necessitat energètica pel sistema de calefacció i la demanda d'ACS l'expert recomana la instal·lació d'una caldera de 524 kcal i una potència de 69,60 kW.

Es tracta un model com a exemple, **Caldera Biomassa CSB80** (figura 22.1).



*Figura 22.1: Calderes biomassa PASQUALICCHIO.
Font : [60]*

Aquesta caldera de biomassa està fabricada per funcionar amb tot tipus de biomassa, estelles, pèl·lets, peladures, etc., és una caldera molt versàtil, característica important, tal i com s'ha explicat a l'apartat 16.2.2 de l'inventari. Posseeix un tanc gran que garanteix una bona autonomia, això és molt positiu, perquè disminuirà la freqüentació del camió per la càrrega, per tant, disminuiran els costos de transport i, disminuiran les emissions de CO₂.

Aquesta caldera està fabricada amb els millors materials que existeixen al mercat, fet que garanteix una seguretat fins i tot, en les pitjors condicions.

Cal destacar també que tot el sistema de funcionament de la caldera es controla per una targeta electrònica que es regeix d'acord a les seves necessitats.

El rendiment mig d'aquesta caldera és del 89%, aquest normalment oscil·la per sobre i per sota d'aquest valor, depenent de les característiques del combustible (mida, humitat, etc.), que en el cas de les estelles poden variar, a diferència dels pèl·lets, que tenen propietats més regulars perquè són el resultat d'una transformació, per recordar les característiques dels diferents combustibles, consultar la taula 16.8.

A la taula 22.1 es pot observar la potència nominal màxima i mínima d'aquest model de caldera.

Taula 22.1: Potència caldera CSB80.
Font: [60]

	Caldera CSB80	
	Kcal/h	kW
Potència nominal màxima	80000	92,8
Potència nominal mínima	24000	27,84

Consum de combustible

Segons indicacions del fabricant, el consum aproximat d'aquesta caldera segons la necessitat energètica i les característiques d'aquesta serà d'unes 50 T/any d'estelles a un 30% d'humitat aproximadament, aquestes tones equivalen a 16 TEP. Cal esmentar que aquest consum és total de tot l'esperarem aquest consum en estació freda, la resta de l'any serà inferior ja que la caldera serà necessària exclusivament per l'aigua calenta sanitària.

Emmagatzematge del combustible

Ja s'ha explicat a l'apartat 16.1.2 de l'inventari les diferents tipus de sitja per l'emmagatzematge del combustible. Es pensa que la millor opció en aquest cas seria la **sitja d'emmagatzematge d'obra**. Aquesta hauria d'estar ben impermeabilitzada per evitar que el combustible es pugui fer malbé per l'entrada d'humitat. És el sistema més recomanable perquè trobem dos sistemes diferents en la sitja d'emmagatzematge: sitja amb sòl inclinat amb un cargol sense fi que transporta el combustible a la caldera, o sitja amb un sistema d'alimentació neumàtica que permet que la sitja estigui situada fins a 30 metres de la caldera, es podrà triar el més adient segons la situació d'aquesta, tenint en compte la distància a la caldera, el desnivell, etc.

La sitja hauria de tenir un volum d'uns 16 m³ aproximadament per tal de garantir una operació normal durant una setmana en estació freda. Per tant, el ritme d'aprovisionament seria un cop a la setmana aproximadament en estació freda.

Residu generat de la combustió: cendres

El sistema de recollida de cendres és automàtic, es compon d'un cargol sense fi que transporta i compacta les cendres des de la cambra de combustió a un contenidor situat a l'exterior de la caldera. Aquest contenidor disposa de rodes i d'un tirador per a que el seu buidatge sigui més senzill.

La quantitat de cendres varia significativament en funció del combustible que es faci servir, en aquest cas si es fan servir estelles, la quantitat pot oscil·lar entre 200 i 300 kg/any.

Aquestes cendres es poden fer servir com a fertilitzants per a les plantes de la pròpia instal·lació. A zones urbanes es poden llançar a les escombraries, però sempre tenint en compte la normativa de cada municipi.

Permisos

Els permisos necessaris per a la legalització e instal·lació d'un sistema de calefacció amb biomassa són els mateixos que per a un sistema convencional (gas, gas-oil, GLP), i son atorgats per l'autoritat competent de la Comunitat Autònoma, complint amb totes les normatives vigents a nivell nacional i local.

22.4.BALANÇ ECONÒMIC⁴⁸

En els costos de la caldera i de les plaques solars només hi ha inclòs el cost del material, no inclou la instal·lació d'aquests ja que per tal de fer una aproximació de la mà d'obra s'havia de definir la ubicació exacta de la caldera, ubicació de la sitja, distància de la sitja a la caldera, desnivell del terreny, etc., per definir totes aquestes variables eren necessaris els plànols dels dos edificis i de les parcel·les a on estan situats. Es disposa del projecte d'ampliació de l'ajuntament però el de l'escola l'està realitzant el Departament d'Ensenyament de la Generalitat. A l'apartat de metodologia es contemplava contactar amb un constructor per tal de que elaborés un pressupost del cost de la instal·lació de la caldera i de les plaques solars però pels motius que s'acaben de detallar, no s'ha portat a terme.

Cost de l'equip

El cost de la caldera de biomassa CSB80 és de **11.000 €**

Cost plaques solars per aigua sanitària (CTE)

El cost de les plaques solars més tots els components necessaris (conjunt suport, regulació electrònica...) pel funcionament correcte d'aquestes és de **5600 €**. Aquests 5.600 € són els que s'estalvien pel fet de fer servir una energia renovable com és la biomassa.

Subvencions

Actualment hi ha un gran nombre de subvencions per a la instal·lació d'energies renovables per part de l'administració i del ICAEN.

Un 50% dels costos són coberts pel departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, un 25% per l'ICAEN.

Per tant, l'ajuntament de Llavorsí haurà de pagar un 25 % del cost de la caldera més la instal·lació d'aquesta, la sitja corresponent i el sistema de calefacció que s'esculli.

Cost final per l'ajuntament de Llavorsí = 2.750 € (25% cost caldera) +
Instal·lació caldera + Sitja + Sistema Calefacció

⁴⁸ Els costos de la caldera i de les plaques solars han estat extrets d'un pressupost que es pot consultar a l'apartat 33 del Bloc VII: Annexos

BLOC 5: CONCLUSIONS I PROPOSTES DE MILLORA

23. CONCLUSIONS

24. PROPOSTES DE MILLORA

25. CONSIDERACIONS FINALS

BLOC 5: CONCLUSIONS I PROPOSTES DE MILLORA

23. CONCLUSIONS

Aquest apartat ha estat dividit en conclusions generals i conclusions específiques per a seguir l'estructura i com a resposta al plantejament de l'objectiu general i dels específics formulats al inici d'aquest projecte.

23.1.GENERALS

Podem considerar a trets generals que el procés d'aprofitament de la biomassa per a la producció d'energia calorífica esdevé una opció de futur viable i totalment positiva. La implantació del nou procés comporta beneficis a nivell social, econòmic i ambiental. Considerant els beneficis ambientals, el procés permet la promoció d'energies renovables i de matèries primeres d'origen autòcton, així com una disminució de les emissions de CO₂ i una millora de l'estat forestal. Socioeconòmicament parlant, una revalorització d'aquest combustible i un augment de l'aprofitament dels recursos contribuirien a la promoció de la zona actualment en greus problemes de recessió demogràfica i d'abandó de les comunitats forestals. Pel que fa als beneficis energètics es considera que contribueixen a la panacea de l'autosuficiència energètica amb l'ús de recursos autòctons en un procés amb un balanç energètic positiu.

23.2.ESPECÍFIQUES

De la mateixa manera en la que s'han estructurat l'apartat de conclusions i per les mateixes raons s'han subdividit les conclusions específiques en funció dels objectius específics plantejats.

23.2.1. CONDICIONANTS I DIRECTRIUS

S'ha considerat que l'aspecte negatiu més important de l'avaluació dels condicionants per a l'extracció de biomassa i de les directrius d'actuació definides per els aprofitaments forestals dins el PNAP, és el que fa referència a

la manca d'un document escrit que arribi a mans del rematant i del seu equip de treball, on es reflecteixin aquests condicionants i aquestes directrius que s'han esmentat en aquest projecte (veure apartats 10 i 17). Per això en l'apartat 24 (propostes de millora) s'ha elaborat un document model per a dur a terme les funcions que s'acaben d'esmentar. Es tracta d'un protocol d'actuació per als aprofitaments forestals que es duguin a terme dins el PNAP.

Cada any el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya redacta l'anomenada oferta pública de fustes i llenyes on es determina el pla d'aprofitaments forestals per un any determinat. Tenint en compte les previsions del programa anual d'aprofitaments i millores, s'elabora l'oferta pública de fustes i llenyes que té per objecte donar publicitat als aprofitaments que està previst dur a terme. Seguint els condicionants i les directrius marcats per la legislació sectorial vigent i els POF de cada forest es procedeix al marcatge dels arbres a tallar (marca amb una destal sobre el tronc) o a no tallar (cercle de color vermell al voltant del tronc). Aquesta tasca la duen a terme normalment l'enginyer forestal del DMA del Pallars Sobirà, un tècnic del PNAP i el propietari de la zona on es produirà l'explotació. D'aquesta manera es determina el volum de fusta extraïble, l'espècie sobre la qual es durà a terme l'aprofitament i si existeix algun tipus de condicionant especial a la zona a tenir en compte. Posteriorment cada aprofitament surt a subhasta pública fins que s'adjudica. Arribats a aquest punt és quan s'usaria el document que s'ha anomenat protocol d'actuació per als aprofitaments forestals (PAAF) duts a terme dins el PNAP.

El PAAF elaborat està dividit en 3 blocs:

1. El primer bloc conté una taula on es demanen dades de caire administratiu com per exemple el nom de la forest, el propietari, el responsable de l'explotació o el volum previst a extreure.
2. En el segon bloc inclou una taula per a cada fase de l'aprofitament on cal indicar la maquinària utilitzada i on estan escrits els condicionants principals que s'han de tenir en compte a l'hora de dur a terme l'aprofitament.
3. En el tercer i últim bloc s'esmenten les bones pràctiques en l'aprofitament i les observacions especials de cada zona (si n'hi han) com per exemple la presència d'alguna edificació catalogada com a patrimoni històric o l'ús d'equips de protecció personal.

Mitjançant aquest document el Parc, a part d'assegurar-se de que el personal que durà terme la explotació està al corrent de tots aquests condicionats i directives (per tant podrà ser més estricte encara en el seu compliment), pot tenir un control més acurat sobre com està previst dur a terme aquest aprofitament per part del rematant (maquinària i operaris empleats).

La seva utilització és molt senzilla. Només cal omplir els espais buits i fer una marca sobre el quadret de les opcions que pertoqui. Exemple: posar una creu sobre tractor agrícola si és el vehicle que s'usa per al desembosc, o sobre Espai d'Interès Natural si la forest es troba situada en una ubicació així catalogada.

23.2.2. IMPACTE AMBIENTAL

L'aprofitament energètic de la biomassa com a combustible comporta, en general, impactes positius. Els més importants són la creació de llocs de treball que produeix una fixació de la població de la zona, la creació d'una nova indústria energètica més respectuosa amb el medi ambient que les indústries energètiques tradicionals, la diversificació del mercat energètic (passant dels combustibles fòssils als recursos renovables), la disminució del risc d'incendis i el manteniment d'un bosc jove en bones condicions capaç de fixar més quantitat de CO₂. Tot i així, també es produeixen impactes locals negatius, que es poden minimitzar si les activitats es realitzen de forma respectuosa amb el medi. S'ha de tenir en compte que no es pot sobrepassar la capacitat de càrrega del sistema i caure en la sobreexplotació. Aquest és el principal risc que pot produir-se degut a una mala gestió o per errors en els càlculs de la capacitat del medi a l'extracció de biomassa. Els impactes negatius més importants són els generats per els vehicles de transport i la maquinària forestal. Es generen impactes en el medi físic, sobretot per les emissions a l'atmosfera, la compactació del terreny, la pèrdua de cobertura vegetal, la pèrdua de nutrients del sòl, l'augment del risc d'erosió i per la contaminació acústica de la maquinària que podria causar una alteració en el comportament de la fauna de la zona.

23.2.3. BALANÇ DE CO₂

En el balanç de CO₂ dut a terme en aquest projecte s'ha pogut observar com l'ús de la biomassa com a matèria primera per a la producció d'energia calorífica comporta una disminució de les emissions de CO₂ en comparació amb l'ús d'altres fonts d'energia no renovables com ara el gas-oil o el gas natural. Per a la producció de la mateixa quantitat d'energia, utilitzant biomassa es produirien unes emissions de 75 t/any, utilitzant gas natural se'n produirien 7.696 t/any mentre que usant gas-oil la xifra d'emissions ascendiria a 12.480 t/any. Tot i que el balanç de CO₂ realitzat ha resultat negatiu, el valor d'emissions obtingut en la crema de biomassa és irrisori en front dels ordres de magnitud que prenen les emissions en la combustió de gas-oil o de gas natural. Així doncs, podem afirmar que és viable la utilització de la biomassa forestal extraïble sosteniblement de les 5 forests estudiades dins el PNAP més les estelles procedents de les serradores per a la seva combustió en calderes a l'escenari proposat, pel que fa a la reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

23.2.4. BALANÇ ENERGÈTIC

A partir dels Plans d'Ordenació Forestal de les forests estudiades (Baiasca i Arestui, Montenartró i Bosc de Virós) es calcula que la quantitat de biomassa disponible al bosc per a finalitats energètiques és de 1.220 t psa anuals. A aquesta quantitat s'ha d'afegir les 4.200 t anuals provinents de les dues serradores de la zona (Fustes Sebastià i Fustes Pallé) el que fa un total de 5.420 tones anuals.

La quantitat anual de biomassa extreta del bosc és bastant baixa degut a que existeixen una sèrie de condicionants per a l'aprofitament forestal dins del PNAP definits per la legislació sectorial existent. Aquests condicionants garanteixen la protecció dels seus valors naturals i la compatibilitat dels diferents usos (recreatius, de conservació, d'aprofitament de recursos, etc), que es poden donar al parc. A més els POF's no contemplen l'aprofitament energètic pel que s'han hagut d'establir criteris per definir les quantitats aprofitables de biomassa a partir d'aquests. La biomassa extraïble als boscos del PNAP per a finalitats energètiques segons els criteris emprats al nostre estudi i basant-nos en les previsions d'extracció dels POF's, representa poc més del 0,5% de la biomassa total del PNAP (1.220 t psa/any sobre 213.200 t psa), per tant pot ser perfectament sostenible ja que es tracta d'un aprofitament a petita escala.

Cal destacar també la importància que suposa l'aprofitament de les 4.200 tones d'estella produïda a les serradores com a conseqüència dels treballs que realitzen. Aquesta representa la part més important de la biomassa que es pot aprofitar energèticament (77%) i representa la valorització energètica d'un recurs que actualment es paga molt poc i s'ha de transportar a llarga distància per fer pasta de paper i conglomerat.

El potencial energètic de la biomassa és d'uns 20.780 MWh/any i els costos energètics total (extracció i transport), no arriben a un 1% d'aquesta quantitat, pel que no suposen un factor limitant per l'aprofitament energètic. Cal destacar però, que els costos d'extracció suposen casi el 80% dels costos totals.

Pel que fa al cost energètic del transport de la biomassa es pot concloure que, si l'aprofitament es fa a nivell local o comarcal no serà un factor limitant. Respecte als costos energètics de la extracció s'ha de remarcar que són més significatius i representarien al voltant al voltant del 3% si tota la biomassa provingués del bosc. Per tant, tot i que en el present projecte no suposa una limitació per l'aprofitament de la biomassa forestal, si que creiem que es un punt on s'ha d'incidir més per a que la despesa energètica no s'incrementi massa.

23.2.5. BALANÇ SOCIOECONÒMIC

Centrant-nos en l'aspecte econòmic del procés es pot considerar que efectivament el procés és viable. El benefici aproximat és de 1.500.000 si fixem certs aspectes. Tenint en compte els preus dels carburants actuals, si considerem un preu mitjà d'aquests el preu surt a 0.027 €/MJ. També cal considerar que aquest procés va enfocat en la utilització de biomassa aplicada a calderes. Cal considerar també que la procedència de la biomassa conté un alt percentatge de serradura. És per tant lògic considerar que existeix viabilitat econòmica pel procés i que aquesta serà variable depenent de les diverses variables d'estudi. Alhora cal considerar com a aspecte econòmic, la reactivació del sector 1ari i 2ari de l'economia local, actualment molt depenent del sector terciari. També cal tenir en compte un augment de població resident a la zona fruit de l'augment de places laborals destinades a les diverses fases del procés.

S'observa també una tendència a mostrar-se positius respecte a la implantació d'aquest procés tot i que existeixen certs punts de desacord en la metodologia d'implantació i funcionament del sistema. Existeix preocupació per l'ús d'una metodologia respectuosa amb el medi i amb una planificació prèvia.

23.2.6. IMPLANTACIÓ DE CALDERES

La implantació de calderes de biomassa és totalment positiu ja que presenta molts avantatges front altres sistemes de calefacció.

Un dels punts més important és el fet d'utilitzar un combustible local, dona autosuficiència energètica.

Un altre avantatge fa referència al preu dels combustibles fòssils, aquest actualment és clarament a l'alça i últimament hi ha molts problemes amb aquest tema, en canvi, el preu de la biomassa té una tendència a l'estabilitat o inclús a la baixada. Si s'analitza el preu de la biomassa, cal dir, que és molt competitiu ja que es produeix localment en la majoria dels casos. I no oblidar un punt important ja comentat, si s'instal·la una caldera versàtil pel que fa al combustible, l'elecció del tipus de combustible es farà en funció de la temporada amb el preu més competitiu i amb la major eficiència

Cas pràctic

Centrat-nos en l'aplicació del cas pràctic, com ja s'ha comentat a l'apartat 22.3.1. de la diagnosi, per la caldera proposada amb una potència de 69,60 kW, adequada segons la necessitat energètica per calefacció i aigua calenta sanitària d'una superfície aproximada de 500 m², es necessiten unes 50 T/any de combustible, concretament d'estelles.

Si hi ha disponibles un total de 5420 T/any de combustible (detallat a la taula 14.7). Es podria aclimatar i abastir d'aigua calenta sanitària una superfície de 54.000 m² aproximadament tenint en compte aquest model de caldera concret i, per tant, les seves característiques. Aquesta superfície equival a la superfície

de tot el Camp Nou o a 7 vegades la superfície del terreny de joc del Camp nou, aquesta equivalència és per visualitzar millor les dimensions de la superfície.

Això és una aproximació, perquè per a la instal·lació d'una caldera cal fer un estudi exhaustiu de la necessitat energètica de l'edifici, que depèn de la superfície a escalfar, dels materials de construcció, de l'aïllament, de les persones que habiten a l'edifici, etc. A partir d'aquest estudi es podrà triar la caldera segons l'energia necessària. La quantitat de combustible consumida per la caldera dependrà del tipus de caldera (més o menys gran), de l'eficiència d'aquesta segons les característiques del combustible (humitat, mida, P.C.I,...), etc..

Es pot observar clarament la viabilitat de la implantació de calderes de biomassa a la zona tant a nivell energètic com ambiental i econòmic.

A nivell energètic es veu clarament que el potencial és molt elevat i es podrien implantar calderes a tots els ajuntaments, escoles, poliesportius, etc. de la zona (rodalies del PNAP). Fins i tot, es podria vendre l'excedent de biomassa a particulars, incentivant a la gent a fer servir aquesta energia renovable.

Com a comentari final aclarir que la informació és orientativa ja que no s'ha disposat de tota la informació necessària per elaborar-ho exhaustivament. La finalitat d'aquest cas pràctic és visualitzar la viabilitat i aplicabilitat de la biomassa com a recurs energètic a la zona i dimensionar el gran potencial energètic existent.

24. PROPOSTES DE MILLORA

A continuació es descriuen algunes propostes de millora que han sorgit de l'avaluació dels resultats del present projecte. Es divideixen en propostes enfocades a la millora del procés estudiat i en propostes enfocades a la millora del document elaborat.

24.1. PROPOSTES ENFOCADES A LA MILLORA DEL PROCÉS ESTUDIAT

La finalitat d'aquest apartat és realitzar diferents propostes per a millorar el sistema d'estudi que s'ha analitzat en aquest projecte com ara la creació d'un protocol d'actuació per als aprofitaments forestals al Parc, l'obtenció d'una ecoetiqueta de fusta, la creació d'una taula de debat entre els diferents actors implicats en el tema de la biomassa i la possibilitat d'engegar una campanya d'informació i sensibilització sobre el tema de la biomassa.

24.1.1. PROTOCOL D'ACTUACIÓ PELS APROFITAMENTS FORESTALS

Per tal de mantenir una bona preservació de l'espai afectat pel procés així com per potenciar els interessos del PNAP a la zona es proposa elaborar un estudi regulador de les activitats silvícoles i el seu aprofitament. Aquest l'anomenaríem Protocol d'Actuació pels Aprofitaments Forestals (PAAF) i estaria format per les fitxes següents:

DADES DE LA FOREST	
Nom: _____	Núm. CUP: _____
Pertinença: _____	Elenc: _____
Terme municipal: _____	Comarca: _____
☐ Espai d'Interès Natural ☐ Espai Natural de Protecció Especial	☐ Reserva Nacional de caça ☐ Espai d'Interès Natural ☐ Altres: _____
CARACTERÍSTIQUES DE L'APROFITAMENT	
Nom del rodal: _____	Superfície: _____
Localització: _____	Espècie: _____
Límits: N: _____ S: _____ E: _____ O: _____	Volum estimat: _____ ☐ amb escorça ☐ sense escorça
Vies d'accés: _____	
Adjudicatari: _____	Nº d'operaris: _____
Període de l'aprofitament: _____	

CONSTRUCCIÓ I/O ADEQUACIÓ DE CAMINS	
MAQUINÀRIA	Dins el Parc no es contempla l'obertura de noves pistes forestals. En cas d'ésser estrictament necessari per a dur a terme l'aprofitament s'haurà de concretar amb l'enginyer encarregat i el gestor forestal.
CONDICIONANTS I DIRECTRIUS	- Evitar la proliferació innecessària de les pistes forestals - L'obertura de nous vials es realitzarà en l'època de l'any no perjudicial per les espècies objecte de conservació, i és incompatible quan afecti al seus sectors crítics
NETEJA PRÈVIA DEL TERRENY	
MAQUINÀRIA	☐ Eines de podar ☐ Destrals ☐ Motodesbrossadora ☐ Tractor amb motodesbrossadora ☐ Altres: _____
CONDICIONANTS I DIRECTRIUS	Les restes de la neteja que no siguin retirades s'hauran de trossejar o triturar i estendre-les al sòl
TALLADA, DESBRANCAT I TROSSEJAT	
MAQUINÀRIA	☐ Motosserra ☐ Altres: _____
CONDICIONANTS I DIRECTRIUS	- Es tallaran exclusivament els peus assenyalats per tallar. - Els talls de poda, es faran a nivell del tronc, o com a molt sobresortint 5 cm del mateix. - Les soques dels peus tallats hauran de fer-se el més pròxim al terra possible, sobrepassant com molt 10 cm. - Es respectaran tots els arbres amb cavitats naturals o excavades pels picots - On es detectin nius de rapinyaires forestals amenaçats, es garantirà un perímetre de protecció al voltant del niu deixant un bosquet d'arbrat intacte al seu voltant (un radi de 20m, exceptuant si el niu és d'àguila daurada que serà de 50m) - Supressió total de treballs forestals (radi 300-500 m) - Supressió temporal de treballs forestals (radi 500-1000 m) - Respectar els troncs tombats pel vent. Deixar un mínim de 10% de la fusta morta de cada rodal. - No tallar els arbres situats al voltant de petites zones humides o afloraments rocallosos. - Deixar una franja d'arbrat sense tallar, al costat dels barrancs. - Les capçades dels aprofitaments forestals que no siguin retirades s'hauran de trossejar o triturar i estendre-les al sòl

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

	• En cap cas es podrà deixar restes de brancatge dins d'una franja de 20 metres d'amplada a banda i banda dels camins • Els munts de restes de triturat (fins 1,5 metres), s'hauran d'escampar pel territori fins que quedi com a molt 10 cm de gruix. • En els rodals on no arribi cap pista forestal, es trinxarà el brancatge i el tronc es tallarà a trossos de menys 1,5 metres.
DESEMBOSC	
MAQUINÀRIA	☐ Tracció animal ☐ Canals de desembosc ☐ Tractor agrícola ☐ Skidder o tractor forestal ☐ Autocarregador ☐ Altres: _____
CONDICIONANTS I DIRECTRIUS	• Utilitzar mètodes d'extracció de fusta que redueixin l'obertura de vials forestals. • Quan es requereixi l'obertura de vials de desembosc, es garantirà la seva posterior clausura i es promouran tasques per la seva renaturalització • Es donarà prioritat a la treta en matxo, en els llocs, de topografia escarpada, elevada pendent o elevada pedregositat, i en totes les AGD (àrees de gestió dirigida). • L'extracció de la fusta sempre es farà seguint les mateixes carrues, reutilitzant d'antigues, i en cas de fer-se de noves, es concretaran amb l'enginyer encarregat. • No ha de realitzar-se la treta i arrossegament per lleres de rius, tot i que estiguin secs. En el cas que fos necessari, es realitzarien el mínim nombre de creuaments de lleres possible. • En els arrossegaments mai es faran carrues de més de 12 metres de longitud, llevat que estigui autoritzat pel gestor forestal.
TRANSPORT	
MAQUINÀRIA	☐ Tractor agrícola amb remolc ☐ Tractor forestal amb remolc ☐ Camió ☐ Altres: _____
CONDICIONANTS I DIRECTRIUS	• Quan el carregador estigui ple de fusta en una pista en ús, serà indicat amb les corresponents senyals de perill en ambdues direccions. • La fusta es disposarà de manera ordenada, mentre espera ser carregada al camió.

OBSERVACIONS
• En els municipis d'alt risc d'incendi forestal, del 15 de juny al 15 de setembre, no s'autoritzen treballs que generin restes vegetals, excepte amb autorització expressa • No realitzar aprofitaments fusters en pi roig durant l'època de risc de plagues d'escolítids (1 maig-31 juny) • Adequar la realització dels aprofitament forestals a èpoques que no interfereixin amb el cicle biològic de les espècies amenaçades presents: - Gall fer (principalment en pinedes de pi negre) – del 1 d'abril al 31 de juliol • En cas que es faci alguna actuació en algun rodal on hi hagi un element de patrimoni històric caldrà anar amb compte; les directrius estan especificades en l'apartat corresponent a patrimoni històric de l'Estat Socioeconòmic.
BONES PRÀCTIQUES
• Prohibit abocar escombraries i residus perillosos, incloent combustible i lubricants, o els envasos que els han contingut. • Les eines de treball, hauran d'estar netes al començament de cada tractament. Seria convenient netejar-les amb alguna barreja d'anti-patògens • Els treballadors forestals, hauran de realitzar les feines amb tot el equip obligatori, és a dir, casc amb orelleres i protecció frontal, botes protectores, guants, i vestimenta reforçada. Aquesta vestimenta haurà de ser cridanera per estar contínuament localitzat. Els treballadors forestals, hauran de conèixer a la perfecció totes les mesures de protecció d'obligatori compliment • En cas d'existir algun itinerari eco-turístic que passi el rodal on s'estiguin fent treballs forestals, es comunicarà als punt d'informació i/o s'assenyalarà sobre el territori. • En cas de fer alguna actuació silvícola en alguns dels rodals per on passi algun itinerari forestal existent en l'actualitat o futur, es respectarà al màxim, deixant-lo com es trobava en un principi si es malmet d'alguna manera. • Ús de lubricants biodegradables (especialment el de la cadena de la moto-serra)

24.1.2. ESTUDI DELS COSTOS I AVANTATGES, INCONVENIENTS DE LA UTILITZACIÓ D'UN COMBUSTIBLE DIFERENT A L'ESTELLA.

Es proposa fer un estudi dels avantatges, inconvenients i costos de la utilització d'un altre combustible com poden ser els pèl·lets o les briquetes.

Al cas pràctic es proposa la instal·lació d'una caldera polivalent ja que això fa que l'elecció del tipus de combustible es faci en funció del preu més competitiu i la major eficiència de la temporada. Com a exemple, es tracten els pèl·lets,

aquests són més cars que les estelles perquè el procés de fabricació és més costós, però l'eficiència energètica és major degut a que la humitat és menor i la mida i el P.C.I. és més constant. Cal destacar també que la mida petita i regular dels pèl·lets fa que sigui més fàcil el seu maneig, transport i emmagatzematge. Per tant, seria positiu fer estudis periòdicament per veure en cada moment segons el preu de mercat, l'eficiència, entre d'altres característiques, quin combustible dona una major eficiència, rendiment..., en definitiva, és més viable la seva utilització.

24.1.3. ECOETIQUETA DE CERTIFICACIÓ DE LA FUSTA

Es proposa la obtenció d'una ecoetiqueta que certifiqui la fusta de les forests de la zona del PNAP.

Al terreny de la fusta ecològica, hi ha varis sistemes nacionals (GFS, CSA, SFI, CIFOR, NTCC) i regionals (PETFC) d'ecoetiquetatge, tot i que el FSC és l'únic que té el reconeixement general de institucions, empreses i organitzacions ecologistes i solidàries a nivell mundial. Per això l'hem triat per descriure les principals característiques, les passes a seguir i criteris per aconseguir el certificat.

a) Obtenció de l'ecoetiqueta **FSC⁴⁹ (Forest Stewardship Council)**. El FSC és una organització independent, no governamental, internacional i sense ànims de lucre, creada en 1993, amb l'objectiu de **promoure una gestió forestal ambientalment responsable, socialment beneficiosa i econòmicament viable** als boscos de tot el món.

La **certificació forestal**, garanteix al consumidor que el producte procedeix d'una massa forestal ben gestionada.

Els Estàndards Internacionals del FSC (Principis i Criteris de Gestió Forestal) estableixen els requisits mínims que ha de complir una Unitat de Gestió Forestal per poder ser certificada pel FSC. Van ser dissenyats i acordats pels membres del FSC en 1994, després de varis anys de treball, proves de camp i consultes a interessats en el sector forestal de més de 25 països. En 1996, amb la ratificació del Principi 10, relatiu a Plantacions Forestals quedaven constituïts els deu **Principis Generals i els seus corresponents 56 Criteris del FSC sobre gestió forestal**.

Aquests Principis i Criteris (PiC) estan dissenyats per a l'avaluació de la gestió forestal als boscos de tot el món (tropicals, temperats i boreals). Per aplicar de forma òptima els PiC a les condicions específiques de cada país o regió, el FSC promou el desenvolupament d'estàndards regionals o nacionals, els quals, un cop aprovats per FSC, han de ser adoptats per les entitats que certifiquen en les seves inspeccions i avaluacions.

Figura: logo FSC



Font <http://www.fsc-spain.org/>

⁴⁹ Informació per elaborar aquest punt ha estat extreta de: ESTÁNDARES ESPAÑOLES DE GESTIÓN FORESTAL PARA LA CERTIFICACIÓN FSC. Aprovat al març del 2008. [61]

FSC Espanya

A Espanya, la Iniciativa Nacional va començar a treballar al 1997, promoguda per l'organització WWF/Adena, qui des d'aleshores ha coordinat i impulsat el desenvolupament del FSC al nostre país.

Des de l'any 2004, la iniciativa Nacional està coordinada per l'Associació FSC Espanya.

La certificació és un procés d'avaluació al que se sotmet de forma voluntària una Unitat de Gestió o empresa forestal, i que es realitza per una tercera part independent (entitat que certifica), a través d'auditories de camp i consultes amb tots els implicats.

Aquest procés culmina amb una declaració escrita o **certificat FSC**, que finalment garanteix al consumidor que els productes forestals certificats procedeixen de forests aprofitades de forma racional, d'acord als Estàndards Internacionals.

Com aconseguir el certificat?⁵⁰

PAS Nº 1- Contactar amb el certificador

PAS Nº 2 - Visitar preliminar o pre-avaluació

PAS Nº 3 - Pla de treball i pressupost

PAS Nº 4 - Signatura del contracte

PAS Nº 5 - Reunió de l'equip d'avaluació

PAS Nº 6 - Avaluació principal

a) Revisió de documents.

b) Avaluació de camp.

c) Procés de consulta pública.

PAS Nº 7 - Revisió de l'informe

PAS Nº 8 - Informe final i resum públic

a) Precondicions

b) Accions correctores

c) Observacions

PAS Nº 9 - Decisió de certificació

PAS Nº 10- Visites de seguiment

Resum dels Estàndards espanyols del FSC

El FSC ha desenvolupat 10 principis i 56 criteris (PiC), com ja hem explicat anteriorment, que s'han adaptat a les característiques del territori espanyol en els Estàndards Espanyols de Gestió Forestal per a la Certificació FSC, en els que s'inclouen estàndards específics pel suro i la resina. El seu compliment garanteix el nivell mínim que es pot exigir de bona gestió forestal per a obtenir la certificació FSC. Els estàndards espanyols han estat elaborats per a poder ser aplicats a tot tipus de forests, qualsevol que sigui el seu origen (natural, seminatural o procedent de plantació), la seva ubicació, el seu règim de propietat i la seva superfície. A grans trets, els Principis del FSC fan referència als següents aspectes.

PRINCIPI 1: Observació de les lleis i els principis de FSC.

PRINCIPI 2: Drets i responsabilitats de tenència i ús.

⁵⁰ Per més detall, consultar apartat 33 del Bloc VII: Annexos.

PRINCIPI 3: Drets dels pobles indígenes.

PRINCIPI 4: Relació amb les comunitats locals i drets dels treballadors.

PRINCIPI 5: Beneficis de les forests.

PRINCIPI 6: Impacte Ambiental.

PRINCIPI 7: Pla de gestió forestal.

PRINCIPI 8: Seguiments i Avaluació.

PRINCIPI 9: Manteniment de forests amb alt valor de conservació.

PRINCIPI 10: Plantacions.

24.1.4. TAULA DE DEBAT ENTRE ELS DIFERENTS ACTORS IMPLICATS

Es proposa la creació d'una taula de debat entre els diferents actors implicats per tractar el tema de la biomassa (administracions, científics, experts locals, rematants i empresaris forestals, ciutadans, etc). Tots han de tenir vot i veu i s'han de emprar mètodes de decisió que integrin les diferents sensibilitats amb rigor i eficiència.

24.1.5. CAMPANYA D'INFORMACIÓ I SENSIBILITZACIÓ.

Actualment hi ha molt desconeixement sobre el tema de la biomassa, la gent no sap exactament que és, ni quina finalitat té, avantatges de la seva utilització, com adaptar el seu sistema de calefacció a l'ús de biomassa, etc. És molt important informar a la gent, per tal de sensibilitzar-los i animar-los a utilitzar combustibles biomàssics. Es podrien fer xerrades, conferències per part d'experts, etc.

Com ja s'ha comentat a apartats anteriors, probablement hi hagi un excedent de biomassa, que es podria vendre a particulars, per tant, és important, informar a la gent per tal de promocionar aquesta energia renovable.

24.2. PROPOSTES ENFOCADES EN LA MILLORA DEL DOCUMENT ELABORAT

Pel que fa a la vessant econòmica, per tal d'obtenir una visió global de la viabilitat de les diferents tecnologies seria interessant realitzar els balanços

econòmics totals de les diferents tecnologies disponibles per tal d'avaluar-ne la seva viabilitat a curt-llarg termini i a nivell local-regional.

Una altra proposta a tenir en compte en l'elaboració de l'estudi seria la de realitzar una anàlisi de costos econòmics incorporant els costos econòmics indirectes. D'aquesta forma s'obtingria un cost molt més ajustat del que realment suposa aquest cicle.

Pel que fa a l'impacte social i ambiental del procés, s'ha realitzat una anàlisi qualitativa dels contaminants. Per tal d'obtenir una visió més clara de la importància d'aquests impactes seria interessant avaluar a nivell quantitatiu la contaminació que genera l'activitat.

BLOC 6: INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA

26. BIBLIOGRAFIA I DOCUMENTACIÓ

27. ACRÒNIMS

28. GLOSSARI

BLOC 6: INFORMACIÓ COMPLEMENTÀRIA

25. BIBLIOGRAFIA I DOCUMENTACIÓ

- [1] POF's de Baisaca i Arestui, Montenartró i Virós
- [2] Institut Català de Energia:
<http://www.icaen.net>
- [3]] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO I COMERCIO. Guía para el uso y aprovechamiento de la biomassa en el sector forestal. ASEMFO, (2006).
- [4] Energia de la biomassa:
<http://www.motor-hidrogen.tk>
- [5] OLMEDO, A; RODRÍGUEZ, E, ROMÁN, P; SÁNCHEZ, E. (2006). "Avaluació de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal del parc de Collserola". UAB. Projecte fi de carrera de Ciències Ambientals.
- [6] Comunicació verbal amb Benito Mendoza (SEFOCAT), Fustes Pallé i Fustes Sebastià).
- [7] CORDERO, E. (2004). Apuntes sobre la composició química de la madera.
<http://www.monografias.com/trabajos15/composicion-madera/composicion-madera.shtml>
- [8] BROWNING, B.L. (1967); Methods of wood chemistry, Intersci, Public. N.Y., London, vol. 2, p.800.
- [9] FENGEL, D; WEGENER, G. (1984). "Wood Chemistry, Ultraestructure Reaction", Walter de Gruyter, Berlín, p.2-220
- [10] Pàgina del Colegi d'Arquitectes de Catalunya.
www.coac.net
- [11] Economia al Pallars Sobirà, aprofitament del bosc:
<http://www.pallarsobira.com>
- [12] PÈLACHS, A. (2004). "Deu mil anys de geohistòria ambiental al pirineu central català. Aplicació de tècniques paleogeogràfiques per a l'estudi del territori i el paisatge a la Coma de Buró i a la Vallferrera". UAB. Tesis doctoral. Departament de Geografia.

[13] BOADA, M. (2003). Boscos de Catalunya: història i actualitat del món forestal. Figueres. Ed. Brau.

[14] Projecte 5 Eures. Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya:
http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/natura/gestio_forestal/projecte_5_eures.jsp?ComponentID=60789&SourcePageID=61137

[15] Projecte *Enersilva*. Promoció de l'ús de la biomassa forestal amb finalitats energètiques en el sud d'Europa: <http://www.enersilva.org/>

[16] AGRIFOREENERGY, *Promoting the use of biomass from agricultural and forestry sector for heating, electricity and transport purpose*:
<http://www.agriforeenergy.com/>

[17] EUBIA, European Biomass Industry Association:
<http://www.eubia.org/>

[18] Bois Energie 66:
http://www.cg66.fr/environnement/forets/bois_energie/index.html

[19] Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas:
<http://www.ciemat.es/>

[20] Centro nacional de energías renovables:
http://www.cener.com/es/areas/biomassa/areas_actuacion.asp

[21] Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals:
<http://www.creaf.uab.cat/cat/index.htm>

[22] Centro Tecnològic Forestal de Catalunya:
<http://www.ctfc.es/webcast/inici.htm>

[23] Associació de Professionals de les Energies Renovables de Catalunya:
<http://www.aperca.org/>

[24] Mapa Parc Natural de l'Alt Pirineu, web del Departament de Medi Ambient i Habitatge:
http://mediambient.gencat.net/cat/el_medi/parcs_de_catalunya/alt_pirineu/Cartografia.jsp?ComponentID=121073&SourcePageID=133724#1

[25] Pla d'Ordenació Forestal de Montseny.

[26] PALAU, J., MARTÍNEZ-VIDAL, R. i POU, A. (2002). *Plan de Conservación y Mejora de la Biodiversidad Forestal del Mig Pallars. Pirineo de Lleida*. Llavorsí.

[27] VIADA C. (Ed.1998). *Áreas Importantes para las Aves en España*. Monografía núm. 5. SEO/BirdLife. Madrid. 398 p.

[28] SABARTÉS, J.M. (1998). Població i Territori de l'Alt Pirineu. Anàlisi demogràfica de les comarques de l'Alt Urgell, Alta Ribagorça, Cerdanya, Pallars Jussà, Pallars Sobirà i Vall d'Aran Tremp (Lleida). Ed.Garsineu

[29] Pla Comarcal del Pallars Sobirà:
<http://www.pallarssobira.cat/>

[30] Turisme Pallars Sobirà:
<http://www.noguerapallaresa.com>

[31] Comunicació verbal amb Neus Puy

[32] Comunicació verbal amb Marc Garriga.

[33] BARTOLÍ, J; PUY, N; RIGOLA, M. (2008). "Anàlisi del cicle de vida simplificat de la gassificació de biomassa de subproductes de fusta i de llenya". UAB i UdG.

[34] Pla Ordenació Forestal de Baiasca i Arestui.

[35] Avaluació ambiental de projectes. Departament de Medi Ambient i Habitatge:
<http://www.gencat.net>

[36] RIERA, P. (2000). Evaluacion de impacto ambiental. Rubes Editorial.S.L

[37] CONESA, V. (1997). Guia metodologica para la evaluacion del imapcto ambiental. Madrid. Ed. Mundi-Prensa.

[38] GONZÁLEZ, J.M; MEYA, D; ARRUFAT, D. (1996). PRIMERAS TABLAS DE SELVICULTURAA LA CARTA PARA MASAS REGULARES DE *Pinus nigra Arn.* DEL PREPIRINEO CATALAN. Centre Tecnològic Forestal Catalunya (CTFC). Area de Gestión Sostenible (AGS).

[39] VAYREDA, J. (2005). Gestió forestal Departament de Medi Ambient i Habitatge. Quaderns de la Generalitat.

[40] GARRIGA, M. (2008) "Requisits per a la realització d'aprofitaments de biomassa en l'àmbit dels Parcs Naturals". Jornades. Parc Natural de l'Alt Pirineu. (DMAH).

[41] JOANATI, C.; RODRÍGUEZ, J.; VAYREDA, J. (2001). "Pla de biomassa, àmbit forestal". Conveni de col·laboració entre CREA, CTFC i ICAEN. Generalitat de Catalunya, Departament d'Indústria, Comerç i Turisme

[42] www.basartea.com

[43] Centre tecnic forestal de Catalunya: www.ctfc.es

- [44] RODRÍGUEZ, J. (2006) "Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal: condicionants, mitjans i recomanacions: exemple a Catalunya". CPF.
- [45] RODRÍGUEZ, J. (2006), i "Aprofitament i desembosc de biomassa forestal". Generalitat de Catalunya. DMAH i CPF.
- [46] Bartrolí, J; Puy, N. (2007). La biomassa i els biocombustibles: Pros i contres.
- [47] Pla d'Ordenació Forestal de Montenartró.
- [48] Laurier et al. (1998). "Bois-energie: Le déchiquetage en forêt".
- [49] Repsol: <http://www.repsolypf.com/>
- [50] <http://portal.gasnatural.com/servlet/ContentServer?gnpage=1-1-1¢ralassetname=1-1-1-1-7-0-0>
- [51] <http://www.endesa.es/Portal/es/default.htm>
- [52] 5^a Jornada Tècnica Silvícola sobre "Aprofitament i processat de biomassa forestal amb finalitats energètiques", coordinada entre el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, l'Ajuntament d'Arbúcies, Aulet Forestal SL i Francesc Massaguer. Consorci Forestal de Catalunya. (Juny, 2006).
<http://www.forestal.cat/web/index.html>
- [53] Biomassa Edificios. Publicació Elaborada per IDAE. Ministerio de Economía. Octubre 2007.
- [54] Calefacción en grandes edificios con biomassa. Aspectos técnicos básicos. Publicación desarrollada dentro del proyecto BIOHEAT por IDAE. Ministerio de Economía. Septiembre 2002.
- [55] <http://www.masecor.com>
- [56] Rigola, M; Poch, M; Martínez, S; Bartrolí, J; Rieradevall, J; Tàbara, D; Saurí, D; Bartrolí, J; Puy, N. (2005). La biomassa com a font de materies primeres i d'energia: estudi de viabilitat al montseny i montnegre-corredor. Fundació Albertis, IMA, UdG, ICTA, UAB.
- [57] Biocalora: www.biocalora.com
- [58] www.ceroco2.org
- [59] Mirabosc online: <http://natura.uab.es/mirabosc/>
- [60] Pasqualicchio: <http://www.ctpasqualicchio.it/>

[61] www.fsc-spain.org

26. ACRÒNIMS

ACS: Aigua calenta sanitària

ADF: Associació de Defensa Forestal

AGD: Àrees de Gestió Dirigida

AIA: Avaluació d'Impacte Ambiental

ASEMFO: Asociación Nacional de Empresas Forestales

BRf: Biomassa Residual provinent de les forests

BRs: Biomassa Residual provinent de les serradores

CE: Comunitat Europea

CEE: Costos Energètics d'Extracció

CET: Costos Energètics de Transport

CH₄: Metà

CO: Monòxid de Carboni

CO₂: Diòxid de Carboni

CREAF: Centre de Recerca Ecològica i aplicacions Forestals

CTFC: Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya

CUP: Catàleg d'Utilitat Pública

DMHA: Departament de Medi Ambient i Habitatge

EDAR: Estació de Depuració d'Aigües Residuals

EIA: Estudi d'Impacte Ambiental

FCC: Fracció de Cabuda Coberta

H₂: Hidrogen

ICAEN: Institut Català de l'Energia

IDAE: Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía

LEIN: Llei d'Espais d'Interès Natural

MBB: Massa de la Biomassa procedent del bosc

MBS: Massa de la Biomassa procedent de serradores

N₂: Nitrogen

NO_x: Òxids de Nitrogen

O₂: Oxigen

°C: Graus Celsius

PAAF: Protocol d'Actuació per als Aprofitaments Forestals

PCI: Poder Calorífic Inferior

PCI₃₀: Potencial Calorífic Inferior al 30% d'humitat

PCS: Poder Calorífic Superior

PEBB: Producció Energètica Biomassa procedent directament del bosc

PEBS: Producció Energètica Biomassa procedent serradores

PEIN: Pla d'espais d'Interés Natural

PET: Potencial Energètic Total

PNAP: Parc Natural de l'Alt Pirineu

POF: Pla d'Ordenació Forestal

RSU: Residus Sòlids Urbans

SEFOCAT: Serveis Forestals de Catalunya

SO₂: Diòxid de Sofre

TBF: Tipus de Bosc Final

UAB: Universitat Autònoma de Barcelona

ZEPA: Zona d'Especial Protecció d'Aus

27. GLOSSARI

Aclarida: Reducció mitjançant tala del nombre d'arbres presents en una unitat d'àrea, normalment per hectàrea.

Aprofitament forestal sostenible: Conjunt d'operacions consistents en la preparació parcial, l'extracció i el transport de les fustes i llenyes que s'obtenen de les tales efectuades, sota una planificació adequada, en una massa forestal.

Arranjament de la xarxa viària: Conjunt dels treballs realitzats en pistes forestals amb l'objectiu de millorar la seva transitabilitat.

Autonomia: a l'àmbit de la tècnica aquesta capacitat és el temps que un dispositiu amb una font d'alimentació independent pot romandre actiu, fins a l'esgotament de la font d'alimentació. Les millores en l'autonomia dels equips s'aconsegueixen incrementant la capacitat de la font d'alimentació o bé augmentant el rendiment i, per tant, reduint el consum del dispositiu.

Biodiversitat : S'entén per biodiversitat o diversitat biològica la variabilitat d'organismes vius de qualsevol font, inclosos, entre altres coses, els ecosistemes terrestres i marins; comprèn la diversitat dins de cada espècie, entre les espècies i dels ecosistemes.

Biomassa natural: Restes vegetals que es produeixen de forma espontània a la natura sense cap intervenció humana.

Biomassa procedent de cultius energètics: Restes de cultius de plantes de creixement ràpid i alt contingut energètic (biocultius) realitzats amb l'únic objectiu d'obtenir-ne un rendiment energètic.

Biomassa residual agrícola: Residus generats en activitats agrícoles (que provenen de conreus llenyosos o herbacis) i agroalimentàries (fabricació d'oli d'oliva, elaboració de fruits secs, indústries vinícoles, etc).

Biomassa residual forestal: Productes i residus que provenen dels treballs de manteniment i millora de les masses forestals així com els residus generats en la neteja dels peus de tallades fusteres per a ús comercial i els residus procedents de la indústria forestal com ara serradures, escorces, estelles i encenalls.

Biomassa residual ramadera i agroalimentària: Residus i subproductes orgànics, tant líquids com sòlids, com per exemple els purins de porc, els fems, la gallinassa, els residus d'escorxador, els greixos animals, els residus de polpes de fruites, etc.

Biomassa residual urbana: Residus produïts pels ciutadans dels diferents pobles i ciutats, els residus industrials (excloent les del sector agroalimentari) i els fangs que provenen de les EDAR.

Biomassa residual: Residus generats per les activitats humanes (agrícoles, forestals i ramaderes) i pels nuclis urbans (residus sòlids urbans -RSU- i aigües residuals).

Biomassa vegetal: És la massa total de la matèria viva produïda per la vegetació. En general, es dóna en termes de matèria seca per unitat d'àrea (per exemple t/ha o g/m²).

Biomassa: Conjunt de tota la matèria orgànica d'origen vegetal o animal, incloent els materials que procedeixen de la seva transformació natural o artificial.

Cabrestant o cabrestany: Torn de tracció de tambor vertical que manté enrotllades dues o tres voltes del cable que arrossega o eleva la càrrega.

Carrues: Vies de saca o desembosc.

Climatització: Condicionament d'aire, per a aconseguir en un local, un vehicle, etc, unes característiques de temperatura i d'humitat agradables al cos humà.

Combustible fòssil: Combustible resultant de la descomposició parcial de matèria orgànica a causa de canvis físics i químics provocats per la pressió i la temperatura, al llarg de milions d'anys.

Combustible vegetal: En un incendi forestal, font de combustible constituït per la pròpia vegetació. Valors elevats de combustible indiquen que hi ha una gran quantitat de material disponible i, per tant, major intensitat del foc.

Compactació: Reducció del gruix d'un dipòsit sedimentari a causa del pes i de la disminució de la porositat.

Contaminació acústica: Contaminació sonora que afecta el medi, originada per l'activitat humana o per causes naturals.

Desbrossadora: Eina que, acoblada a un tractor, esmicola restes vegetals sobre el terreny.

Desembosc: Fase de l'aprofitament forestal en què s'extreu l'arbre tallat (normalment desbrancat) des del punt de caiguda fins al punt de càrrega per fer-ne el transport a la indústria.

Ecosistema: Unitat funcional constituïda per un biòtop i els organismes que hi habiten.

Efecte barrera: Efecte que provoquen sobre el medi certes actuacions separant una zona en 2 o més parts i impedit la lliure circulació entre elles per part de la fauna.

Efecte hivernacle: Fenomen que consisteix en l'escalfament de l'atmosfera a causa de la seva transparència a la radiació solar i la seva capacitat d'absorbir la radiació terrestre.

Empacadora: Màquina adaptada per al treball al bosc la funció de la qual és fer una bala compactada de les restes de tallada o matoll.

Energia renovable: Energia que s'obté de fonts inesgotables o que es poden renovar.

Erosió: Conjunt de processos pels quals els detritus, les roques i les capes superiors del sòl són fragmentats o dissolts i transportats d'un lloc a un altre de la superfície terrestre, fonamentalment per l'aigua, el vent, el gel o la gravetat.

Escòlid: Família de coleòpters amb espècies que parasiten els pins, especialment el pi roig i la pinassa.

Esllavissada: Desprendre's i caure una massa de terra, de rocs, etc, d'un marge, d'un cingle, d'un mur, etc; ensulsiar-se, esbaldregar-se.

Espècie: Grup d'individus que tenen atributs comuns i són designats pel mateix nom.

Estassada de matoll: Treball forestal que consisteix en la tala i trossejat de la vegetació arbustiva amb mitjans manuals (motoserra o desbrossadora manual) o mecànics (tractor forestal amb desbrossadora). En certs casos, l'estassada es completa amb la trituració de les restes originades.

Estassada selectiva: Estassada de matoll només realitzada sobre una part de la superfície, respectant algunes espècies o fixant un percentatge d'actuació.

Estassada: Eliminació de l'estrat arbustiu.

Estat fitosanitari: Estat d'una massa forestal d'acord amb paràmetres relacionats amb presència de plagues, atacs de fongs o altres malalties.

Estatge: Cadascun dels diversos tipus de vegetació i de paisatge que se superposen en una regió de muntanya a conseqüència dels canvis de clima que es produeixen amb l'altitud, especialment per la disminució de la temperatura.

Estella: fragment de fusta obtingut amb el seu estellat, llarg i ample fins a varis centímetres i gruix d'uns quants mil·límetres.

Estelladora: Màquina que tritura les restes vegetals.

Estructura geomorfològica: forma de la superfície terrestre i de les forces que l'originen.

Estructura irregular: Massa forestal formada per arbres d'edats molt diferents i gestionada mitjançant criteris forestals aplicables a estructures irregulars.

Estructura regular: Massa forestal formada per arbres de la mateixa edat i gestionada mitjançant criteris forestals aplicables a estructures regulars.

Forest: Terreny productiu no conreat i sotmès a l'administració forestal. Bosc⁵¹

Fracció de Cabuda Coberta (FCC): Es calcula com la suma de l'àrea de la capçada de cada un dels arbres de la parcel·la de mostreig en relació amb la superfície de mostreig.

Fustal: Classe natural d'edat formada per troncs de diàmetre normal de més de 20 centímetres

Hidrologia: Part de les ciències naturals que tracta de les aigües

Impacte ambiental: Alteració de les característiques inicials del medi ambient provocada per un projecte, una obra o una activitat.

Insectes xilòfags: Dit dels insectes, especialment coleòpters, que es nodreixen de fusta.

Laboreig del sòl: Aquesta intervenció, es practica sobre rodals plans, pròxims a la pista forestal, i que tenen problemes de regeneració per culpa dels matolls i del recobriment del sol. Són rodals on la boixerola o el nabiu, creen estores de vegetació que impedeix que la llavor toqui el sol i pugui créixer. En tal cas, el laboreig destrueix aquesta estora i aireja i ventila el sol al llaurar la terra.

Matxo: Cavall.

Pèl·let: combustible granulat a base de lignina procedent de restes vegetals.

Pertorbació: Canvi que es produeix en un ecosistema perceptible per la variació en la composició, estructura o funcionalitat de les seves poblacions o comunitats. Poden ser canvis petits i continuats (un augment de temperatura) o sobtats i intensos (un incendi). A tots aquests canvis han de respondre els organismes; de vegades poden adaptar-se i d'altres no. Tots els ecosistemes tenen una capacitat de resistència als canvis i també una resiliència, o de resposta adaptativa quan aquest es produeix.

Perxada: En silvicultura, classe natural d'edat dels arbres formada per peus de diàmetre normal (a 1,30 m) comprès entre 7,5 i 20 cm.

Pes sec ambient: Pes del material vegetal amb un 30% de contingut d'aigua.

Pes sec estufa: Pes del material vegetal amb un 0% de contingut d'aigua. Per aconseguir aquest pes cal assecar una mostra a l'estufa a una temperatura de 80°C, durant 24 hores, fins a arribar al seu pes constant.

Pes verd: Pes del material vegetal amb un 100% de contingut d'aigua o acabat de tallar.

Pícids: Família d'ocells de l'ordre dels piciformes, amb el bec fort, la llengua molt llarga, insectívors, amb dotze rectrius.

Plançó: Arbre de rebrot o de llavor de diàmetre normal entre 2,5 cm i 5 cm.

⁵¹ Definició extreta de la Gran Enciclopèdia Catalana

Poder calorífic inferior: Calor després per la combustió d'una unitat de volum però sense condensació del vapor d'aigua i, per tant, sense aprofitar el calor de la condensació.

Poder Calorífic Inferior: És el calor que es desprèn per la combustió d'un kilogram de combustible a la pressió d'un bar i suposant que l'aigua que es desprèn es troba en forma de vapor.

Poder calorífic superior: Calor després per la combustió d'una unitat de volum, aprofitant l'energia de la condensació de l'aigua.

Poder calorífic: Quantitat de calor despresa en la combustió completa per unitat de volum.

Potència: En un sistema físic, magnitud escalar que mesura l'afany que manifesta el sistema per executar un treball.

Rapinyaires forestals: Dit de l'ocell que té el bec ganxut i urpes ben desenvolupades, amb els quals mata les preses i que habita en zones forestals.

Recobriment: Superfície ocupada per la vegetació en relació amb la superfície de sòl. S'expressa en percentatge com a suma de la projecció de les capçades dels arbres i arbustos en el sòl.

Recurs natural: Béns donats per la natura, a través del sòl, el subsòl, les aigües, la vegetació, la fauna, etc, necessaris per a satisfer necessitats humanes o com a *inputs* en determinats processos productius.

Reforestació: Treball forestal que consisteix en la plantació manual o mecanitzada de planter forestal per a recuperar zones on no hi ha regeneració natural d'espècies arbòries i/o arbustives.

Regeneració: Nombre de plàntules germinades o de soques rebrotades després d'una pertorbació per unitat de superfície (normalment expressat en peus/ha).

Rendiment: Relació de proporcionalitat establerta entre l'efecte útil obtingut en una màquina, en un mecanisme, en una instal·lació, etc, i l'energia consumida per a obtenir-lo, entre l'efecte obtingut realment i el calculat teòricament, etc.

Residu: part del material processat per la indústria de la fusta que no té un ús en la mateixa indústria del sector, és a dir, que no se n'acaba obtenint cap producte. Per exemple, l'escorça és un residu perquè s'aprofita a jardineria.

Selecció de tanys: Treball de millora forestal que consisteix en la tala selectiva dels rebrots apareguts a les soques amb capacitat rebrotadora d'espècies arbòries (bàsicament roure i alzina), amb l'objectiu de deixar els millors rebrots per afavorir el seu creixement i la producció de fruits (aglans).

Sitja: Dipòsit cilíndric o prismàtic destinat a l'emmagatzematge i conservació de diversos productes, especialment cereals, però també farratge, minerals, etc. En aquest cas fa referència a l'emmagatzematge de biomassa.

Tallades de selecció: Eliminació dels arbres que han arribat al final del torn previst dels sobrants de les classes diamètriques inferiors.

Tractament de millora: Treballs forestals realitzats amb l'objectiu de millorar l'estat de la massa forestal, especialment aquells que es realitzen en boscos joves (aclarides, selecció de rebrots, tales de millora fitosanitària, etc.).

Tractament silvícola: Qualsevol tipus de treball realitzat en boscos o masses forestals.

Tractaments de regeneració: Tallades que es duen a terme en el cas que l'edat dels arbres es trobi molt avançada i calgui reduir la quantitat de peus per a propiciar el creixement dels peus més joves.

Tractaments silvícoles: Tractaments que es realitzen sobre els boscos amb la finalitat d'obtenir una estructura forestal.

Tractor agrícola: Màquina motoritzada per l'arrossegament o acoblament d'altres màquines per a dur a terme, principalment, feines agrícoles.

Tractor forestal: Màquina concebuda per als treballs al bosc que permet el desembosc de la fusta en condicions de més seguretat, més bona accessibilitat i més potència que el tractor agrícola.

Vegetació al·lòctona: Tipus de vegetació invasora i no pròpia de boscos mediterranis, com ara l'ailant, l'acàcia i els canyars. Tenen la particularitat que s'adapten a condicions adverses i es reproduïxen i s'estenen amb facilitat.

Xarxa Natura 2000: Xarxa europea per a la promoció de la conservació i preservació d'espais d'interès natural dins de la UE

BLOC 7: ANNEXOS

29. CRONOGRAMA

30. PRESSUPOST

31. CARTOGRAFIA

BLOC 7: ANNEXOS

28. CRONOGRAMA

Tot seguit s'expressa un cronograma seqüencial de les activitats realitzades durant el projecte. Es considera com a data d'inici del projecte el dia 29 de Febrer de 2008 i com a data de finalització el dia 3 de Juliol de 2008, exceptuant la data de la presentació del projecte corresponent al 18 de Juliol de 2008.

[illegible]

29. PRESSUPOST

RECURSOS HUMANOS				
Honoraris	Concepte	Hores	Preu unitari	Preu total
	Hores per persona	300	14,69 €/hora	4.407 €
	Total hores	1200	14,69 €/hora	17.628 €
Desplaçaments i dietes	Automòbil	2000 Km	0,092 €/Km	184 €
	Pernotacions	6	18 €/nit	108 €
	Dietes	21	12,5 €/dieta	263 €
TOTAL				22.590 €

RECURSOS MATERIAIS				
Materials	Concepte	Unitats	Preu unitari	Preu total
	Impressions	5	28,00 €	140 €
	Fotocòpies	20	0,05 €	1 €
	Enquadernacions	5	5,00 €	25 €
	CD's	18	1,00 €	18 €
Comunicació	Trucades	500 min	0,20 €/min	100 €
TOTAL				284 €

COST TOTAL DEL PROJECTE	22.874 €
-------------------------	----------

TOTAL sense IVA	22.874 €
IVA /16%)	3.659,84 €
TOTAL	26.533,84 €

29.1.JUSTIFICACIÓ DEL PRESSUPOST

Honoraris:

Per tal de poder determinar els honoraris per hora que cobra un ambientòleg es pren el salari mínim d'un titulat superior en una consultoria. D'acord amb el text d'actualització de les taules salarials pel segon semestre de 2006 del XVè Conveni col·lectiu estatal d'empreses consultores de planificació, organització d'empreses i comptable, publicat al BOE de 10 d'abril de 2007, el sou per un graduat superior establert és de 20.265,28 €/any, amb un plus conveni de 1.417,08 €/any. Per tant el sou base per a l'any 2006 és de 21.682,36 €. Tenint en compte que l'IPC de 2007 va ser del 4,2%, per a calcular el sou de 2008 s'hauria d'afegir el 8,4%, el que suposa un sou anual de 23.503 €. Si es considera que es treballen 200 dies/any a 8 hores diàries, anualment s'obtenen 1.600 hores i, per tant, s'obté la dada de 14,69 €/hora.

Desplaçaments:

Es considera la distància recorreguda efectuada amb automòbil de 2.000 km en les diferents sortides realitzades al PNAP (s'ha tenir en compte que la distància de BCN a Llavorsí per carretera és de 236 km). El preu per litre de la benzina utilitzada pel vehicle és de 1,15 €/l, mentre que per cada 100 km el consum és de 8.0 litres. Per cada km recorregut els litres consumits són 0,08. Amb aquesta informació es pot concloure que per a cada km recorregut el cost del combustible és de 0,092 €/km. Per tant, pels 2000 km efectuats el cost de desplaçament s'eleva a la quantitat de 184€.

30. ENTREVISTES

30.1. ENTREVISTA A SEFOCAT

Entrevista amb el senyor Benito Mendoza, gerent de l'empresa Sefocat (25/04/08)

1. Podria dir-me si existeix un protocol per a l'extracció de biomassa procedent de les forests?

No existeix un protocol d'extracció. Les persones que la duen a terme ja saben el que han de fer i com ho han de fer. Són coneixements que ja tenen. Existeixen una sèrie de mesures que s'han aplicat ja des de sempre. Alguns son deguts a la climatologia i altres per a la regeneració i cura de l'espai. Per exemple, part del període de tala el marca la climatologia per la neu, aquest va d'abril fins a l'octubre-novembre. El cas del pi silvestre o rajolí, a més de la climatologia, marquen la temporada les infeccions.

Ja no s'utilitza el cavall per a les feines d'extracció de la fusta.

Com a mesures correctores es fan trencaaigües als camins, monticles de sorra a l'entrada de la via de treta de fusta per tancar l'accés....

2. Quins són els principals destins de la biomassa extreta de les forests?

Hi ha diferents tipus d'aprofitaments segons el destí:

1. Serradores, aquestes paguen molt poc per la fusta.
2. Paperera a Solsona, aquest és ruïnós, no hi ha guanys.
3. Pals telefònics, són necessaris troncs gruixuts i bastant rectes.
4. RTI "roll tornat impregnat"

Quan es fan tractaments silvícoles, com n'és la poda, es trituren les restes i es deixen al bosc, quan es fa explotació no.

La biomassa aprofitable és la provinent de les aclarides dels boscos. Són arbres mal formats i de diàmetres petits.

La recollida del brancatge amb finalitats energètiques és inviable econòmicament.

3. *El nostre projecte contempla l'extracció i emmagatzematge de fusta. Aquest espai es trobaria a la zona de Araos. Podria estimar un preu per a l'extracció i transport de fusta des de les forests a Araos?*

El preu de la fusta posada a Araos el podríem marcar entre 60-70 €/m³ o tona. El procés consistiria en extracció transport i trituració de la biomassa.

4. *Quin és el seu punt de vista sobre les perspectives futures de l'aprofitament de biomassa al PNAP? Com pot repercutir això a la seva empresa?*

L'aprofitament de la biomassa és totalment positiu tant econòmicament com pel bosc i per la gent de poble.

És molt positiu però és molt important que hi hagi un control perquè sinó es pot arribar a fer malbé el bosc.

Existeix també una oferta aproximada que es paga 28€/kg d'estella. Aquesta també és una oferta que ens preocupa ja que desconec com poden arribar a oferir aquests preus per a l'extracció de biomassa.

El consum energètic de les moto serres depèn de l'operari, del seu rendiment. Un home pot tallar de mitja 10 m³ en un dia, això equival aproximadament a uns 10 litres de combustible.

30.2. ENTREVISTA FUSTES SEBASTIA, S.L.

Entrevista amb el Sr. Sebastià, gerent de la serradora Fustes Sebastià, S.L., aquesta serradora fa bàsicament fusta estructural (25/04/08)

1. *Quina quantitat de biomassa, en pes residual teniu en un mes?*

Els diferents residus són:

- 1. Estelles 320 t/mes*
- 2. Serradures 50 t/mes*
- 3. Encenalls no ens interessa.*
- 4. Escorça 100 t/mes*

L'escorça la fem servir per fer adobs de jardins, també com a llots de depuradores per retenir.

2. *Com funciona el tema del transport? Qui s'encarrega?*

El transport va sempre a càrrec del comprador.

1 estereo = 1 m³ sense compactar

Camió de 25 tones = 90 estereos

1tona = 90 estereos

3. *Que en feu d'aquest residu? En cas de que es vengui a quin preu aproximat es paga aquest residu? Aquest preu inclouria la carrega en camions?*

Els preus dels diferents residus són els següents:

1. *Serradures 70 €/tona*
2. *Escorça 16 €/tona*
3. *Estella 30 €/tona*

Les astelles i les serradures se'n van cap a Solsona per fer tableros i conglomerats.

*Els encarregats de fer el transport són **Transports Vilaplana (Solsona) Sr. Vila** telf. 610214439, tenen camions amb una capacitat de 90 m3.*

4. *Ens podria facilitar el telèfon d'algun transportista de la zona?*

A Sort hi ha un transportista, el seu nom és Carles Salvador i el seu mòbil 608142392.

5. *La seva empresa no s'encarrega també de fer talles?*

Quan hi ha una subhasta també tallem però no seguim cap protocol.

6. *D'on procedeix la fusta per fer estructures?*

Actualment anem a buscar fusta al Pirineu francès perquè el diàmetre de la fusta és més bo, és degut al clima que aquí no tenim arbres amb un diàmetre molt gran.

7. *Que pensa sobre l'aprofitament de la biomassa de la zona amb finalitats energètiques?*

Les perspectives futures seran més bones en cas de que hi hagi un aprofitament de la biomassa del bosc, ja que això farà que més endavant la fusta sigui de més qualitat i amb un diàmetre més gran i per tant, es pugui aprofitar més el bosc.

30.3. ENTREVISTA A FUSTES PALLÉ, S.A.

Entrevista amb el Sr. Pallé, gerent de l'empresa Fustes Pallé, S.A. (25/04/08)

1. *Podria dir-me quin és el pes de biomassa residual mensual? Aquest és el pes de la biomassa humida o seca?*

Mensualment tenim un excedent de producció de 100 tones/mes de biomassa. Aquesta es troba dividida en:

Serradures 10 tones/mes

Encenall 30 tones/mes

Estella 60 tones/mes

Pel que fa al grau d'humitat podem considerar que el 50% d'aquesta fusta és humida i l'altre 50% és seca.

Cal tenir en compte però, que aquesta empresa reutilitza el seu excedent per a la calefacció del recinte durant els mesos d'hivern, fet que comporta que durant 6 mesos no es generaran excedents per a venda.

No aprofitem la escorça per cremar perquè és massa humida. Ens surt millor vendre-la per a fer-ne adobs.

Les serradures i els encenalls els portem al costat de Lleida i a Cardona per a fer pèl·lets. Nosaltres no produïm pèl·let perquè no tenim prou producció.

- 2. Podria especificar-me quin us es fa d'aquest residu? En cas de que es vengui a quin preu cotitza? Aquest preu inclou la carrega en camions?*

Actualment es venen els residus a fabriques de construcció de conglomerat i planxa. Els preus de venda d'aquest residu són de 0.04€/Kg per a l'encenall i la serradura mentre que l'estella es paga a 0.05€/Kg. Aquest preu incorporaria ja la càrrega del material al camió.

- 3. El nostre projecte contempla l'extracció i emagatzematge de fusta. Aquest espai es torbaria a la zona de Araos. Podria estimar un preu per a l'extracció i transport de fusta des de les forests a Araos?*

Degut a la curta distància de la serradora a Araos podríem considerar que el preu de venda especificat anteriorment ja és vàlid.

- 4. Quin és el seu punt de vista sobre les perspectives futures de l'aprofitament de biomassa al PNAP? Com pot repercutir això a la seva empresa?*

És molt interessant que s'obri un nou procés per al reaprofitament de la biomassa sobrant extreta del bosc i de serradores. Això comportarà un augment de l'activitat de neteja dels boscos de la zona i per tant disminuirà el seu abandó i la possibilitat d'incendis entre d'altres. A més es recuperarà una activitat que s'havia portat fent durant molt de temps i últimament, amb la migració dels joves a la ciutat s'havia deixat una mica de banda.

A més és interessant ja que dona un balanç de CO₂ neutre mentre que els hidrocarburs no. Cal que donem un impuls al reaprofitament de la biomassa i la seva revalorització.

- 5. Quins problemes percep relatius a aquesta activitat?*

És important que aquesta activitat futura tingui unes directrius i uns programes molt ben estructurats de forma que no hi hagin problemes de funcionament.

També crec que és important que no es subvencioni la producció d'energia elèctrica. La funció més eficaç és la de produir calor i seria interessant que ens centréssim en això.

Per últim aquest desenvolupament l'ha de dur a terme l'empresa privada gestionada des de l'ajuntament per exemple.. L'administració és molt lenta i no és eficient. L'empresa privada pot arribar a convertir aquest procés més eficient i més viable a un plaç més curt i eficaç.

6. Referent a la caldera de biomassa podria establir-me alguns detalls del seu funcionament?

Aquesta és una caldera de biomassa amb 25 anys d'edat que s'alimenta d'estella triturada (coster triturat). Aquesta caldera escalfa una superfície aproximada de 700 m² de fàbrica i necessita aproximadament una tona de fusta seca al dia. Cal tenir en compte però que les noves calderes tenen un consum molt menor.

L'estella per cremar necessita més aire perquè és més humida cosa que en redueix el seu poder calorífic en front del pèl·let.

30.4. ENTREVISTA TÈCNIC DEL PARC

Entrevista al Sr. Marc Garriga, enginyer forestal i tècnic del PNAP (25/04/08)

1. Em podria justificar els motius per els quals s'han escollit les forests de Baiasca, Arestui, Montenartró i Viròs?

S'han triat aquestes cinc forests d'estudi ja que existeix un consorci entre els ajuntaments dels municipis on es troben les forests. Tenen un projecte comú per l'aprofitament de la biomassa.

Un altre motiu a tenir en compte és que aquestes cinc forests són les més productives, la seva biomassa representa el 80% sobre la biomassa total aprofitable ¿del PNAP? tenint en compte la resta de les forests.

2. Existeix un protocol concret d'extracció de fusta/biomassa?

El PNAP consta d'una normativa general que apareix a la informació suplementària facilitada.

És important també saber que a l'hora de fer qualsevol aprofitament d'un bosc comunal, s'ha de fer un pla d'aprofitaments, aquest document programa les forests que es volen aprofitar per l'any següent. El pla d'aprofitament s'ha de fer per totes les tallades productores de fusta, les aclarides també. Cal seguir un procediment, detallat a continuació.

El procediment complet des de la planificació a l'extracció de biomassa és el següent:

1. Es fa el pla d'aprofitaments segons el POF corresponent per l'any següent
2. Es fa un escrit al departament del medi natural
3. Es fa l'assenyalament dels arbres a tallar conjuntament amb el tècnic forestal del Pallars Sobirà pel DMAH, (en aquest cas Josep Maria Fanyanàs), un tècnic del parc i algun representant dels veïns afectats.
4. Tenim els m³ exactes que es poden explotar a partir dels POF's, aquests marquen el límit, no vol dir que finalment s'exploti tot el que contempla el POF. (depèn de les subhastes).
5. Ajuntament posa el pla d'aprofitaments a informació pública.
6. Es fa el plec de condicions, que contempla les mesures correctores que cal aplicar en l'explotació.
7. Es realitza la subhasta

Al Pla d'Aprofitaments contempla les mesures de correcció genèriques. Pel que fa al control del compliment de les normatives, la figura encarregada de vetllar per el seu compliment és el tècnic forestal. En cas de que no es compleixi la normativa, l'activitat il·legal és sancionable.

En els aprofitaments dins del parc, cal controlar que no hi hagi alguna mesura que s'hagi de tenir en compte que no figuri a les mesures genèriques que conté el pla d'aprofitaments. En el cas de que figurin mesures específiques a tenir en compte, per exemple, en una zona d'una forest que es vol fer aprofitament hi hagin restes arqueològiques, espècies protegides, aleshores caldrà fer regulacions específiques per a la zona afectada.

3. Quin creu que és exactament el percentatge de biomassa, figurant en els POFs que és directament aplicable a la producció d'energia?

En les aclarides i l'explotació per fusta, el brancatge es trosseja i es deixa al bosc, es pateix en trossos de mig metre, més o menys. L'única porció de brancatge que podria ser aprofitable seria la situada a menys de 20 metres de distància de les pistes forestals ja que aquesta no és permès que es deixi.

4. Existeix un control sobre les activitats que es duen a terme per tal que es realitzin segons la legislació vigent?

Els forestals són els encarregats de que aquestes tasques es facin correctament. Realitzen una labor de supervisió periòdicament (un màxim de 2 cops per setmana). Si la legislació no es compleix donen ordres de rectificació. En cas de que no es corregeixi l'actuació i poden haver sancions sobre els responsables.

5. Existeixen alguns costos de restauració de la zona explotada? Si és així a càrrec de qui corren aquestes despeses?

El pla d'aprofitament inclou diverses mesures correctores genèriques, com per exemple:

1. Tallar el camí un cop finalitada l'explotació mitjançant l'abocament d'un motícul de terra que talli el pas als vehicles.
2. En el cas de que existeixi certa pendent caldrà incorporar-hi un trencaigues per a evitar l'erosió.

Cal tenir en compte però que totes aquestes despeses corren a compte de l'empresa que explota la forest.

Pel que fa al replantament de vegetació en el PNAP es dona de forma natural, fet que no comporta cap despesa.

6. *Quin és l'ús principal donat a la fusta extreta de les tallades d'aclarida?*

Anteriorment la fusta de diàmetre més gran es portava a Solsona i pagaven unes 28 €/tona.

Degut a la poca rendibilitat de l'extracció de fusta els aprofitaments que es fan actualment es centren en tallar només la fusta d'arbres de petits per evitar que surti fusta. El principal problema que trobem és la dificultat per trobar-ne un ús.

7. *En el nostre sistema es contempla l'incorporació d'un punt d'emmagatzematge de la biomassa extreta, tant de les forests, com de les serradores, amb la possibilitat que aquest sigui també un punt de processament de la biomassa. Existiria la possibilitat de trobar un espai on suposadament es dongui a terme aquest procés?*

Pel que fa a aquest punt seria interessant considerar una oferta que es troba vigent . L'empresa Outlet Forestal, ha realitzat una oferta on es compromet a vendre la fusta apta per a serradores durant 10 anys a aquestes. Aquesta empresa es compromet també a fer les diferents tales proposades per els diferents plans i aprofitar-ne la fusta de més de 12 cm de diàmetre en punta, pagant-la a 28€/m³. També es compromet a extreure la fusta de menor tamany pero aquesta no serà pagada.

Per tal de realitzar una comparació la fusta de 12 cm de diàmetre en punta seria aproximadament de uns 14-20 cm de diàmetre a 1 m d'altura.

El punt d'emmagatzemage de la biomassa es trobaria al terme municipal d'Araòs, concretament en un camp triangular situat entre el poble i el riu. Aquesta biomassa es trobaria en forma d'estella i tindria els següents usos.

80% d'aquesta estella emmagatzemada, per a calderes.

20% per a cremar-la ells, per generar calor i assecar l'estella i per generar 0,6 MW i vendre'ls a la xarxa elèctrica.

L'objectiu a llarg termini d'aquest 80% d'estella que es vendrà per les calderes és vendre també als veïns. Aquesta biomassa tindrà un ús no només als ajuntaments pels serveis públics com l'escola, hospitals, pavelló esportiu, sino que també per a domicilis privats.

8. *Existeix un protocol exacte per a l'extracció de biomassa d'alguna zona concreta d'estudi?*

Seria interessant que consultessiu els annexos de la Xarxa Natura 2000, en aquests apareix un acord de govern del 2006 que aprova la Xarxa Natura 2000. En aquests criteris podem trobar informació interessant sobre la gestió dividida en àmbits, la informació interessant seria la referent als Pirineus.

Un llibre molt interessant que us podria interessar és l'anomenat "Aprovechamientos forestales".

AVALUACIÓ DE L'APROFITAMENT DE BIOMASSA DISPONIBLE PER A LA PRODUCCIÓ D'ENERGIA CALORÍFICA AL PNAP

9. Sabria dir-me quin és el consum energètic aproximat de l'extracció de biomassa procedent del bosc?

Un operari aproximadament treu 20 m³ de fusta de mitjana en un dia, això equival aproximadament a uns 8 litres de benzina. (consum motoserra).

10. Quines perspectives futures percep respecte a la producció d'energia apartir de biomassa?

La meua visió respecte al tema és positiva degut a que:

- 1. Surt més rentable fer aclarides perquè s'aprofita i millora el rendiment del bosc i per tant del parc.*
- 2. Hi ha ajuts forestals, 960 €/aclarida. (buscar info).*
- 3. ISE (ajuts calderes, buscar info també).*

Un altre motiu digne de menció és la següent. L'aplicació dels POF's és teòrica, no es fan totes les aclarides previstes perquè no saben que fer amb la fusta, hi han moltes subhastes desertes i no es pot complir la periodicitat establerta. Per tant, l'aprofitament dels boscos serà positiu perquè es podran complir totes les accions previstes pels POF per cada any. Això afavorirà en un futur aconseguir la millora de les masses forestals necessària per a obtenir productes forestals de major qualitat.

Cal tenir en compte també que la majoria de llocs de treball de la zona actualment son temporals. L'incorporació d'aquesta activitat comportaria places de treball en època de baixa ocupació a la zona. La planta d'estella i les serradores tindrien més volum de feina per tant, es crearien llocs de treball per tot l'any, aquesta a més seria una feina més estable.

Des del punt de vista del bosc l'aprofitament també es positiu per:

- 1. Neteja de boscos*
- 2. Es deixa de dependre de combustibles de fora, això és la panacea de tot territori, ser independent energèticament.*

Principalment això significarà un gran avantatge pel que són edificis públics, el problema més gran seran els privats.

11. Quins creu que son els inconvenients de l'increment d'aquesta activitat?

Un dels problemes que hi podria haver seria que es faci malbé els boscos a l'hora de tallar. Cal vetllar per que no s'aboquin residus, s'apliquin correctament les mesures correctores. Si es talla bé i es fa una bona gestió, tot és positiu.

12. Altres temes d'interès.

Hem de parlar amb l'alcalde d'Alins, ja que és el promotor d'aquesta idea i el Fanyanàs també, sobretot pel tema dels Plans d'Aprofitaments.

El volum de serra és difícil saber quin és per serra i quin és pot aprofitar energèticament, més o menys podem dir que és una proporció del 30%.

Per tant el total de biomassa que es pot aprofitar serà tota la que no va a serra més aquest 30% que no es pot aprofitar per serra.

30.5. VISITA CALDERA I FÀBRICA DE PÈL·LETS A LINYOLA

Visita guiada i entrevista amb el Sr. Josep Maria Garcia, expert en el tema i soci de Natural 21 (30/04/08)

1. *Quines dimensions té el dipòsit de pèl·lets?*

El dipòsit té una capacitat de 8000 kg per una escola de 2000 m2.

2. *La caldera té algun sistema de seguretat?*

El sistema de seguretat és molt important per evitar que torni l'energia o el foc (en el cas de l'energia) al dipòsit de pèl·lets.

3. *Quin model de caldera tenen a l'escola?*

Herz Biocontrol 3000

Només produeix 0,5% volum de cendres (residu).

Hi ha un filtre per evitar que surtin més partícules del que hi ha permès. No hi ha termòstat, tot ho controla una sonda a partir d'una centraleta, aquesta estudia el salt tèrmic entre temperatura de l'aigua que envia i temperatura de l'aigua que li retorna, així calcula la temperatura exterior.

Hi ha 4 circuits diferents i 4 demandes diferents. Es pot programar que unes parts estiguin més calentes que altres. 4 ramals, són vàlvules que deixen passar més aigua calenta o retorna més aigua freda depenent de la demanda.

El salt tèrmic es pot definir, es programa.

Normalment per cada 10 m2 es necessiten 220 w però sempre és bastant més.

4. *Quins són les avantatges e inconvenients de l'estella i dels pèl·lets?*

Estella estarà a diferents humitats, molt difícil controlar aquest paràmetre. El pèl·let sempre té la mateixa humitat, de 5 a 8% i sempre el mateix poder calorífic, no influeix molt l'espècie d'arbre, la densitat sempre és gairebé la mateixa, 1200 kg/m3. El transport de pèl·lets és millor perquè el volum és molt menor.

L'estella fa molts més residus, això vol dir, que el rendiment és menor.

El cost del pèl·lets és més elevat però per particulars és millor, perquè el maneig és més net, el dipòsit per pèl·lets és molt més car perquè té unes aspes per moldre. La regulació amb els pèl·lets també és més difícil.

2 kg pèl·lets = 1l de gas-oil per produir la mateixa energia

5. *Com es va formar Natural 21?*

Empresa formada per tres persones. Les dos serradores més importants de Catalunya són socis, per tant, la matèria prima la tenim garantida. 100 tones/dia.

6. *Quines subvencions hi ha actualment pel tema de calderes?*

CEIP 100%

Particulars i empreses 30%

Ajuntaments 50%

7. *Que és Farpla?*

És una fàbrica de pèl·lets que encara no ha entrat en funcionament, tenen serradora, premsa... Projecte de 2,5 milions d'euros.

8. *Com assequen actualment els farratges?*

Farratges: Arriben els pèl·lets al 50% d'humitat, ara mateix s'asseca amb gas natural però es vol fer amb caldera d'escorça, pèl·lets.... és difícil arribar al 100% per regular bé la temperatura, s'haurà de fer un 80% amb estella o pèl·lets i el 20% amb gas natural.

L'estella o serradures primer se seca, després es tritura perquè sinó no es montula bé.

9. *Quanta energia es necessària per la fabricació de pèl·lets?*

12kw/kg només per la fabricació de pèl·lets.

30.6. ENTREVISTA A SR. CARLES FAÑANÁS

Entrevista a Sr. Cales Fanyanàs, enginyer forestal de l'oficina del Departament de Medi Ambient i Habitatges(12/05/08)

1. Existeix un protocol d'extracció de la fusta/biomassa?

No existeix un protocol d'extracció per escrit però al PANP se suposa que el personal que du a terme les explotacions està qualificat.

Al Parc s'usen motoserres per a la tallada dels arbres i després es desembosca amb cabrestant.

2. Es contemplen criteris ambientals en aquesta metodologia? Quins?

El criteris ambientals ja s'han tingut en compte durant l'assenyalament dels arbres a tallar i dels arbres a no tallar. Però en l'assenyalament els aquests criteris es compleixen més o menys en funció de la persona que el faci. Succeeix sovint que hi ha molts arbres de fusta bona que s'assenyalen per a no tallar-los per qüestions ambientals. Llavors els propietaris es queixen perquè se'ls hi està traient viabilitat econòmica. En aquests casos es produeix com una negociació entre els propietaris, el parc i l'administració. Els propietaris volen tallar com més millor per obtenir més beneficis. El parc adopta una posició molt

conservacionista i l'administració es situa en un punt central per a protegir la zona però alhora aconseguir beneficis econòmics.

3. Es contemplen mesures correctores post-extracció? Quines?

Les mesures correctores són tancar els vials de desembosc (és millor si no es fan) tot i que moltes vegades no es fa perquè aquests vials al cap de 2 anys pràcticament ni s'aprecien (la regeneració de la zona és molt elevada).

Una altra mesura són els trencaaigües per evitar l'erosió causada per l'aigua en pendents elevats. Però moltes vegades tampoc es fa.

4. En el cas de no existir cap protocol, quins condicionants es segueixen en l'extracció?

Dins el plec de condicions del pla d'aprofitament hi ha uns condicionants generals que s'han de tenir en compte en les extraccions. Però com ja he comentat abans, es confia en les bones pràctiques i el saber fer dels treballadors.

5. En el cas de que es controli el seguiment de les directrius d'extracció, com es fa?

Les explotacions es controlen per actes que fan els Agents rurals. En fan un seguiment dels aprofitaments, que s'inicien amb un assenyalament, s'inclouen al pla, que s'aprova, i després s'adjudiquen i s'emeten les llicències. El millor control és la experiència dels treballadors, i el coneixement mutu amb els controladors de l'Administració. Penseu que tot són assignació de recursos, i no es pot vigilar el que no es fa habitualment.

6. S'utilitza un tipus de maquinària en concret per l'extracció? (l'extracció, estellament i transport de la biomassa). Des del teu punt de vista quina maquinària és la més idònia?

Els marges econòmics són molt petits, i els rendiments queden molt condicionats per la maquinària.

Abans ja he comentat com es fan les explotacions al Parc per norma general. No s'usen ni autocarregadors ni skidder's (maquinària específica per a l'explotació forestal) perquè els volums d'extracció són molt petits i no surt a compte comprar aquesta maquinària. És per això que usen el tractor agrícola. Aquest tractor el poden fer servir per altres feines. Només s'hi ha d'acoblar els estris pertinents per a cada ús que se'n vulgui fer.

Pel que fa al transport l'accessibilitat (el radi de les corbes i l'amplada de la pista o carretera bàsicament) és el que et determinarà les dimensions dels vehicles a utilitzar.

7. És més convenient deixar la fusta al bosc i tornar a buscar-la després (perd humitat i ocupa menys volum, per tant i queb més als camions), o estellar-la al moment d'extreure-la i assecar-la a baix (Araós)?

L'ideal seria deixar assecar la fusta al bosc sense escorça perquè s'asseca molt més ràpidament. Però treure l'escorça a peu de pista no és gens viable.

Si es baixen arbres de diàmetre de entre 20 i 25 cm, el rendiment de l'estellament en parc és millor que en pista perquè és més eficient. Tot i això, l'estellament de les branques i les restes és millor fer-lo en pista perquè transportar-les tal i com es recullen al bosc sortiria massa car. L'estella ocupa menys volum que les restes i les branques senceres. Pel que fa a les neteges de matoll, aquetes es trituren i es deixen repartides sobre el sòl perquè no surt a compte recollir-les.

Heu de tenir en compte però que les estelles de serradora són molt més barates que les procedents del bosc.

En quant al punt d'emmagatzematge que proposeu penso que només és realista per a l'emmagatzematge de la biomassa procedent del bosc de Virós ja que de les altres forests es troba massa allunyat. Moure l'estella més de 30Km fa que, per causa del transport, sigui poc rendible econòmicament.

8. Quin punt de vista tens sobre la producció d'energia a partir de biomassa com a perspectiva de futur? Creus que aquesta via pot donar una percepció de millor sintonia amb el PNAP? I de singularitat de l'espai?

Està previst de remodelar uns 10 edificis públics dins el Parc en un horitzó temporal d'uns 10 anys. Aquests edificis podrien estar dotats de calderes de biomassa i es podrien nodrir de la biomassa generada al parc tenint en compte que a tot el Parc s'estima que es podrien extreure unes 15.000 Tones anuals.

Mirant la producció d'estella de les serradores observem que seria suficient per abastir les calderes de la zona. I perquè no s'instal·len aquestes calderes?

Hi ha una reticència de la població a fer la inversió inicial ja que és elevada. La clau per a començar l'aprofitament de biomassa és aconseguir que la gent no tingui por perquè el combustible ja hi és.

Tot i això, l'augment del preu del gas-oil està fent que la gent es comenci a plantejar el tema de la biomassa però tenen por de arriscar. A més a més les calderes instal·lades a la zona no acaben de funcionar bé. La gent no vol fer de conillet d'índies.

L'inici serà el difícil, però després s'enlairarà ràpidament tot aquest tema de la biomassa.

Pel que fa a la neteja del bosc, la gent ho veu de forma molt positiva i sobretot els que es dediquen al món de la fusta. Ho veuen com una oportunitat de treure'n beneficis econòmics (creació de feina, d'un mercat que valoritzi la

biomassa, per estalviar en consum de gas-oil...). Tot i això s'ha de vigilar perquè potser tot aquest tema està generant massa expectatives.

9. Quins problemes perceps relatius a aquesta activitat?

Si el mercat oferta uns preus, és per una oportunitat energètica, i una activitat bastant subvencionada, al menys per arrencar la demanda.

Però per a donar subvencions des de l'administració necessitaríem un compromís dels propietaris i dels ajuntaments que digués que usaran aquesta biomassa per a calderes i no per a vendre-la a altres persones.

També cal tenir en compte que la biomassa no és del Parc i hauries d'arribar a un acord econòmic amb els propietaris perquè te la cedissin per a fer-ne l'explotació. I això és difícil perquè es necessita molt consens dins els ajuntaments. Vendre fusta a 5 anys vista és complicat perquè hi ha canvis de govern als ajuntaments. (problemes polítics)

A més a més ens trobem amb la manca d'un gestor de biomassa.

Econòmicament parlant, un problema és el dels costos i els beneficis. Els costos, són fixos, i els rendiments, poden arribar a ser nuls.

També s'hauria de mirar quina superfície mínima que s'hauria d'explotar per a que sortís rentable.

I per suposat, totes les explotacions i l'activació del mercat s'ha de dur a terme de forma molt controlada.

30.7. ENTREVISTA AJUNTAMENT LLAVORSÍ

Entrevista a Joan Ordi de l'Ajuntament de Llavorsí (12/05/08)

1. Que pensa sobre l'aprofitament de la biomassa? Pensa que és un tema prioritari a la comarca?

Penso que l'aprofitament de biomassa és una qüestió prioritària a la zona perquè aprofitaríem un recurs, en trauríem rendiments i a més a més estaríem netejant els boscos.

2. Que pensa sobre el projecte proposat per l'empresa Autlet Forestal sobre l'aprofitament de la biomassa?

No només hem rebut l'oferta d'Autlet forestal. Penseu que aquí els boscos són públics i que, per tant, vendrem al millor postor.

3. Ens pot explicar breument en que consisteix aquesta proposta?

L'empresa ens demana que li cedim els drets d'extracció durant 15 anys. Ells la durien a terme en funció del que marquen els POF's i ens pagarien a 27€ la tona de fusta que tingui com a mínim 12cm de diàmetre a la punta. La resta de fusta de mida més petita se la quedarien i la traurien del bosc però sense pagar res.

Entre tots els associats hauríem de garantir unes 6.000 tones de biomassa cada any.

4. Pensa que aquest projecte serà positiu pel seu municipi i per la comarca en general? Pensa que es crearan llocs de treball? Es donaria més feina a les serradores de la zona i al rematant, no?

Clarament penso que tot això serà positiu per al municipi i la comarca en general.

Suposo que l'empresa contractaria els rematant de la zona per a fer les explotacions.

5. Que pensa de la central de cogeneració?

Aquesta empresa faria estella de la biomassa que alhora utilitzaria per generar calor per assecar-la. L'electricitat que produïssin la vendrien a la xarxa.

6. Quins problemes perceps relatius a aquesta activitat?

Ens hipotequem durant 15 anys i fa una mica de respecte perquè i si canvia el preu de la fusta? Nosaltres firmaríem un contracte on el preu de la fusta pujaria en funció de l'IPC però no sabem que pot passar en el futur.

30.8. ENTREVISTA TÈCNIC DEL PARC

Entrevista Marc Garriga (12/05/08)

1. El POF del Bosc de Virós (Virós Araós i Virós Ainet) no dóna dades d'aprofitaments al pla general com sí que fan els POF's de les altres forests estudiades. A què és degut?

Els POF's del bosc de Virós són dels primers que es van fer i fer una previsió per els segons 10 anys de l'ordenació no és obligatori. A més a més, cada POF està fet per una empresa diferent que utilitza criteris o metodologies diferents per a l'ordenació. Sí que és veritat que avui en dia els POF's són més complets que abans.

Jo el que us recomano és fer servir, per a l'estimació de la biomassa disponible al bosc de Virós, quantitats iguals a les que el POF dona en el pla especial ja que són aprofitaments sostenibles i reproduïbles en el temps.

2. Hem pensat que seria positiu instal·lar una caldera compatible tant amb estella com amb pèl·lets, que en penses?

Que és una bona idea per si en el futur surt a compte fer pèl·let a la zona o portar-lo d'algun altre lloc.

3. Quines dimensions té la zona d'emmagatzematge de biomassa a Araós? Ens podries assenyalar en un mapa exactament la seva ubicació?

La parcel·la d'Araós on s'ubicaria el punt d'emmagatzematge es diu Finca Ortoran. És propietat d'en Rosendo Montarré (Sansa) i medeix 1,5 ha. Per trobar-la al registre: és la parcel·la 383 del polígon 2 d'Alins.

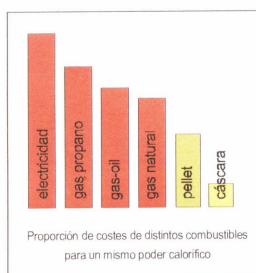
31. PRESSUPOST CAS PRÀCTIC

TAINCO MARTORELL, S.A. CL MONTERRAT 158 08760-MARTORELL BARCELONA Telf. 937735055 Fax 937752381		GRUP TAINCO MATERIALS ELÈCTRICS					
							
PRESSUPOST: OF/4946/2008							
Client: 2537 C.I.F.: B-62296512 CAN RIAL CONSTRUCCIONS S.L. CL ISAAC ALBENIZ, 15 08292-ESPARREGUERA BARCELONA Tlf: 937708730 Fax: 937708715 Mov: 647620424		JORDI LLOPART Persona de contacte: JORDI LLOPART CLIMATIZACION PRESSUPOST: OF/4946/2008 Pàg.: 1 Data: 16/06/2008					
VA N° de paquets: . Preparat per:							
Codi	Descripció	Quantitat	Un.	Preu	Pr.de	Dte.	Net
CLIV	CALDERA BIOMASA CSB80 524KCAL 69,60KW	1,00	un	11.008,000		20,00	8.806,40
ACVV	ACV COLECTOR SOLAR 50009	9,00	un	535,000		20,00	3.852,00
ACVV	CONJUNTO SOPORTACION 95367	9,00	un	180,000		20,00	1.296,00
ACVV	CONJUNTO HIDRAULICO BOMBAS 95097	1,00	un	470,000		20,00	376,00
ACVV	REGULACION ELECTRONICA RS2 95099	1,00	un	530,000		20,00	424,00
ACVV	VALVULA 3 VIAS 70076	1,00	un	138,000		20,00	110,40
ACVV	PURGADOR AUTOMATICO SOLAR 95080	1,00	un	37,000		20,00	29,60
ACVV	DEPOSITO ANTICONGELANTE 10L	1,00	un	65,000		20,00	52,00
ACVV	VALVULA SEG ACV 7 BAR 3/4 557A1500	2,00	un	14,000		20,00	22,40
BAXVASOF03505K	VASO EXP 'VASOFLEX' 35/0,5K	2,00	un	73,000		20,00	116,80
BAXACUSOLAR1000	ACUMULADOR SOLAR AS1000E 2 SEPERTINES	3,00	un	3.557,000		20,00	8.536,80
BAXDUBAL6001	RADIADOR DUBAL 60-01 ELEMENTO	543,00	un	12,680		20,00	5.508,18
>>ESTA INSTALACION ESTA CONTADA POR ENCIMA >>YA QUE NOS FALTAN DATOS COMO PERSONAS >>QUE SE DUXARAN EN LAS 2 ESTANCIAS , >>I EL TEMA DE LA CALEFACCION NO ESTA >>CONTADA PARA LA ENERGIA SOLAR, >>LA ENERGIA SOLAR TERMICA SOLO ESTA PARA >>EL AGUA CALUENTE SANITARIA ----- Final de document -----							
		Import Brut		I.V.A. 16,00%		TOTAL EUROS	
		29.130,59		4.660,89		33.791,48	
Oferta vàlida fins a 16/07/2008							
						Conforme 16/06/2008 15:40:44	
		www.tainco.com					



La caldera de biomasa **CSBMarina** es ideal para aquellos casos que necesitan una máquina fiable y robusta para usar cualquier tipo de biomasa como combustible.

- **Facilidad** de instalación.
- **Fácil sustitución** de una caldera de gas-oil o cualquier otro combustible.
- Producción de **agua para calefacción y agua caliente sanitaria** instantánea (opcional).
- Encendido y funcionamiento totalmente **automáticos**.
- **3 menús de programación** para distintos tipos de combustible.
- Preparada para funcionar con cualquier **tipo de biomasa** (astilla de madera, serrín, orujo de oliva, virutas, triturados, pellet, etc.).
- Potencias desde **46 kW** (aprox. 300m²) hasta **1.102kW**.
- Depósito con capacidad hasta **750 litros**.
- Rápida **amortización** (entre 1 y 6 años).
- **CO2 neutro**.



Las calderas de biomasa CSBMarina son la opción más rentable para granjas e industrias. Su capacidad para poder utilizar cualquier tipo de biomasa la hace totalmente versátil para adaptarse a cualquier zona y así poder utilizar el tipo de biomasa que allí se genere.



CSBMarina
Calderas de biomasa



Astillas de madera



Orujo de oliva



Pellet

32. ECOETIQUETA FSC

Com aconseguir el certificat?

PAS Nº 1- CONTACTAR AMB EL CERTIFICADOR

Un propietari o gestor que es vulgui certificar ha de contactar amb una entitat certificadora, que és la que s'encarrega d'avaluar la forest i la gestió forestal, i atorgar el segell FSC. A Espanya, pel moment, tenen seu quatre entitats de certificació acreditades per FSC2: Rainforest Alliance-Smartwood, SGS, Bureau-Veritas Certification i BM-Trada. Les sol·licituds de certificació d'aquestes entitats es troben en les seves respectives pàgines Web, i també se les pot demanar directament a ells. És interessant contactar amb totes les entitats per demanar pressupost, ja que els costos, temps i disponibilitat difereixen d'uns casos a uns altres.

PAS Nº 2 - VISITA PRELIMINAR O PRE-AVALUACIÓ

En certs casos, les entitats de certificació determinen que és necessari fer una pre-avaluació, per conèixer i valorar l'estat real de l'àrea a certificar. En aquesta etapa es determinen els obstacles, i es donen recomanacions i aportacions per a una avaluació completa. Aquest procés dura un o més dies, depenen de l'àrea de la forest i de la intensitat de la gestió forestal. Amb les dades obtingudes, el certificador prepara un informe amb els principals obstacles que poden impedir la certificació, per a que puguin ser revisats i corregits pel propietari o gestor de la forest.

PAS Nº 3 - PLA DE TREBALL I PRESSUPOST

L'entitat de certificació elabora un pressupost dels costos de l'avaluació principal, que tindran que ser assumits pel propietari o grup de propietaris de la forest. Els costos depenen d'aspectes com ubicació de les forests a certificar (rodalies, accessibilitat, etc.); nombre de persones de les que està compostat l'equip d'avaluació; l'esborrany del cronograma per a la visita, etc.

PAS Nº 4 - SIGNATURA DEL CONTRACTE

Arribats a aquest punt, ambdues parts han de pactar com treballaran junts. L'entitat certificadora ha de considerar la disponibilitat/predisposició del propietari per a certificar-se; i el propietari, el pla de treball, els costos, i a més aspectes que el certificador té pensat aplicar durant el procés de certificació. Si les dues parts estan d'acord, es signarà un contracte i començarà el procés d'avaluació.

PAS Nº 5 - REUNIÓ DE L'EQUIP D'AVALUACIÓ

Un cop s'hagin corregit tots els aspectes relacionats amb la gestió de la forest que es van indicar en la pre-avaluació, es procedirà a l'avaluació completa per part d'un equip tècnic. Aquest equip estarà format per diversos professionals lligats a la gestió forestal, formats en matèria ambiental, social, econòmica i en la problemàtica local.

PAS Nº 6 - AVALUACIÓ PRINCIPAL

L'Avaluació principal consisteix en una revisió de documents, una avaluació de camp, i un procés de consulta pública a les persones que poguessin estar interessades o afectades per la gestió de la forest.

a) Revisió de documents. Abans de l'avaluació a la forest, es fa una revisió prèvia del Pla de Gestió, i altra documentació sobre la gestió de la forest (títols de propietat, permisos, contractes, etc.).

b) Avaluació de camp. Durant aquesta etapa es busca la coherència entre el Pla de Gestió "sobre el paper", i la gestió real "sobre el terreny". Es busca que el que figura al pla de gestió realment es porti a terme, que no es quedi només en bones intencions.

c) Procés de consulta pública. Amb la finalitat de que el procés de certificació sigui transparent i perquè tots els interessats i/o afectats per la gestió forestal participin, l'entitat certificadora realitza un procés de consulta pública. Un mes abans de l'auditoria es fa un anunci públic, i durant la mateixa, es realitza la consulta. Això es porta a terme mitjançant una sèrie d'entrevistes que es poden fer en visites, per telèfon, o per escrit (correu postal, fax, o correu electrònic). En certificacions de gran mida o complexitat, es poden convocar fòrums públics. Els resultats obtinguts seran tinguts en compte a l'hora de fer el informe d'avaluació, mantenint sempre la confidencialitat dels grups o persones consultats.

PAS Nº 7 - REVISIÓ DEL INFORME

L'esborrany final és revisat per altres experts forestals, socials o econòmics, tots ells aliens a l'entitat certificadora. Es tracta d'avaluar-lo des de les diferents perspectives, per aconseguir la major credibilitat possible. L'entitat certificadora, si ho considera satisfactori, adoptarà les recomanacions d'aquests experts i les incorporarà al informe.

PAS Nº 8 - INFORME FINAL I RESUM PÚBLIC

Basant-se en les seves observacions durant l'avaluació principal, l'equip auditor recull les seves conclusions a l'**informe final**. Aquest informe és confidencial, però haurà de tenir un **resum públic** que haurà d'estar a disposició de qualsevol interessat. Convé aclarir que tots els aspectes que es consideren confidencials, dades de mercat, etc. no hauran de figurar a aquest resum.

A l'informe final es presenta un llistat de precondicions, condicions i recomanacions que haurà de complir la forest (Unitat de Gestió Forestal), depenen de quin sigui el seu nivell de Compliment/Incompliment dels PRINCIPIS I CRITERIS DEL FSC:

- a) Precondicions:** són **millores necessàries** que s'han de fer d'**immediat** per a que es pugui atorgar la certificació, en un **termini màxim de tres mesos**.
- b) Accions correctores:** són **millores necessàries** que s'han de fer **en un termini determinat**, durant el període de vigor del certificat.
- c) Observacions:** són **millores voluntàries** suggerides per l'equip avaluador. L'entitat de certificació envia un esborrany del

informe al propietari o gestor, sol·licitant les seves opinions i comentaris. També es poden discutir els terminis i els detalls necessaris pel compliment dels requisits de certificació.

PAS N° 9 - DECISIÓ DE CERTIFICACIÓ

Si l'auditor determina que no existeixen incompliments greus dels estàndards FSC, l'operació forestal es qualifica com ben gestionada. S'emet aleshores un certificat, que té una validesa de **cinc anys**, i s'autoritza al propietari/gestor per a utilitzar el segell FSC per a la fusta i altres productes forestals no fusters, sempre que s'hagin avaluat amb unes normes específiques que provenguin d'aquesta forest. Si, per el contrari, una operació forestal no compleix amb els estàndards, l'auditor farà un llistat de precondicions que tindran que portar-se a terme en un període de temps determinat.

PAS N° 10- VISITES DE SEGUIMENT

Durant el període de duració del certificat, s'ha de fer una **auditoria de seguiment anual**, per a mantenir el certificat. Aquesta auditoria és més senzilla i té menor cost que l'avaluació principal.