

Anàlisi i valoració dels boscos de les valls d'Hortmoier I Sant Aniol (Alta Garrotxa)

Josep Vila Subirós

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

**ANÀLISI I VALORACIÓ DELS BOSCOS DE LES VALLS
D'HORTMOIER I SANT ANIOL (ALTA GARROTXA)**

**DEPARTAMENT DE GEOGRAFIA FÍSICA i ANÀLISI
GEOGRÀFICA REGIONAL
UNIVERSITAT DE BARCELONA**

**Programa de doctorat: "Medi, paisatge, regió: impactes
ambientals" (Bienni 1994-95)**

Per optar al títol de DOCTOR EN GEOGRAFIA


**ANÀLISI I VALORACIÓ DELS BOSCOS DE LES VALLS
D'HORTMOIER I SANT ANIOL (ALTA GARROTXA)**

TESI DOCTORAL

JOSEP VILA I SUBIRÓS



**Josep Gordi i Serrat
Direct-r**



**Josep M. Rosó i Nadal
T-t-r**

Juliol de 1999

ÍNDEX GENERAL

Índex GENERAL	5
Índex de figures	13
Índex de gràfics i climogrames	14
Índex de mapes	17
Índex de piràmides de vegetació	18
Índex de taules	19
-INTRODUCCIÓ i AGRAÏMENTS	27
Capítol 1: OBJECTIUS I HIPÒTESIS	27
Capítol 2: MARC TEÒRIC I METODOLÒGIC:	33
2.1 LA GEOGRAFIA I L'ESTUDI DELS BOSCOS	33
2.1.1 La història dels boscos i de la ciència forestal	34
2.1.2 La descripció de boscos i paisatges	37
2.1.3 La gestió de l'espai forestal	38
2.2 LA GESTIÓ MULTIFUNCIONAL DELS BOSCOS	44
2.3 PRINCIPALS METODOLOGIES DESENVOLUPADES A L'ESTAT ESPANYOL PER L'ANÀLISI DE LES MASSES FORESTALS	59
2.3.1 El I Inventario Forestal Nacional	60
2.3.2 El II Inventario Forestal Nacional	62
2.3.3 El III Inventario Forestal Nacional	66
2.3.4 L'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya	68
2.3.5 L'Estudi de l'Apartat Forestal relatiu al Pla Específic de l'Alta Garrotxa	70
2.4 EL PAPER DELS SIG EN LA PLANIFICACIÓ FORESTAL	72

Capítol 3: METODOLOGIA	77
3.1 EL PUNT DE PARTIDA	77
3.2 EL TREBALL DE CAMP	80
3.2.1 El mostreig	80
3.2.2 Les parcel·les	84
3.2.3 La fitxa de treball de camp	85
3.2.3.1 La fitxa descriptiva	85
3.2.3.2 La fitxa de marcatge	86
3.3 TRACTAMENT DELS RESULTATS ESTADÍSTICS.	86
3.3.1 La densitat	86
3.3.2 L' àrea basal	87
3.3.3 La biomassa	87
3.3.4 L'índex de maduresa	98
3.3.5 L'apreuament dels recursos forestals	99
3.4 TRACTAMENT DE LA INFORMACIÓ DIGITAL I ELS RESULTATS CARTOGRÀFICS	102
3.4.1. La digitalització dels mapes de base	102
3.4.2. La utilització del SIG Idrisi 2.0	103
3.4.3. La presentació dels mapes resultants	110
Capítol 4: EL MEDI NATURAL	113
4.1 SITUACIÓ	113
4.2 LITOLOGIA	120
4.3 GEOMORFOLOGIA	123
4.4 EDAFOLOGIA	126
4.5 CLIMATOLOGIA	129
4.6 HIDROLOGIA	137
4.7 FAUNA	140

Capítol 5: L'EVOLUCIÓ HISTÒRICA DELS BOSCOS DE L'ALTA GARROTXA	151
5.1 ELS BOSCOS EN LA PREHISTÒRIA	151
5.2 ELS BOSCOS EN L'EDAT ANTIGA	158
5.3 ELS BOSCOS EN L'EDAT MITJANA	159
5.4 ELS BOSCOS EN L'EDAT MODERNA	162
5.5 ELS BOSCOS EN L'EDAT CONTEMPORÀNIA	165
5.5.1 El segle XIX i la primera meitat del segle XX	165
5.5.2 De la segona meitat del segle XX a l'actualitat ...	167
Capítol 6: DISTRIBUCIÓ, CARACTERITZACIÓ I ANÀLISI DELS BOSCOS DE LES VALLS D'HORTMOIER I SANT ANIOL	175
6.1 INTRODUCCIÓ	175
6.2 ELS ALZINARS	176
6.2.1 Alzinar de terra baixa calcícola	176
6.2.1.1 Distribució i emmarcament ecològic	176
6.2.1.2 Emmarcament fitosociològic	176
6.2.1.3 Característiques forestals	178
a) Tipus de bosc	178
b) Regeneració	178
c) Estratificació de la vegetació	178
d) Distribució de les alçades	179
e) Distribució classes diamètriques	180
f) Densitat	180
g) Àrea basal	181
h) Biomassa	182
i) Apreuament	183
6.2.2 Alzinar de terra baixa silicícola	184
6.2.2.1 Distribució i emmarcament ecològic	184
6.2.2.2 Emmarcament fitosociològic	184
6.2.2.3 Característiques forestals	186
a) Tipus de bosc	186
b) Regeneració	186
c) Estratificació de la vegetació	186
d) Distribució de les alçades	186
e) Distribució classes diamètriques	187
f) Densitat	188
g) Àrea basal	188
h) Biomassa	189
i) Apreuament	190

6.2.3 Alzinar muntanyenc calcícola	191
6.2.3.1 Distribució i emmarcament ecològic	191
6.2.3.2 Emmarcament fitosociològic	191
6.2.3.3 Característiques forestals	193
a) Tipus de bosc	193
b) Regeneració	193
c) Estratificació de la vegetació	193
d) Distribució de les alçades	194
e) Distribució classes diamètriques	195
f) Densitat	195
g) Àrea basal	196
h) Biomassa	197
i) Apreuament	198
6.2.4 Alzinar muntanyenc silicícola	199
6.2.4.1 Distribució i emmarcament ecològic	199
6.2.4.2 Emmarcament fitosociològic	199
6.2.4.3 Característiques forestals	201
a) Tipus de bosc	201
b) Regeneració	201
c) Estratificació de la vegetació	201
d) Distribució de les alçades	201
e) Distribució classes diamètriques	203
f) Densitat	203
g) Àrea basal	204
h) Biomassa	205
i) Apreuament	206
6.2.5 Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	207
6.2.5.1 Distribució i emmarcament ecològic	207
6.2.5.2 Emmarcament fitosociològic	207
6.2.5.3 Característiques forestals	209
a) Tipus de bosc	209
b) Regeneració	209
c) Estratificació de la vegetació	209
d) Distribució de les alçades	210
e) Distribució classes diamètriques	210
f) Densitat	211
g) Àrea basal	212
h) Biomassa	212
i) Apreuament	213

6.2.6 Alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondal	214
6.2.6.1 Distribució i emmarcament ecològic	214
6.2.6.2 Emmarcament fitosociològic	214
6.2.6.3 Característiques forestals	216
a) Tipus de bosc	216
b) Regeneració	216
c) Estratificació de la vegetació	216
d) Distribució de les alçades	217
e) Distribució classes diamètriques	217
f) Densitat	218
g) Àrea basal	219
h) Biomassa	219
i) Apreuament	221
 6.3 LES ROUREDES.	 222
6.3.1 Roureda de roure martinenc calcícola	222
6.3.1.1 Distribució i emmarcament ecològic	222
6.3.1.2 Emmarcament fitosociològic	222
6.3.1.3 Característiques forestals	224
a) Tipus de bosc	224
b) Regeneració	224
c) Estratificació de la vegetació	224
d) Distribució de les alçades	225
e) Distribució classes diamètriques	226
f) Densitat	227
g) Àrea basal	228
h) Biomassa	229
i) Apreuament	230
 6.3.2 Roureda de roure martinenc silicícola	 231
6.3.2.1 Distribució i emmarcament ecològic	231
6.3.2.2 Emmarcament fitosociològic	231
6.3.2.3 Característiques forestals	233
a) Tipus de bosc	233
b) Regeneració	233
c) Estratificació de la vegetació	233
d) Distribució de les alçades	234
e) Distribució classes diamètriques	235
f) Densitat	235
g) Àrea basal	236
h) Biomassa	237
i) Apreuament	238

6.3.3 Roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	239
6.3.3.1 Distribució i emmarcament ecològic.....	239
6.3.3.2 Emmarcament fitosociològic	239
6.3.3.3 Característiques forestals	241
a) Tipus de bosc	241
b) Regeneració	241
c) Estratificació de la vegetació	241
d) Distribució de les alçades	241
e) Distribució classes diamètriques	242
f) Densitat	243
g) Àrea basal	244
h) Biomassa	244
i) Apreuament	245
6.4 LES FAGEDES.	248
6.4.1 Fageda calcícola	248
6.4.1.1 Distribució i emmarcament ecològic.....	248
6.4.1.2 Emmarcament fitosociològic	248
6.4.1.3 Característiques forestals	250
a) Tipus de bosc	250
b) Regeneració	250
c) Estratificació de la vegetació	250
d) Distribució de les alçades	251
e) Distribució classes diamètriques	251
f) Densitat	252
g) Àrea basal	254
h) Biomassa	254
i) Apreuament	256
6.4.2 Fageda silicícola	257
6.4.2.1 Distribució i emmarcament ecològic.....	257
6.4.2.2 Emmarcament fitosociològic	259
6.4.2.3 Característiques forestals	259
a) Tipus de bosc	259
b) Regeneració	259
c) Estratificació de la vegetació	259
d) Distribució de les alçades	259
e) Distribució classes diamètriques	260
f) Densitat	261
g) Àrea basal	261
h) Biomassa	262
i) Apreuament	263

6.4.3 Fageda mixta humida	264
6.4.3.1 Distribució i emmarcament ecològic.....	264
6.4.3.2 Emmarcament fitosociològic	264
6.4.3.3 Característiques forestals	266
a) Tipus de bosc	266
b) Regeneració	266
c) Estratificació de la vegetació	266
d) Distribució de les alçades	266
e) Distribució classes diamètriques	267
f) Densitat	268
g) Àrea basal	269
h) Biomassa	269
i) Apreuament	270
6.4.4 Fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	272
6.4.4.1 Distribució i emmarcament ecològic.....	272
6.4.4.2 Emmarcament fitosociològic	272
6.4.4.3 Característiques forestals.....	274
a) Tipus de bosc	274
b) Regeneració	274
c) Estratificació de la vegetació	274
d) Distribució de les alçades	275
e) Distribució classes diamètriques	276
f) Densitat	276
g) Àrea basal	277
h) Biomassa	278
i) Apreuament	279
6.5 LES PINEDES.	278
6.5.1 Masses dominades pel pi roig	278
6.5.1.1 Distribució i emmarcament ecològic.....	278
6.5.1.2 Emmarcament fitosociològic	278
6.5.1.3 Característiques forestals	280
a) Tipus de bosc	280
b) Regeneració	280
c) Estratificació de la vegetació	280
d) Distribució de les alçades	280
e) Distribució classes diamètriques	282
f) Densitat	282
g) Àrea basal	283
h) Biomassa	284
i) Apreuament	285

6.6 LES CASTANYEDES.	286
6.6.1 Masses dominades pel castanyer	286
6.6.1.1 Distribució i emmarcament ecològic.....	286
6.6.1.2 Emmarcament fitosociològic.....	286
6.6.1.3 Característiques forestals.....	288
a) Tipus de bosc	288
b) Regeneració	288
c) Estratificació de la vegetació	288
d) Distribució de les alçades	289
e) Distribució classes diamètriques	290
f) Densitat	290
g) Àrea basal	291
h) Biomassa	292
i) Apreuament	293
6.7 COMPARACIÓ ENTRE ELS DISTINTS TIPUS DE BOSC	294
Capítol 7: VALORACIÓ DELS BOSCOS DE LES VALL D'HORTMOIER I SANT ANIOL	305
7.1 UN ARBRE DE CONEIXEMENT PER LA VALORACIÓ DELS BOSCOS DE L'ÀREA D'ESTUDI	305
7.2 LA ZONIFICACIÓ DEL TERRITORI	355
-CONCLUSIONS	363
-BIBLIOGRAFIA	371
-ANNEX 1: Fitxa de treball de camp	393
-ANNEX 2: Base de dades associada al mapa de punts de mostreig	399
-ANNEX 3: Apèndix estadístic	403

ÍNDIX DE FIGURES

-Figura núm. 1: Imatge del vessant sud de la Vall d'Hortmoier	80
-Figura núm. 2: El nucli de Sant Aniol d'Agujes	81
-Figura núm. 3: Model cartogràfic del procediment seguit amb Idrisi	111
-Figura núm. 4: Nombre d'espècies de mamífers detectats per a cada quadricula de 10 x 10 km	142
-Figura núm. 5: Àrees forestals d'interès faunístic de la Garrotxa en vermell	148
-Figura núm. 6: Localització amb un punt vermell del dipòsit lacustre del <<Pla de l'Estany>>	151
-Figura núm. 7: Localització d'alguns dels jaciments prehistòrics més importants de la Vall del Llierca, concretament en el punt de contacte entre la Riera de Sant Aniol i la Riera d'Escales	154
-Figura núm. 8: Mapa de les esglésies més importants de la Garrotxa al segle XIII. S'hi representa també la quantitat desous que pagaven aquestes esglésies a la "Décima apostòlica" els anys 1279 i 1280	161
-Figura núm. 9: El derruït nucli de Talaixà a l'actualitat	169
-Figura núm. 10: El típic paisatge agrest i forestal dominant a l'Alta Garrotxa. A la imatge el Puig de Bassegoda, la petita Vall de Riu i els Cingles de Gitarriu	171
-Figura núm. 11: El Comanegre, punt culminant de les Valls d'Hortmoier i Sant Aniol, i l'àrea amb una presència més important de pastures	172
-Figura núm. 12: Índex de Protecció i Índex de Producció.....	309

ÍNDIX DE CLIMOGRAMES I GRÀFICS

-Climograma núm. 1: Beget	135
-Climograma núm. 2: Maçanet de Cabrenys	135
-Climograma núm. 3: Castellfollit de la Roca	135
-Climograma núm. 4: Olot	136
-Climograma núm. 5: Camprodon	136
-Gràfic núm. 1: Distribució mitjana de les alçades. Alzinar de terra baixa calcícola	179
-Gràfic núm. 2: Distribució mitjana de la densitat. Alzinar de terra baixa calcícola	181
-Gràfic núm. 3: Distribució mitjana de la biomassa. Alzinar de terra baixa calcícola	182
-Gràfic núm. 4: Distribució mitjana de les alçades. Alzinar de terra baixa silicícola	187
-Gràfic núm. 5: Distribució mitjana de la densitat. Alzinar de terra baixa silicícola	188
-Gràfic núm. 6: Distribució mitjana de la biomassa. Alzinar de terra baixa silicícola	189
-Gràfic núm. 7: Distribució mitjana de les alçades. Alzinar muntanyenc calcícola	194
-Gràfic núm. 8: Distribució mitjana de la densitat. Alzinar muntanyenc calcícola	196
-Gràfic núm. 9: Distribució mitjana de la biomassa. Alzinar muntanyenc calcícola	197
-Gràfic núm. 10: Distribució mitjana de les alçades. Alzinar muntanyenc silicícola	202
-Gràfic núm. 11: Distribució mitjana de la densitat. Alzinar muntanyenc silicícola	204
-Gràfic núm. 12: Distribució mitjana de la biomassa. Alzinar muntanyenc silicícola	205
-Gràfic núm. 13: Distribució mitjana de les alçades. Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	210
-Gràfic núm. 14: Distribució mitjana de la densitat. Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	211
-Gràfic núm. 15: Distribució mitjana de la biomassa. Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	212

-Gràfic núm. 16: Distribució mitjana de les alçades. Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	217
-Gràfic núm. 17: Distribució mitjana de la densitat. Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	218
-Gràfic núm. 18: Distribució mitjana de la biomassa. Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals.....	220
-Gràfic núm. 19: Distribució mitjana de les alçades. Roureda de roure martinenc calcícola	225
-Gràfic núm. 20: Distribució mitjana de la densitat. Roureda de roure martinenc calcícola	227
-Gràfic núm. 21: Distribució mitjana de la biomassa. Roureda de roure martinenc calcícola	229
-Gràfic núm. 22: Distribució mitjana de les alçades. Roureda de roure martinenc silicícola	234
-Gràfic núm. 23: Distribució mitjana de la densitat. Roureda de roure martinenc silicícola	236
-Gràfic núm. 24: Distribució mitjana de la biomassa. Roureda de roure martinenc silicícola	237
-Gràfic núm. 25: Distribució mitjana de les alçades. Roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	242
-Gràfic núm. 26: Distribució mitjana de la densitat. Roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	243
-Gràfic núm. 27: Distribució mitjana de la biomassa. Roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	244
-Gràfic núm. 28: Distribució mitjana de les alçades. Fageda calcícola	251
-Gràfic núm. 29: Distribució mitjana de la densitat. Fageda calcícola	253
-Gràfic núm. 30: Distribució mitjana de la biomassa. Fageda calcícola	255
-Gràfic núm. 31: Distribució mitjana de les alçades. Fageda silicícola	260
-Gràfic núm. 32: Distribució mitjana de la densitat. Fageda silicícola	261
-Gràfic núm. 33: Distribució mitjana de la biomassa. Fageda silicícola	262
-Gràfic núm. 34: Distribució mitjana de les alçades. Fageda mixta humida ..	267
-Gràfic núm. 35: Distribució mitjana de la densitat. Fageda mixta humida ...	268
-Gràfic núm. 36: Distribució mitjana de la biomassa. Fageda mixta humida	270

-Gràfic núm. 37: Distribució mitjana de les alçades. Fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	275
-Gràfic núm. 38: Distribució mitjana de la densitat. Fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	277
-Gràfic núm. 39: Distribució mitjana de la biomassa. Fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	278
-Gràfic núm. 40: Distribució mitjana de les alçades. Masses dominades pel pi roig	281
-Gràfic núm. 41: Distribució mitjana de la densitat. Masses dominades pel pi roig	283
-Gràfic núm. 42: Distribució mitjana de la biomassa. Masses dominades pel pi roig	284
-Gràfic núm. 43: Distribució mitjana de les alçades. Masses dominades pel castanyer	289
-Gràfic núm. 44: Distribució mitjana de la densitat. Masses dominades pel castanyer	291
-Gràfic núm. 45: Distribució mitjana de la biomassa. Masses dominades pel castanyer	292

ÍNDIX DE MAPES

-Mapa núm. 1: Localització de l'àrea d'estudi	115
-Mapa núm. 2: Situació	117
-Mapa núm. 3: Distribució d'altituds	317
-Mapa núm. 4: Geologia	319
-Mapa núm. 5: Xarxa hidrogràfica i pistes	321
-Mapa núm. 6: Distribució de comunitats forestals	323
-Mapa núm. 7: Distribució dels punts de mostreig	324
-Mapa núm. 8: Distribució de pendents	327
-Mapa núm. 9: Distribució de les orientacions	329
-Mapa núm. 10: Distribució de densitats	331
-Mapa núm. 11: Distribució de biomassa	333
-Mapa núm. 12: Distribució de maduresa	335
-Mapa núm. 13: Àrees d'especial interès faunístic	337
-Mapa núm. 14: Tipus de bosc	339
-Mapa núm. 15: Distribució de puresa	341
-Mapa núm. 16: Distribució d'apreument	343
-Mapa núm. 17: Distància a les pistes forestals	345
-Mapa núm. 18: Distribució espècie no potencial productivista	347
-Mapa núm. 19: Vocació protectora	349
-Mapa núm. 20: Vocació productora	351
-Mapa núm. 21: Multifuncionalitat dels boscos	353

ÍNDIX DE PIRÀMIDES DE VEGETACIÓ

-Piràmide de vegetació núm. 1: Alzinar de terra baixa calcícola	177
-Piràmide de vegetació núm. 2: Alzinar de terra baixa silicícola	185
-Piràmide de vegetació núm. 3: Alzinar muntanyenc calcícola	192
-Piràmide de vegetació núm. 4: Alzinar muntanyenc silicícola	200
-Piràmide de vegetació núm. 5: Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	208
-Piràmide de vegetació núm. 6: Alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals.....	215
-Piràmide de vegetació núm. 7: Roureda de roure martinenc calcícola	223
-Piràmide de vegetació núm. 8: Roureda de roure martinenc silicícola	232
-Piràmide de vegetació núm. 9: Roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	240
-Piràmide de vegetació núm. 10: Fageda calcícola	249
-Piràmide de vegetació núm. 11: Fageda silicícola	258
-Piràmide de vegetació núm. 12: Fageda mixta humida	265
-Piràmide de vegetació núm. 13: Fageda mixta humida fent mosaic	273
-Piràmide de vegetació núm. 14: Masses dominades pel pi roig	279
-Piràmide de vegetació núm. 15: Masses dominades pel castanyer	287

ÍNDEX DE TAULES

-Taula núm. 1: Coeficient de forma (K_f)	89
-Taula núm. 2: Alçades en l'alzinar de terra baixa calcícola	90
-Taula núm. 3: Alçades en l'alzinar de terra baixa silicícola	90
-Taula núm. 4: Alçades en l'alzinar muntanyenc calcícola.....	90
-Taula núm. 5: Alçades en l'alzinar muntanyenc silicícola	90
-Taula núm. 6: Alçades en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola.....	91
-Taula núm. 7: Alçades en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	91
-Taula núm. 8: Alçades en la roureda de roure martinenc calcícola	91
-Taula núm. 9: Alçades en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	91
-Taula núm. 10: Alçades en la roureda de roure martinenc silicícola.....	92
-Taula núm. 11: Alçades en la fageda calcícola	92
-Taula núm. 12: Alçades en la fageda mixta humida	92
-Taula núm. 13: Alçades en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola.....	92
-Taula núm. 14: Alçades en la fageda silicícola.....	92
-Taula núm. 15: Alçades en les masses dominades pel pi roig	93
-Taula núm. 16: Alçades en les masses dominades pel castanyer	93
-Taula núm. 17: Valors d'alfa i beta per la determinació del gruix de l'escorça segons espècie	94
-Taula núm. 18: Gruix de l'escorça (mm.) segons espècie i classe diamètrica...	94
-Taula núm. 19: Valors d'alfa i beta per la determinació de la biomassa de les branques (kg.) segons espècie	95
-Taula núm. 20: Biomassa de les branques (kg.) segons espècie i classe diamètrica	95
-Taula núm. 21: Valors de densitat del tronc i l'escorça segons espècie	96
-Taula núm. 22: Algunes dades climàtiques de les diferents estacions meteorològiques considerades	134
-Taula núm. 23: Evolució de la població dels municipis que es situen dins dels límits de l'Alta Garrotxa inclosos en el PEIN	168
-Taula núm. 24: Canvis en els usos del sòl a l'Alta Garrotxa (1957-89)	170
-Taula núm. 25: Aprofitaments forestals en els municipis de la Garrotxa amb algun percentatge del terme municipal formant part de l'Alta Garrotxa (dades m ³ excepte alzina amb tones).....	173

-Taula núm. 26: Distribució mitjana de les alçades (m.) en l'alzinar de terra baixa calcícola	179
-Taula núm. 27: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en l'alzinar de terra baixa calcícola	180
-Taula núm. 28: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en l'alzinar de terra baixa calcícola	180
-Taula núm. 29: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en l'alzinar de terra baixa calcícola	181
-Taula núm. 30: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en l'alzinar de terra baixa calcícola	182
-Taula núm. 31: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en l'alzinar de terra baixa calcícola	183
-Taula núm. 32: Distribució mitjana de les alçades (m.) en l'alzinar de terra baixa silicícola.....	186
-Taula núm. 33: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en l'alzinar de terra baixa silicícola	187
-Taula núm. 34: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en l'alzinar de terra baixa silicícola	188
-Taula núm. 35: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en l'alzinar de terra baixa silicícola	188
-Taula núm. 36: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en l'alzinar de terra baixa silicícola	189
-Taula núm. 37: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en l'alzinar de terra baixa silicícola	190
-Taula núm. 38: Distribució mitjana de les alçades (m.) en l'alzinar muntanyenc calcícola	194
-Taula núm. 39: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en l'alzinar muntanyenc calcícola	195
-Taula núm. 40: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en l'alzinar muntanyenc calcícola	195
-Taula núm. 41: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en l'alzinar muntanyenc calcícola	196
-Taula núm. 42: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en l'alzinar de terra baixa calcícola	197
-Taula núm. 43: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en l'alzinar muntanyenc calcícola	198
-Taula núm. 44: Distribució mitjana de les alçades (m.) en l'alzinar muntanyenc silicícola.....	202

-Taula núm. 45: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en l'alzinar muntanyenc silicícola	203
-Taula núm. 46: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en l'alzinar muntanyenc silicícola	203
-Taula núm. 47: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en l'alzinar muntanyenc silicícola	204
-Taula núm. 48: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en l'alzinar de terra baixa silicícola	205
-Taula núm. 49: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en l'alzinar muntanyenc silicícola	206
-Taula núm. 50: Distribució mitjana de les alçades (m.) en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	210
-Taula núm. 51: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	210
-Taula núm. 52: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	211
-Taula núm. 53: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	212
-Taula núm. 54: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	212
-Taula núm. 55: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola	213
-Taula núm. 56: Distribució mitjana de les alçades (m.) en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals.	217
-Taula núm. 57: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	217
-Taula núm. 58: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	218

-Taula núm. 59: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	219
-Taula núm. 60: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	219
-Taula núm. 61: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	221
-Taula núm. 62: Distribució mitjana de les alçades (m.) en la roureda de roure martinenc calcícola	225
-Taula núm. 63: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en la roureda de roure martinenc calcícola.....	226
-Taula núm. 64: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en la roureda de roure martinenc calcícola	227
-Taula núm. 65: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en la roureda de roure martinenc calcícola	228
-Taula núm. 66: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en la roureda de roure martinenc calcícola	229
-Taula núm. 67: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en la roureda de roure martinenc calcícola.....	230
-Taula núm. 68: Distribució mitjana de les alçades (m.) en la roureda de roure martinenc silicícola	234
-Taula núm. 69: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en la roureda de roure martinenc silicícola.....	235
-Taula núm. 70: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en la roureda de roure martinenc silicícola	235
-Taula núm. 71: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en la roureda de roure martinenc silicícola	236
-Taula núm. 72: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en la roureda de roure martinenc silicícola	237
-Taula núm. 73: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en la roureda de roure martinenc silicícola	238
-Taula núm. 74: Distribució mitjana de les alçades (m.) en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	241
-Taula núm. 75: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	242

-Taula núm. 76: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	243
-Taula núm. 77: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	244
-Taula núm. 78: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals	244
-Taula núm. 79: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals.....	245
-Taula núm. 80: Distribució mitjana de les alçades (m.) en la fageda calcícola	251
-Taula núm. 81: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en la fageda calcícola.....	252
-Taula núm. 82: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en la fageda calcícola	253
-Taula núm. 83: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en la fageda calcícola	254
-Taula núm. 84: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en la fageda calcícola	254
-Taula núm. 85: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en la fageda calcícola.....	256
-Taula núm. 86: Distribució mitjana de les alçades (m.) en la fageda silicícola	258
-Taula núm. 87: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en la fageda silicícola	260
-Taula núm. 88: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en la fageda silicícola	261
-Taula núm. 89: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en la fageda silicícola	261
-Taula núm. 90: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en la fageda silicícola	262
-Taula núm. 91: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en la fageda silicícola	263
-Taula núm. 92: Distribució mitjana de les alçades (m.) en la fageda mixta humida	265
-Taula núm. 93: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en la fageda mixta humida	267

-Taula núm. 94: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en la fageda mixta humida	268
-Taula núm. 95: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en la fageda mixta humida	269
-Taula núm. 96: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en la fageda mixta humida	269
-Taula núm. 97: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en la fageda mixta humida	270
-Taula núm. 98: Distribució mitjana de les alçades (m.) en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	275
-Taula núm. 99: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	276
-Taula núm. 100: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	276
-Taula núm. 101: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	277
-Taula núm. 102: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	278
-Taula núm. 103: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola	279
-Taula núm. 104: Distribució mitjana de les alçades (m.) en les masses dominades pel pi roig	281
-Taula núm. 105: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en les masses dominades pel pi roig	282
-Taula núm. 106: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en les masses dominades pel pi roig	282
-Taula núm. 107: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en les masses dominades pel pi roig	283
-Taula núm. 108: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en les masses dominades pel pi roig	284
-Taula núm. 109: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en les masses dominades pel pi roig.....	285
-Taula núm. 110: Distribució mitjana de les alçades (m.) en les masses dominades pel castanyer	289
-Taula núm. 111: Distribució mitjana de classes diamètriques (cm.) en les masses dominades pel castanyer.....	290
-Taula núm. 112: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en les masses dominades pel castanyer	290

-Taula núm. 113: Distribució mitjana de l'àrea basal (m ² /ha) en les masses dominades pel castanyer	291
-Taula núm. 114: Distribució mitjana de la biomassa (tones/ha) en les masses dominades pel castanyer	292
-Taula núm. 115: Distribució mitjana de l'apreuament (pts/ha) en les masses dominades pel castanyer	293
-Taula núm. 116: Comparativa d'algunes de les principals característiques forestals	294
-Taula núm. 117: Distribució de la variable densitat (peus/ha) en els diferents tipus de bosc.....	366

INTRODUCCIÓ I AGRAÏMENTS

La tesi doctoral que teniu a les vostres mans no s'ubica a l'Alta Garrotxa per casualitat, sinó que és el resultat de la fascinació que ha despertat en mi aquest espai natural des de la infantesa: un territori que ha estat l'escenari de fons de bona part de la meua vida. Quantes vegades no se m'havia perdut la mirada entre la silueta del Comanegra o del puig de les Bruixes des de les escoles velles de Sant Jaume de Llierca? Sens dubte en incomptables ocasions, una mirada de respecte i d'admiració situada entre la fantasia i la realitat; unes sensacions alimentades per les rondalles i les històries que l'avi Miquel i l'àvia Lola m'explicaven, embolcallats per l'escalfor de l'alzina que cremava lentament a la llar de foc en les llargues nits d'hivern que acompanyen els nens; un espai viscut i estimat per ells, un espai fascinant per a mi.

I el bosc, aquella verdor que ho domina quasi tot a l'espectacular Alta Garrotxa, és una homogeneïtat trencada només per la blancor de les cingleres que semblen lluitar per no ser engolides per l'embranchida forestal. La força del bosc que s'ha desbocat des que els bosquerols, entre ells l'estimat avi Miquel, han deixat d'aturar la seva empenta amb el carboneig i la tala. Tot plegat, una combinació perfecta per encisar qualsevol i per voler intentar conèixer de més a la vora i fredament aquesta bella realitat que m'ha acompanyat al llarg de la vida, i que explica el perquè del lloc i el perquè de la matèria. Només em queda desitjar que l'esforç que ha suposat aquest estudi reverteixi en un futur millor per a l'Alta Garrotxa, un demà que sigui capaç de continuar encisant la mirada dels infants. Malauradament, les rondalles dels avis quasi ja han desaparagut i amb elles una part d'aquella màgia que encara vaig tenir la sort de viure.

No em queda sinó donar les meves sinceres gràcies a totes i tots aquells que han fet possible aquest treball i demanar per endavant disculpes si involuntàriament la meua memòria omet algú.

En primer lloc, el meu agraïment a la meua estimada Sònia per la seva impagable ajuda, comprensió i paciència; també a en Jordi Sidera, que em va acompanyar en algun dels caps de setmana de treball de camp; a la Joan Welch, pels seus intel·ligents consells; als meus col·legues de l'àrea de Geografia Física, Josep Pintó i Salvador Carbó, per les seves puntualitzacions; al meu tutor José M. Raso, al SIGTE (UdG) i al CREAM (UAB) per la seva col·laboració. Mereix una menció molt especial el brillant treball en el disseny cartogràfic i en la revisió de la tesi portat a terme per la Carolina Martí, que va

disposar de l'eficient col·laboració d'en Marçal Font i de la Gemma Artigas Així mateix, el meu reconeixement al conjunt de companys i companyes de la Unitat de Geografia de la Universitat de Girona pels ànims i el suport que m'han manifestat al llarg d'aquests anys de treball. I, finalment, un particular i afectuós agraïment al director de la tesi, en Josep Gordi, pel seu ajut, la dedicació i l'esforç per tal que aquesta tesi es convertís en una realitat. Així mateix fer constar que aquesta tesi s'ha pogut desenvolupar gràcies a la Beca de Formació d'Investigadors (FI/94-5006) que em va concedir el Comissionat per Universitats i Recerca de la Generalitat de Catalunya. A tots ells, moltíssimes gràcies.

Capítol 1: OBJECTIUS I HIPÒTESIS

Objectius

- 1. Establir la cartografia dels boscos de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol.**
- 2. Analitzar les característiques ecològiques i estructurals d'aquests boscos a partir de la realització d'inventaris forestals.**
- 3. Definir una proposta metodològica que es fonamenti en la integració i valoració de tot un conjunt de factors físics, biològics i d'aprofitament, la qual ha de permetre dibuixar una zonificació del territori forestal a partir dels principis de multifuncionalitat. Aquesta zonificació pot servir com a punt de partida científic per a la realització, entre d'altres, d'un Projecte d'Ordenació Forestal, un Pla Especial, un Pla d'Ordenació de Recursos Naturals (PORN), un Pla Rector d'Ús i Gestió...**

Hipòtesis

- 1. L'explotació intensiva al llarg de molts anys dels boscos de l'Alta Garrotxa i l'actual abandó han provocat una uniformització estructural de les masses forestals: altes densitats i classes diamètriques petites i homogènies.**
- 2. No tots els tipus de bosc han reaccionat de la mateixa manera a l'explotació intensiva i al posterior abandonament a què s'han vist sotmesos, ja que hi ha diferències substancials entre els grans tipus de bosc. Aquesta dissimilitud respon en la major part dels casos a unes condicions microambientals que condicionen la regeneració i el desenvolupament de les masses forestals.**
- 3. S'està produint una recuperació dels boscos potencials en substitució de les masses silvícoles secundàries, fruit de la dinàmica natural.**

Tal com s'ha pogut llegir, l'objectiu principal d'aquesta tesi és l'establiment d'una metodologia exportable a altres territoris que permeti zonificar l'espai forestal com a base per a la seva planificació. Cal tenir present que els boscos no són únicament espais destinats a la producció de fusta, encara que des de la gestió tradicional del bosc ha dominat aquesta òptica. Cada vegada més la societat i les institucions remarquen la seva missió protectora i social. Les funcions ambientals i socials són especialment necessàries de compaginar amb la funció productora en unes valls com les d'Hortmoier i Sant Aniol, considerades de forma simbòlica com el veritable "cor" d'un dels espais naturals protegits més importants de Catalunya: l'Alta Garrotxa. En definitiva, tot aquest conjunt de raonaments ens ha de portar, un cop cartografiada la distribució dels boscos i analitzades les seves característiques ecològiques i estructurals, a presentar una zonificació de l'espai forestal com a primer pas per a la redacció d'un Projecte d'Ordenació Forestal. Una zonificació que potser útil tanmateix per la redacció d'un Pla Especial, un Pla d'Ordenació dels Recursos Naturals (PORN), un Pla Rector d'Ús i Gestió...

D'altra banda, a partir del segon dels objectius, és a dir, l'anàlisi de les estructures ecològiques i forestals dels distints boscos a partir d'inventaris forestals, es creu que es posarà de manifest que l'explotació intensiva dels boscos de l'Alta Garrotxa i el seu posterior abandonament en les darreres dècades ha provocat un elevat grau d'uniformització estructural de les masses forestals. Aquesta homogeneïtat es caracteritza per una alta densitat (peus/hectàrea) i pel domini d'arbres de classe diamètrica petita i d'edat homogènia.

Tanmateix es creu que es podran posar de manifest algunes evidències respecte a l'existència d'una recuperació dels boscos potencials en substitució de les masses silvícoles secundàries, fruit de la dinàmica natural que ha pogut actuar durant els darrers decennis quasi sense cap mena d'interferència.

I, a més, es considera que l'aproximació que des de les ciències forestals es realitza als diferents grans tipus de bosc (alzinars, rouredes, fagedes...) està excessivament centrada en l'element arbori en tant que potencial recurs econòmic, i que cal una anàlisi i valoració de les masses forestals més completa que n'inclogui la complexitat natural. Per aquest motiu s'han combinat les tècniques de l'inventari forestal típic amb una aproximació més fitosociològica als distints tipus de bosc. Tot plegat permet un estudi més

ecològic o sistèmic que ens ha de facilitar l'elaboració d'una lectura més específica de les respostes d'un bosc a unes condicions ambientals heterogènies. En definitiva, aquesta proposta de gestió dels boscos de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol destaca per la seva visió de futur sota l'òptica d'un increment progressiu de la naturalitat dels boscos.

Capítol 2: MARC TEÒRIC I METODOLÒGIC:

2.1 LA GEOGRAFIA I L'ESTUDI DELS BOSCOS

La temàtica forestal no s'ha desenvolupat des de la geografia tant com caldria esperar si es té present la importància territorial, econòmica, social, ambiental, històrica i cultural dels espais ocupats pel bosc. Hi ha una gran diversitat de causes que expliquen aquesta situació, entre aquestes es poden destacar: la forta tradició agrarista en la investigació geogràfica, la manca d'estadístiques i informació, la percepció que aquestes àrees tenen un caràcter passiu en relació amb altres menes d'usos, la decadència dels aprofitaments forestals acompanyat de l'abandonament dels espais més marginals o la manca d'una veritable anàlisi integrada del territori. Afortunadament, i de forma progressiva, els espais forestals han anat incrementant la seva importància en tant que focus d'interès per a la geografia (Brunet, 1992).

Aquest increment de la importància que s'atorga als espais forestals se situa en el marc de la rellevància creixent que té l'anàlisi i la gestió dels canvis d'usos del sòl a les zones de muntanya, al llarg especialment de la dècada dels 80, com a resultat, entre d'altres aspectes, de l'entrada de l'Estat espanyol a la Comunitat Europea o de la instauració d'una descentralització més gran a partir de la instauració de l'Estat de les Autonomies. Tot plegat s'ha concretat amb el fet que aproximadament un 8% dels treballs de recerca desenvolupats des de la geografia centren la seva atenció en aquesta mena d'espais (Lasanta, 1990).

Es poden distingir tres grans blocs on hi ha hagut una convergència entre el món dels boscos i els estudis geogràfics, com serien: la història dels boscos i la ciència forestal, la descripció de boscos i paisatges, i, finalment, el que és pròpiament gestió de l'espai forestal.

2.1.1 La història dels boscos i de la ciència forestal

Un dels temes al qual els geògrafs han dedicat una especial atenció ha estat l'evolució de les ciències naturals i socials, de forma particular des del segle XVIII fins a l'actualitat. I dins d'aquest àmbit, com és lògic, també ha estat objecte d'estudi l'evolució de les ciències forestals i de la realitat forestal.

El segle XVIII va ser una època en la qual la ciència encara es trobava sota l'influx de la religió, que mica en mica va anar perdent pes fruit de la incidència cada cop més gran, en primer lloc, de les idees il·lustrades i, més endavant, dels postulats romàntics. Així doncs, al llarg d'aquesta centúria es va començar a deixar de costat el dogma religiós enfront de la raó a partir de l'intent d'entendre amb la raó el funcionament de la natura. Una de les figures més paradigmàtiques i que exemplificaren millor aquest procés fou Alexander Von Humboldt (1769-1859), que amb la seva extensa obra ha estat un autor decisiu en la configuració de moltes de les idees de la geografia física. Així doncs, les seves contribucions han estat tan rellevants que sovint se'l considera un dels grans pares de la moderna ciència geogràfica, a més, entre d'altres, de l'ecologia i de la botànica (Deléage, 1993). També a l'Estat espanyol apareixen figures precursors de la ciència moderna, com és el cas d'Antonio José Cavanilles (1795-97), el qual va escriure una cèlebre obra titulada: *Observaciones sobre la historia natural, geografia, agricultura, población y frutos del Reino de Valencia*, en la qual es presenten els diferents estatges de vegetació, així com l'hàbitat de moltes plantes d'aquest àmbit territorial (Mateu, 1991).

Entre els autors actuals més prolífics en l'estudi d'aquesta època cal remarcar Horacio Capel, que ha publicat diversos treballs sobre aquest interessant període, fonamentats en l'anàlisi de les relacions entre fe i ciència a l'Espanya del segle XVIII (Capel, 1985), o sobre l'actuació científica i territorial dels enginyers militars al llarg d'aquesta època (Capel, 1988). Un altre geògraf que ha estudiat en profunditat les relacions entre ciència i natura ha estat Luís Urteaga, que ha dedicat també una especial atenció a examinar la política forestal durant la il·lustració (Urteaga, 1984a; Urteaga, 1987). Cal tenir present que és durant aquest temps que es va instaurar la nova administració borbònica, que engegava una nova política forestal fonamentada en l'establiment d'un conjunt de mesures dirigides a conservar i millorar els boscos, ja que es començaven a considerar un recurs escàs. També dins

d'aquest mateix període mereixen un esment especial els relats de viatgers o naturalistes, que descriuen la situació dels boscos dels indrets pels quals van passant. Entre aquests és especialment rellevant el llegat deixat, d'una banda, pel viatger Francisco de Zamora (1785-90) (Zamora, 1973), i d'altra banda pel naturalista irlandès Guillermo Bowles, amb el seu llibre *Introducción a la historia natural y a la geografía física de España* (Bowles, 1789).

L'evolució de les ciències naturals al llarg del segle XIX també ha estat estudiada pels geògrafs. En aquesta línia cal fer un esment especial a la figura de George Perkins Marsh (1801-1882), que com a ambaixador dels Estats Units a Itàlia va poder observar els canvis produïts per l'antropització en el paisatge mediterrani i escriure una magnífica obra titulada *Home i Natura* en la qual dedica tot un llarg capítol als boscos (Marsh, 1864).

Dins de la temàtica forestal es poden agrupar els estudis actuals centrats en la passada centúria en tres grans àmbits: el primer és l'estudi de la ciència forestal i l'evolució del cos d'enginyers de monts; el segon agrupa els treballs referents a les controvèrsies i discussions sobre les característiques i evolució dels espais forestals; i en tercer lloc cal parlar dels treballs de geobotànica que presenten propostes de classificacions fitoclimàtiques.

En el primer àmbit temàtic cal destacar les aportacions de Vicenç Casals sobre els orígens i l'evolució de la ciència forestal a l'Estat, així com del cos d'enginyers de monts o de forestals (Casals, 1996). En el segon àmbit cal esmentar les aportacions fetes per Josefina Gómez Mendoza sobre l'evolució de la ciència i la política forestal espanyola (Gómez, 1992) i les de Martí Boada referents a la vida de l'enginyer forestal Rafael Puig i Valls, que després de visitar Amèrica del Nord i conèixer la festa de l'arbre, la va instaurar a Catalunya ara fa més de cent anys (1898) (Boada, 1995). En el llibre de Gómez Mendóza (1992) mereixen una menció a part les discussions científiques entre el naturalista alemany M. Willkomm i l'enginyer forestal A. Pascual, que es presenten detalladament en aquest estudi. La controvèrsia esmentada feia referència al paper de les formacions d'estepes i a la seva possible recuperació forestal, és a dir, si podrien tornar a esdevenir boscos i si ho havien estat mai (Gómez, 1992). Una altra llarga discussió ambiental, recollida en aquest cas per Urteaga (1984b), és la que es va derivar d'una intervenció del geòleg Lucas Manllada en una conferència pronunciada el 1882 i titulada: *Causa de la pobreza de nuestro suelo*. L'objectiu de l'esmentada conferència era explicar la situació dels recursos naturals de l'Estat a partir de valorar l'aprofitament que la

societat n'havia fet. Tot plegat va donar com a resultat una visió molt pessimista de la situació del moment, la qual cosa va generar un llarg debat que va quedar reflectit a les pàgines del *Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid*. També cal fer atenció als treballs dedicats a la influència que ha tingut la propietat dels boscos —pública o privada— en l'evolució de la seva gestió, l'aprofitament i les funcions al llarg del temps (Mata i Llop, 1989; Valdés, Mata, Sáez i Fernández, 1991; Soriano, 1995). En relació amb el tercer àmbit, cal destacar els treballs d'Huguet del Villar i, de forma especial, el seu tractat de geobotànica. Aquesta és una obra en la qual l'autor defineix la geobotànica com la ciència que estudia les relacions entre la vida vegetal i el medi terrestre. Així mateix, aquest tractat recollia una interessant metodologia per a l'estudi de la vegetació, una metodologia, però, que no va tenir gaires seguidors, ja que la major part dels estudiosos de la vegetació van decantar-se pel mètode de Braun-Blanquet. Com a darrer geògraf d'aquest tercer àmbit cal parlar de Salvador Llobet, que en el seu estudi sobre el Montseny dedica un capítol a la biogeografia d'aquest massís, amb un excel·lent mapa de vegetació que inclou la distribució de les principals espècies forestals (Llobet, 1948).

Finalment, cal fer un punt i a part per esmentar una altra qüestió a la qual des de la geografia també s'han dedicat molts treballs de recerca, juntament amb els professionals de la botànica, com ha estat l'estudi de l'evolució dels usos del sòl o dels canvis de la coberta vegetal des d'una perspectiva històrica. En aquesta línia cal destacar les aportacions fetes per l'equip dirigit per Josep M. Panareda a la Universitat de Barcelona, amb tot un conjunt de treballs on es dóna una importància especial a la metodologia d'estudi. Aquest seria el cas de l'anàlisi de la documentació que permet la reconstrucció històrica del paisatge al llarg dels segles XVIII i XIX amb tot un conjunt d'exemples concrets sobre el municipi de la Garriga (Vallès Oriental) (Panareda i Llimargas, 1989). Com també estudis centrats en altres àrees com seria el cas de l'estudi sobre l'evolució del paisatge a Malgrat de Mar (Maresme) (Giménez et al., 1993). O, d'altra banda, la dinàmica que han seguit els alzinars del Montseny, Sant Llorenç del Munt i Collserola al llarg del darrers segles segons les diferents tipologies d'explotacions i aprofitaments a què s'han vist sotmesos (Panareda, Pintó i Rios, 1993). O la descripció de les grans etapes d'evolució dels usos del sòl i del paisatge del delta de l'Ebre al llarg dels darrers tres segles (Panareda, Torallas, Alemany i Carbó, 1997). D'una forma més esporàdica, també s'han realitzat algunes aportacions en aquesta línia, des de la Universitat de Girona, centrades, en aquest cas, en l'evolució històrica del paisatge vegetal a les comarques de la Selva i del Vallès (Gordi, Boada, Pintó i Vilar, 1993). En

aquest mateix àmbit es troben algunes investigacions portades a terme per la Universidad de Gran Canaria sobre els períodes d'assentament i explotació de l'illa de Gran Canària (Santana i Pérez-Chacon, 1986).

2.1.2 La descripció de boscos i paisatges

Aquest punt s'entronca directament amb una de les grans branques en què tradicionalment es divideix la Geografia Física: la Biogeografia. En concret s'entra en contacte directe amb la biogeografia en el sentit que aquesta permet descriure la distribució dels boscos sobre el territori i entendre els motius d'un determinat repartiment territorial. En aquesta direcció es troba bona part de l'amplíssim ventall d'estudis biogeogràfics que es refereixen de forma implícita o explícita al món forestal, ja que el bosc és un element primordial en el marc dels estudis de vegetació. I a la vegada cal dir que el bosc, en tant que element que domina en un percentatge molt considerable del territori, és també una variable de primer ordre en els estudis de vocació holística característics de les anàlisis de caràcter paisatgístic. Tenint present la limitació que implica la mateixa amplitud del tema, es farà referència a continuació a alguns dels principals treballs desenvolupats a Catalunya en biogeografia o ciència del paisatge a l'entorn dels quals el bosc té una rellevància ben significativa.

Els estudis de vegetació que s'han portat a terme des de la biogeografia incorporen, des de mitjan segle XX, la fitosociologia, a partir de les aportacions inicials d'Oriol de Bolòs i Salvador Rivas-Martínez per al cas de Catalunya i per a la resta de l'Estat, respectivament. Tot plegat determina una aproximació al coneixement de la vegetació a partir de l'estudi de les comunitats vegetals definides tenint en compte la seva composició florística i agafant com a punt de referència els postulats teòrics i metodològics desenvolupats per J. Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1979). Evidentment, en aquests treballs les espècies arbòries que acabaran definint i determinant la tipologia forestal hi juguen moltes vegades un paper primordial, tot i que també en alguns casos la seva rellevància és testimonial, com per exemple en la brolla amb pins. A més, aquests estudis ens aporten informació sobre quina és la realitat present d'espècies arbòries, vegetació actual, però a la vegada ens apunta quina pot ésser la seva evolució futura, si aquesta es deixa exclusivament en mans de la successió vegetal, a partir de la informació que ens atorga la idea de vegetació potencial.

En els darrers anys s'ha presentat un recull ben interessant de les distintes aportacions dels estudis de vegetació en el cas de Catalunya, una compilació de les principals recerques que han publicat tant botànics com geògrafs (Bolòs, Nuet i Panareda, 1994). Evidentment, aquest conjunt de publicacions aporten una gran quantitat d'informació sobre la distribució dels boscos en distintes parts del territori català.

També des de la geografia s'han desenvolupat alguns treballs que intenten donar una visió general de les característiques dels boscos i de la seva distribució arreu de l'Estat espanyol partint de la diversitat de situacions que comporten la variabilitat climàtica, edafològica, geomorfològica i modificacions antròpiques (Ferrerias i Arozena, 1987); una visió de conjunt que posteriorment altres obres han intentat completar amb la introducció de més elements d'interpretació de caràcter ecològic i amb voluntat d'aprofundir en les relacions existents entre la dimensió vegetal i faunística (Blanco *et al.*, 1997)

Pel que fa als estudis de paisatge, si es té present que aquests sovint són classificats a partir de la dominància de determinats elements en un paisatge (Bolòs, 1992), s'arriba a la ràpida conclusió, tal com s'esmentava abans, que l'element forestal serà primordial en els estudis de caràcter paisatgístic en un país tan boscos com és Catalunya. Això és el que posen de manifest molts dels estudis integrats del paisatge que s'han realitzat aquí (García, 1984; Panareda, 1984; Sabí, 1984)¹.

2.1.4 La gestió de l'espai forestal

L'element de gestió i d'intervenció territorial des d'una perspectiva forestal que més dedicació ha merescut des de la Geografia ha estat la incidència de les repoblacions forestals (Lasanta, 1990). Aquesta és una pràctica que en algunes zones de l'Estat han tingut una influència determinant en la configuració de les característiques actuals del medi natural (Valenzuela, 1973; García-Ruiz, 1976; Arias, 1983; Redondo, 1989; Ortigosa, 1991). Les repoblacions han estat una mena d'intervenció desenvolupada amb la voluntat de restaurar hidrològicament i forestalment extenses àrees, molt sovint amb fort pendent, que havien estat pastures o conreus i que de forma progressiva s'han vist abandonades, en el marc del procés de despoblament rural que s'ha estat produint des de la postguerra. En aquestes circumstàncies les repoblacions fan

un paper preventiu intentant reduir els pics de les crescudes dels rius, disminuir la producció de sediments i a la vegada incrementar el nivell de producció de fusta. Malauradament, les repoblacions desenvolupades des dels anys 40, amb el *Plan General de Repoblación Forestal de España*, que va comportar la repoblació de 3,5 milions d'hectàrees (Castroviejo, García-Dory, Martínez i Prieto, 1985), no han assolit moltes vegades aquests objectius, i encara menys el de millorar i conservar els ecosistemes forestals a partir de l'optimització de les estructures forestals i paisatgístiques (García-Ruiz, 1976; López, 1986; Arnáez, Lasanta, Ortigosa i Ruiz, 1990; Ortigosa, 1990a; Ortigosa, 1991).

Massa sovint les repoblacions s'han realitzat d'una forma homogènia que no té en compte la complexitat de característiques implícites en un mateix territori. Aquesta diversitat de condicionants presents en el territori s'observen posteriorment en la variada resposta geomorfològica i dasomètrica. Així doncs, per millorar l'efectivitat dels objectius implícits en una repoblació caldrà intervenir tenint ben present l'heterogeneïtat de fluxos d'aigua, de topografia, el distint desplaçament i acumulació de nutrients, les reserves hídriques del sòl... Tot plegat ha de comportar, d'acord amb les característiques de cada indret, la utilització d'unes determinades espècies amb unes densitats específiques (García-Ruiz, 1976; García-Ruiz i Ortigosa, 1988; Ortigosa, 1989a; Ortigosa, 1990a; Ortigosa, García-Ruiz i Gil, 1990c; Ortigosa, 1991).

A grans trets, es pot distingir entre les formes convexes que actuen com a àrees de difusió, amb exportació d'aigua i d'elements edàfics i una reducció de la disponibilitat hídrica i de nutrients que redueix el potencial de creixement dels arbres. En canvi, com a contrapartida, els vessants de forma còncava són àrees de recepció, amb un increment de recursos hídrics i nutrients per al desenvolupament forestal. Tot i això, un excés tant d'humitat com de nutrients pot actuar en sentit contrari i ser del tot negatiu. I, finalment, es troben els vessants rectes, que són els que disposen d'un comportament més previsible, amb un increment de la productivitat en relació directa amb la pèrdua de pendent, fruit de la millora de la capacitat d'acumulació de recursos hídrics i de nutrients (Ortigosa, 1989a). A més, hi ha determinats indrets que donades les seves característiques les possibilitats d'èxit són molt petites, i fins i tot hi ha el risc d'empitjorar la situació. Aquest seria el cas, per exemple, de les capçaleres còncaves amb un fort pendent o amb una gran activitat erosiva, les divisòries entre alguns vessants o altres zones amb sòls esquelètics... En aquests espais

¹ Aquesta tradició enllaçaria tanmateix amb un dels darrers punts del proper apartat (*La gestió de l'espai forestal*) dedicat als estudis dels canvis d'usos del sòl.

es pot afavorir la implantació d'altres menes de vegetació que no suposin un salt, amb la successió vegetal que suposa l'intent d'implantar-hi un estadi de caràcter forestal. Aquestes serien unes àrees que podrien portar a terme la funció de tallafocs i afavorir la diversitat paisatgística per tal d'evitar un tipus d'intervencions que moltes vegades s'han acabat convertint en un fracàs, tant des d'un punt de vista econòmic com ecològic. A més dels perills d'incrementar la fragilitat ambiental cal sumar-hi, moltes vegades, unes repoblacions indiscriminades amb coníferes i una reducció de la superfície ocupada per boscos autòctons que ha incidit amb un augment notable del risc potencial que es produeixin incendis forestals (Ortigosa, 1990a; Ortigosa, 1991).

A part del paper preventiu que han intentat jugar les repoblacions i el diferencial de respostes a la diversitat de condicions del medi cal fer un esment especial a les tècniques emprades per a la repoblació, que tenen una incidència directa en la seva evolució. En aquest sentit cal insistir en la necessitat de no utilitzar de manera sistemàtica tècniques molt agressives i que remoguin grans volums de sòl. Així doncs, s'ha comprovat que quan les repoblacions s'han portat a terme a partir de regates o solcs, els resultats han estat més positius que en el cas de les terrasses. Aquest és un fenomen especialment perceptible en aquells indrets amb sòls molt prims, en els quals l'aterrament ha originat una reducció o desaparició del poc sòl existent, acompanyat d'una disminució de la capacitat de retenció d'humitat (Ortigosa, 1989b; Ortigosa, 1990b).

Una altra de les temàtiques tractades des de la geografia, directament relacionada amb el món forestal, ha estat l'estudi dels incendis forestals, amb tres grans menes de contribucions: en primer lloc, l'impacte del foc i la regeneració del bosc; en segon lloc, l'anàlisi de la casuística, la prevenció i l'extinció d'incendis, i en tercer lloc, els SIG i la teledetecció aplicats a la problemàtica dels incendis forestals (Gordi, Pintó i Vila, 1996).

En relació amb l'impacte directe dels incendis forestals s'ha establert una tipologia dels grans tipus de pèrdues que poden originar (Panareda i Nuet, 1986; Panareda, 1993; Nuet i Panareda, 1994): irreperables, socials, econòmiques i ecològiques. Així mateix, i en relació amb els impactes produïts pel foc, s'ha desenvolupat una altra línia de recerca que intenta estudiar els fenòmens erosius afavorits pels incendis forestals. Cal tenir present que el foc acaba comportant una destrucció i pèrdua de sòl que incideix negativament en les condicions que han de permetre la recuperació de la vegetació.

Precisament també s'ha treballat en la recuperació i regeneració de la vegetació després d'un incendi forestal; en aquestes circumstàncies, la variable humitat del sòl té una incidència cabdal. Això explica per exemple la represa molt més ràpida de la vegetació en les obagues que en els solells (Nuet i Panareda, 1988; Nuet i Panareda, 1989). Aquest ritme tan diferent en la regeneració es produeix també segons la mena de forest que ha estat afectada. Aquest fet explica la necessitat d'actuar de forma diferenciada d'acord amb el tipus de bosc en el moment de plantejar hipotètiques intervencions per accelerar el procés de recuperació. Així, en un alzinar no cal tocar res i esperar que rebroti; en canvi, en una pineda es fa indispensable plantar o sembrar donant preferència a les espècies autòctones i intentant remoure el mínim possible el sòl per tal de no afavorir els processos erosius (Panareda i Nuet, 1986).

Respecte a la casuística, es distingeixen el que s'anomenen causes immediates i les causes estructurals. Entre les immediates es diferencien les naturals, les negligències i les d'origen desconegut. En canvi, les estructurals s'expliquen per factors de caràcter socioeconòmic com serien el despoblament rural, la reducció dels aprofitaments forestals o la transformació de les funcions de l'espai forestal amb un increment progressiu del seu paper com a indret de lleure (Gordi i Pintó, 1995; Cerdan, 1993; Gordi, Vila, Albertí, Carrillo i Pous, 1997).

Lligat amb la causalitat, s'ha incidit tanmateix, en el desmentiment de tòpics tan estesos com serien els estius secs, ja que són propis d'un clima mediterrani com el nostre, o els boscos bruts, ja que serà la mateixa dinàmica natural la que amb el temps crearà un ambient més humit i fresc (Panareda i Nuet, 1986).

Pel que fa a l'extinció i prevenció, s'ha treballat a fer notar que s'ha donat més importància a les mesures d'extinció que a les destinades a la prevenció i conscienciació. En aquest sentit s'insisteix en la necessitat d'aprofundir en l'educació ambiental, juntament amb mesures coercitives-prohibitives i un replantejament de la gestió del bosc a partir de les noves funcions que desenvolupa, com seria el paper d'espai de lleure (Cerdan, 1991).

Així mateix darrerament ha vist la llum alguna obra amb voluntat de síntesi, on després de recordar el paper que ha jugat el foc al llarg de la història en la configuració del paisatge s'intenta estudiar de forma global la problemàtica dels incendis forestals en l'actualitat. Tot plegat amb la voluntat de resumir d'una

forma entenedora les característiques del foc, els efectes en el medi natural i rural, les tècniques d'extinció, els processos de regeneració i algunes pautes de gestió i planificació del territori per tal de fer front als grans incendis o incendis en massa que per desgràcia són cada cop més habituals en el món mediterrani (Panareda i Arola, 1999).

En relació amb aquest bloc dedicat als incendis forestals, cal parlar finalment de les aportacions fetes pels geògrafs a partir dels SIG i la teledetecció aplicats a l'estudi dels incendis forestals. Tot i que estan relacionades amb la prevenció i extinció d'incendis, així com en la regeneració de la vegetació, se'ls ha donat una categoria pròpia per l'especificitat metodològica que representen.

La teledetecció, en tant que font per a la captació d'una gran quantitat d'informació, permet pel que fa als incendis forestals la cartografia de combustibles, la detecció de focus d'incendi, anàlisi de l'evolució dels incendis forestals, cartografia d'àrees cremades, així com el seguiment dels processos erosius i de regeneració dels espais cremats (Arbiol, Romeu i Viñas, 1987; Nunes, 1995).

Posteriorment tota aquesta informació pot ser processada aprofitant la capacitat analítica dels SIG, una tasca en què, per al cas dels incendis forestals els geògrafs han treballat en tres línies de recerca: cartografia i avaluació superficial d'àrees cremades, avaluació dels efectes produïts pels incendis forestals en el paisatge i cartografia de risc d'incendi (Salas i Chuvieco, 1992; Salas i Chuvieco, 1994; Salas i Chuvieco, 1995; Chuvieco i Salas, 1996). Tot plegat pot acabar convertint els Sistemes d'Informació Geogràfica en un eina clau per a la planificació i la intervenció en casos d'emergència (Nunes, 1995).

D'altra banda, també s'ha pres en consideració des de la geografia l'estudi dels canvis que en els darrers decennis hi ha hagut en l'economia agrària tradicional, en què el bosc desenvolupava un paper molt important pel que fa a l'organització espacial dels usos del sòl, tot i que amb esquemes d'organització molt diferents segons les peculiaritats pròpies de cada regió natural. A grans trets, es pot dir que el bosc feia el paper d'àrea de reserva per tot un conjunt de funcions complementàries com serien per exemple l'obtenció de llenya, caça o fins i tot com a lloc de reserva per a la possible ampliació de les terres de conreu. A la vegada, aquests espais forestals actuaven com a elements que ajudaven a mantenir el típic paisatge en mosaic (Manzanares, 1987), una diversitat paisatgística i biològica que es fa encara més notable en els espais

montanyosos on altres variables, com serien per exemple l'altitud i orientació, incrementen encara més la varietat vegetal i faunística fins al punt que es parli de les muntanyes com a reserva d'aquests valors (Balcells, 1978).

Els canvis produïts en la realitat econòmica i social ha comportat la simplificació del ric paisatge en mosaic alguns cops per una extensió de la superfície forestal en detriment dels espais de conreu i pastura (Gordi i Vila, 1996). D'altres vegades, per una reducció o desaparició dels fragments de bosc a favor d'altres activitats econòmicament més rendibles (Manzanares, 1987). Tant en un cas com en l'altre, es detecta una progressiva marginalització de l'espai forestal que va perdent bona part de les seves funcions tradicionals i es converteix sovint en un espai de lleure (Gordi, Vila, Albertí, Carrillo i Pous, 1997), i/o es continua primant de forma quasi exclusiva la productivitat de fusta, a més d'una forma moltes vegades ben ineficaç (Gómez, 1991). Aquesta és una situació que mica en mica és vista per l'administració com a negativa, i que és necessari intentar corregir amb instruments de planificació territorial com seria l'elaboració de Plans Forestals que, desenvolupats a escala autonòmica, tenen la intenció d'intentar integrar la diversitat de funcions que ha de desenvolupar el bosc (Jurado, 1991; Puente, 1991).

Així mateix, l'anàlisi dels recursos forestals i la seva explotació ha merescut també l'atenció d'alguns geògrafs, en un intent de superar els treballs purament descriptius referents a les característiques de la distribució dels boscos, les formes d'explotació o de propietat... En aquest sentit, s'ha interpretat el bosc com un fet geogràfic amb repercussions tant de caràcter paisatgístic i geoecològic com socioeconòmic (Querol, 1995), ja que, tot i que el sector forestal té un paper clarament secundari en l'economia estatal, destaca per l'amplitud de les seves repercussions territorials amb unes implicacions ambientals que superen de llarg els beneficis econòmics que aporta. I, per tant, cal treballar per una planificació i un aprofitament racional d'aquests recursos que permetin establir el sempre difícil equilibri entre explotació i conservació (Arnáez, 1984).

En aquesta línia, la constatació d'aquesta diversitat d'implicacions ha desembocat sovint en intents de desenvolupar una visió integradora tant dels aspectes ecogeogràfics com socioeconòmics tenint ben present que el bosc és un ecosistema viu marcat per la complexitat i el dinamisme. En aquest context, cal tornar a recordar que la intervenció antròpica ha estat la principal força en la determinació de la realitat forestal actual. Aquests domini i transformació del territori han desembocat, en el cas dels boscos, en processos de degradació,

roturació de terres, deforestació i degradació de forests. A més, la societat ha jugat sovint el paper d'agent transformador de les condicions potencials amb la introducció d'espècies i la regularització de masses, en un intent d'afavorir unes condicions forestal òptimes per a l'explotació dels recursos fusters que ofereixen els boscos. També cal esmentar que aquestes actuacions sobre el món forestal s'han vist condicionades i modulades per altres variables, com la propietat forestal, i en definitiva pel seu règim de gestió en tant que bosc públic —bosc veïnal, bosc catalogat d'utilitat pública— o bosc privat (Pérez i Romani, 1987; Gutián, 1989; Araque i Domingo, 1991a; Brunet, 1991; Llorente, 1991; Pérez i Romani, 1991; Plaza, 1991; Querol, 1995). A partir d'aquí s'ha analitzat l'explotació del bosc diferenciant, en primer lloc, el que són aprofitaments principals: el sistema d'explotació forestal, el seu valor econòmic, la comercialització de la producció i les indústries de transformació. I, en segon lloc, els aprofitaments secundaris: la llenya, la resina, les pastures, els recursos cinegètics, la recol·lecció de bolets i plantes, i el bosc en tant que espai de lleure (Arnáez, 1984; Araque i Domingo, 1991b; Brunet, 1991; González, 1991; Llorente, 1991; Plaza, 1991; Querol, 1995).

2.2 LA GESTIÓ MULTIFUNCIONAL DELS BOSCOS

La superació de la visió del bosc com un espai dedicat exclusivament a la producció de fusta ha comportat el desenvolupament de la idea de la multifuncionalitat dels boscos. Aquest nou plantejament suposa entendre el bosc des d'una perspectiva més complexa, en el sentit que, a part de ser un espai productor de matèria primera per a la indústria de la fusta, juga també un paper cabdal, tant des d'un punt de vista ambiental, com recreatiu i educatiu. Aquesta percepció més completa i complexa de la realitat forestal ha anat guanyant, mica en mica, adeptes i importància, fins al punt que en l'actualitat no és concebible una gestió racional del bosc que no parteixi d'una visió multifuncional d'aquest. El camí seguit per aquesta nova concepció ha estat llarg, atès que ja en el *VI Congrés Forestal Mundial* que va tenir lloc a Madrid l'any 1966 es va començar a emprar el concepte d'ús múltiple, que amb el pas del temps va acabar donant origen pròpiament al concepte de multifuncionalitat, que inclou de forma tàcita la idea d'un equilibri funcional fonamentat en la possibilitat de combinar de manera complementària les distintes funcions que poden desenvolupar els boscos.

Així doncs, poc a poc aquest plantejament es va anar introduint com un element primordial en molts dels informes que analitzen i plantegen estratègies

ambientals i de desenvolupament a escala planetària. Aquest seria el cas, per exemple, de *Our Common Future*, conegut popularment com *Informe Brundtland*, que va presentar l'any 1987 la *Comissió Mundial pel Medi Ambient i el Desenvolupament* i que afirma literalment: “*Las políticas forestales seguras sólo pueden basarse en un análisis de la capacidad de los bosques y de su subsuelo para desempeñar varias funciones. Tal análisis podría conducir a que se clarearan algunos bosques para cultivos intensivos y otros para pastoreo de ganado; algunos bosques podrían orientarse hacia el aumento de la producción de madera o para el uso agroforestal y otros podrían dejarse intactos para proteger las cuencas, servir de zonas de recreo o para la conservación de las especies.*” (CMMAD, 1988, p. 170)

Aquest concepte de multifuncionalitat va aparèixer combinat després de l'*Informe Brundtland* de forma inexorable i implícita a una altra idea clau com és la de sostenibilitat. En aquest sentit cal recordar la definició del concepte de sostenibilitat forestal definit en la *II Conferència ministerial de Protecció de Boscos* que es va celebrar a Hèlsinki l'any 1993, que ja porta explícita la multifuncionalitat dels boscos: “*la administración y uso de los bosque y tierras forestales de forma e intensidad tales que mantengan su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial para atender, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes a escala local, nacional y global, y que no causan daño a otros ecosistemas*” (Ministerio de Medio Ambiente, 1999b, p. 86).

Poc abans de la celebració de la *Cimera de la Terra* de Rio de Janeiro, en concret l'any 1991, es va publicar una altra estratègia per al desenvolupament sostenible d'importància cabdal anomenada *Cuidem la Terra*. Aquest document, fruit d'una estreta relació entre el PNUMA (Programa de les Nacions Unides pel Medi Ambient) i les dues organitzacions no governamentals més prestigioses en l'àmbit internacional, la UICN (Unió Mundial per a la Conservació de la Natura) i el WWF (Fons Mundial per la Natura), suposava l'aparició d'una Segona Estratègia Mundial per a la Conservació després de la Primera Estratègia que va ser, tal com ja s'ha vist i analitzat, la desenvolupada per Nacions Unides l'any 1987 sota el títol *Our Common Future*, i que es coneix amb el sobrenom d'*Informe Brundtland*. Doncs bé, *Cuidem la Terra* aborda la problemàtica forestal fent un especial esment a la diversitat de funcions que desenvolupen les masses forestals i a la necessitat de ser respectuós amb la seva heterogeneïtat de papers. A part de repassar-se la gran diversitat de funcions que desenvolupen, es valora negativament la inexistència de

polítiques forestals que prenguin en consideració aquest conjunt de facultats inherents al bosc i que cal preservar i millorar en la mesura del que sigui possible: *“Les decisions encertades sobre l’assignació i la gestió de les terres forestals han de basar-se en polítiques forestals correctes. No obstant això, la majoria d’aquestes polítiques són bàsicament de gestió forestal. Poques vegades es concedeix l’atenció deguda als interessos de les comunitats i al gran nombre de sectors —turisme, abastament d’aigües, etc.— que utilitzen els boscos o hi exerceixen alguna influència, o als interessos de manteniment dels sistemes ambientals i de la diversitat biològica.”* (UICN. PNUMA. WWF, 1992, p. 119)

Enfront d’aquestes circumstàncies aquesta estratègia aposta per una política intersectorial que oblige a tenir en consideració tots els valors forestals més enllà de l’extracció de fusta, amb una especial atenció pel que fa als serveis ambientals i a la diversitat biològica a què donen cabuda les forests. Evidentment, aquesta apreciació adequada de tots els valors forestals s’ha de veure acompanyada de la seva respectiva avaluació econòmica. Una avaluació econòmica que ha de permetre valorar d’una forma més objectiva el balanç de costos i beneficis derivats d’una determinada gestió i utilització de les terres de caràcter forestal. El resultat final ha de ser, en primer lloc, l’establiment d’un sistema complet de boscos naturals protegits amb la millor representació de tota la gamma de la diversitat existent de bosc d’una determinada àrea. Aquest s’hauria de destinar de forma exclusiva al manteniment de les funcions ecològiques, la investigació científica, l’educació, la conservació de la diversitat d’espècies i hàbitats, el lleure-turisme i el manteniment de formes tradicionals d’explotació dels recursos del bosc que no procedeixen de forma directa de la fusta. En canvi, a la resta del territori forestal caldria aplicar una política de manteniment i millora dels boscos que garantis un rendiment sostenible de l’extracció de fusta i altres productes amb consonància amb el manteniment dels serveis ambientals, socials, educatius i d’investigació (UICN, PNUMA, WWF, 1992). Tot aquest conjunt de recomanacions han tingut una forta incidència en la redacció de la resta de documents de caràcter internacional, com també en les estratègies forestals estatals o nacionals desenvolupades que reflecteixen d’una forma quasi mimètica bona part d’aquest conjunt de consideracions teòriques.

Tot i això, no va ser fins a la Cimera de Rio de Janeiro que es va estendre i acceptar més en l'àmbit internacional el paper cabdal que juguen els boscos en el manteniment dels processos ecològics, i d'una forma especial en la regulació del cicle hidrològic, el canvi climàtic i la preservació de la biodiversitat. Així, en el mateix preàmbul de la *Declaració de Principis Relatius als Boscos*, un primer document de consens mundial que ha de guiar la política forestal futura dels estats, ja es recull que *"els presents principis obeeixen a l'objectiu rector de contribuir a l'ordenació, la conservació i el desenvolupament sostenible dels boscos i d'adoptar disposicions respecte de llurs funcions i usos múltiples i complementaris"* (CNUMAD, 1993a, p. 16). I més endavant, en l'apartat 2.b, en el qual es fa pròpiament una relació de principis, es manifesta de forma ben clara la necessitat de contemplar tota la diversitat de funcions que haurien d'assumir els boscos: *"Els recursos i les terres forestals haurien d'ésser objecte d'una ordenació sostenible a fi d'atendre les necessitats socials, econòmiques, ecològiques, culturals i espirituals de les generacions presents i futures. Aquestes necessitats es refereixen a productes i serveis forestals, com fusta i productes de la fusta, aigua, aliment, farratge, medicaments, combustible, habitatge, ocupació, esbarjo, hàbitat per a la fauna i la flora, diversitat en el paisatge, magatzems i dipòsits de carboni, i també a altres productes forestals."* (CNUMAD, 1993a, p. 17)

Un altre document a considerar en el marc de l'establiment d'una nova política forestal que integri la diversitat de funcions és el publicat l'any 1996 pel WWF i la UICN sota el títol *Bosques para la vida*. Després de constatar l'existència d'intensos processos de deforestació en els tròpics i una pèrdua global de qualitat de les masses forestals a escala planetària, es planteja la necessitat ineludible de desenvolupar una nova política forestal que permeti detenir i revertir aquest cicle de destrucció i declivi de les forests del globus. En el marc de la pèrdua de qualitat dels boscos destaquen de forma especial les tècniques silvícoles especialment agressives i la substitució dels boscos naturals per plantacions d'espècies foranes. A més del que és pròpiament les pràctiques forestals, es fa un esment especial a altres menes de perturbacions més indirectes, com seria l'efecte de la contaminació atmosfèrica sobre la salut dels arbres, el canvi climàtic o l'atac de plagues i malalties que incideixen directament en la reducció de la qualitat dels boscos, una qualitat que el WWF intenta mesurar a partir de tot un conjunt de variables d'avaluació englobades en tot un grup de criteris com són: autenticitat, salut forestal, beneficis ambientals, beneficis socials i beneficis econòmics. Tal com es pot observar,

doncs, es tracta d'una classificació de criteris que inclou de forma plena la visió multifuncional dels boscos. Per fer front a aquesta situació, el WWF, juntament amb la UICN, proposen, en primer lloc, també l'establiment d'una xarxa d'àrees protegides ecològicament representativa. En segon lloc, una gestió forestal adequada de tipus ambiental, beneficiosa a escala social, i econòmicament viable, fora d'aquestes àrees protegides. En tercer lloc, el desenvolupament i l'aplicació de programes de recuperació forestal adequats en l'àmbit ecològic i social. En quart lloc, una reducció dels perjudicis que els canvis globals estan comportant als boscos amb una reducció dels nivells de contaminació per sota del llindar de deteriorament dels boscos. I en cinquè lloc i últim, una utilització dels béns i serveis forestals de manera que no en perjudiquin la qualitat, i en sintonia amb la capacitat regenerativa del patrimoni forestal (Ibero i Dudley, 1995; Dudley, Guilmour i Jeanrenaud, 1996).

En l'àmbit internacional, cal remarcar també les aportacions que han suposat els informes anuals del *Worldwatch Institute*. Aquests han incidit repetidament en la necessitat d'entendre i valorar els boscos des de tota la seva complexitat i diversitat de funcions, i prenen consciència de la gran varietat de beneficis que aporten a la societat. En aquest sentit cal dir que s'ha insistit sovint en la necessitat de redissenyar l'economia forestal per tal que inclogui, consideri i valori tota aquesta diversitat de serveis que aporten els boscos de manera que se superi la tradicional valoració, fonamentada exclusivament en la producció de fusta. Amb aquesta finalitat s'han començat a endegar campanyes a escala internacional per tal de certificar la fusta produïda de manera sostenible independentment del seu lloc d'origen, i que ha de permetre el manteniment de les peces cabdals de l'estructura ecològica del bosc com serien per exemple la successió de les comunitats vegetals, del cicle de nutrients o la preservació de la diversitat biològica. Tot plegat, en el marc d'una nova silvicultura que ha d'anar evolucionant durant dècades a mesura que es vagi coneixent millor l'extrema complexitat d'interrelacions inherent al funcionament dels ecosistemes forestals, i que haurà d'incloure en el preu de la fusta tots els condicionants d'aquesta nova política forestal realment sostenible i respectuosa amb les múltiples funcions que estandesenvolupant les forests (Thein, 1994). Això és el que alguns autors han anomenat explícitament com la *gestió de la complexitat*, i que ja ha començat a donar els seus primers fruits en els últims anys. En un panorama d'evolució contínua del concepte de gestió sostenible, tot i la definició institucional de Hèlsinki que s'ha vist anteriorment, alguns elements sí que són comuns a la majoria de les definicions. Entre aquests, el primer és la necessitat que es puguin continuar cobrint les necessitats socials,

econòmiques i ecològiques per a les generacions actuals i futures; en definitiva, la sostenibilitat. Amb aquest objectiu es planteja que les tales haurien de seguir el cicle natural dels boscos, més llarg que l'econòmic, i també la necessitat de fomentar una estructura del bosc heterogènia a partir de la diversitat d'espècies, edats i grandàries, a més de la protecció estricta de les zones més sensibles i respectar la presència d'arbres morts (Abramovitz, 1998).

En definitiva, tot plegat suposa l'intent de superar els incentius econòmics que han actuat afavorint el malbaratament i la destrucció de la natura, fruit de menystenir i infravalorar el conjunt de serveis que aquesta ens proporciona, i els boscos són un exemple encara avui en dia realment paradigmàtic d'aquesta tendència (Abramovitz, 1997). A més, cal tenir present que els guanys econòmics immediats que es poden obtenir amb una incompleta i incorrecta explotació forestal acaben afavorint uns pocs privats, mentre que el perjudici econòmic, social i ambiental d'aquestes pràctiques recau en el conjunt de la societat amb una veritable *socialització de costos* (Abramovitz, 1998). En contrapartida cal, tanmateix, que la societat primeri una gestió realment integral de les funcions del bosc, ja que comporta una *socialització de beneficis*, situació que mica en mica algunes noves disciplines com l'economia ecològica intenten anar superant amb el refús a la visió simplista de l'economia clàssica, i a la vegada incorporant una visió a llarg termini fonamentada amb el manteniment dels serveis de la natura, llegeixi's la diversitat de funcions que ens aporten els boscos, més enllà de la nostra generació assegurant també la sostenibilitat per a les generacions futures (Abramovitz, 1997; Abramovitz i Mattoon, 1999). Un dels camps en què s'estan esmerçant més esforços amb aquest objectiu és el de les certificacions forestals, que han de garantir l'adequació de la gestió respecte de les múltiples funcions a partir d'una inspecció i d'una verificació independent. Un pas important en aquesta línia va ser la creació, l'any 1993, del *Forest Stewardship Council* (FSC), també anomenat *Consejo de Manejo Forestal*, que va ser constituït per un grup divers d'organitzacions ambientals, silvicultors, institucions de certificació..., amb la finalitat de validar les certificacions i fer front a possibles confusions o fraus en el camp dels certificats que assegurin una gestió sostenible i respectuosa amb la diversitat de funcions que compleixen els boscos. En aquest sentit cal dir que el FSC contempla com a principis rectors de la gestió forestal l'adequació de tipus ambiental, el benefici a escala social i la viabilitat en l'àmbit econòmic (Elliot, 1995; Abramovitz, 1998). A aquest encara incipient procés de certificació de la fusta per part del FSC, s'hi ha afegit també l'*Organització Internacional per l'Estandardització* (ISO), però amb la peculiaritat que aquesta organització,

tal com és sabut, no està especialitzada de forma exclusiva en els productes forestals, com passa amb la FSC, sinó que vigila la qualitat de milers d'altres productes arreu del món (Garcia, 1997).

Si es canvia d'escala i es vol analitzar la situació en l'àmbit europeu pel que fa a la gestió forestal i a la multifuncionalitat dels boscos, cal fer esment en primer lloc al *Programa de la Comunitat Europea sobre política i acció en relació amb el medi ambient i amb el desenvolupament sostenible*, que va veure la llum l'any 1992, i que reconeix de forma explícita que les forests, a part de ser un espai productor de fusta, satisfà diferents funcions ecològiques i socials. En aquest sentit s'apunta com a objectiu l'optimització en l'ús d'àrees forestals a fi que puguin portar a terme el conjunt de les seves funcions. Entre les actuacions que es preveuen per l'acompliment d'aquest objectiu hi ha l'afavoriment d'una reforestació fonamentada en els arbres de creixement lent i l'establiment de boscos mixtos. Aquestes actuacions han de permetre l'establiment d'una nova relació amb les masses forestals que afavoreixin el paper protector dels boscos, que ha estat tradicionalment molt menystingut, de la qual cosa és un exemple alligador la introducció massiva d'espècies productivistes i l'establiment de masses forestals monoespecífiques (Comissió de la Comunitat Europea, 1992). Aquest programa suposava la revisió i millora del parcial i incomplet Programa d'Acció Forestal de la Comunitat (PAF) que va aprovar el Consell d'Europa l'any 1989, i que contemplava cinc àmbits d'intervenció: forestació de les superfícies agràries, desenvolupament i aprofitament dels boscos en les zones rurals, foment del producte "agrícola" suro, protecció dels boscos contra la contaminació atmosfèrica i els incendis i, a més, assessorament, informació i comunicació (Kallio i Wilms, 1997).

Una menció a part mereix el procés paneuropeu de protecció de boscos que es va iniciar l'any 1990 amb la *I Conferència ministerial de Protecció de Boscos* celebrada a Estrasburg, i que, a partir de tota una sèrie de reunions internacionals d'experts i de ministeris estatals responsables de la gestió forestal, pretén definir les línies generals d'una política sostenible de boscos a Europa, més enllà del que és pròpiament la Unió Europea, com ho posa de manifest la participació de 31 països europeus i de les zones limítrofes. Un dels moments cabdals va ser la *II Conferència ministerial de Protecció de Boscos* que es va celebrar a Hèlsinki l'any 1993, i que va donar origen a una primera definició institucional de gestió forestal sostenible, tal com s'ha vist al començament d'aquest apartat. Entre les iniciatives més interessants que s'han anat proposant, cal remarcar l'intent d'identificar criteris quantificables i

indicadors que permetin avaluar l'evolució de les forests partint d'una concepció netament multifuncional. En definitiva, tots aquests criteris i indicadors han de permetre valorar i conèixer l'evolució tant de la funció productiva com de la protectora i social, objectius que s'han d'assolir a partir de la incorporació de criteris científics a la gestió dels boscos partint de la idea que els ecosistemes forestals són sistemes que es caracteritzen per una extremada complexitat i interrelació d'elements (Prieto, 1996a). Aquesta darrera consideració va ser incorporada en forma de resolució en la *III Conferència Ministerial de Protecció de Boscos*, celebrada a Lisboa l'any 1998. En concret, aquesta resolució reclamava la necessitat de desenvolupar criteris, indicadors i directrius de funcionament per assegurar una gestió sostenible dels boscos (Unió Europea, 1998).

En el mastodòntic estudi *L'Europe et la Forêt*, encarregat pel Parlament Europeu a Eurofor —associació que reuneix organismes d'investigació, formació i gestió forestal—, es va posar de manifest en primer lloc que l'acció comunitària en l'àmbit forestal és fragmentada i massa centrada en el mig termini, fins al punt que no es pot parlar d'una veritable política forestal ni d'una organització institucional capacitada per dissenyar-la (Santos, 1994). D'altra banda, planteja així mateix la necessitat de superar el model productivista de fusta tradicional fonamentat en la idea d'obtenir uns rendiments sostinguts de fusta i la necessitat d'introduir un model de gestió que garanteixi la durabilitat dels beneficis que aporten els boscos; una gestió durable acompanyada del desenvolupament d'un aprofitament de les potencialitats de multifuncionalitat inherents a una forest. Tot plegat ha de portar a una optimització global de les potencialitats d'aquest sistema complex i en permanent evolució que són els boscos, una utilització més racional i completa, que només es podrà dur a terme amb una anàlisi pluridisciplinar de les seves possibilitats (EUROFOR, 1994).

En aquesta línia crítica amb la política forestal que s'ha estat duent a terme en l'àmbit europeu cal remarcar també que l'Informe Thomas (1996) contraposa la necessitat que la futura estratègia forestal de la Unió Europea es fonamenti en l'acceptació de la necessària multifuncionalitat dels boscos per tal de garantir la sostenibilitat ecològica, econòmica i social de les masses forestal del continent, tenint present que en bona part dels casos s'està en el marc de la propietat privada. Tot plegat, amb l'objectiu que es continuïn oferint d'una manera indefinida l'ampli ventall de recursos i serveis que ofereixen les forests. Aquests plantejaments han de comportar un increment dels esforços que es destinen en

l'actualitat a la investigació sobre ecosistemes forestals, la qual cosa ha de permetre alhora una adequada implementació de models reclamats de gestió multifuncional. A més, caldria afegir-hi les actuacions destinades a un augment de la informació i la sensibilització de la població en relació amb les múltiples funcions desenvolupades pel bosc, com també una reorganització institucional i financera de la Comissió Europea que permeti donar la importància que es mereix a la problemàtica dels boscos, sense que quedin diluïdes les competències i dotacions al món forestal per tot el garbuix burocràtic de la Unió Europea (Thomas, 1996). Finalment, el gener de 1997 aquesta proposta va ser aprovada pel Parlament Europeu, cosa que havia de suposar la presentació en el termini de 2 anys d'una proposta legislativa o d'un nou pla d'acció forestal que incorporés les consideracions plantejades per aquest informe, i que suposés una empenta definitiva a l'establiment d'una veritable política forestal d'àmbit europeu respectuosa amb el principi de la multifuncionalitat, i en coordinació amb les polítiques establertes pels diferents estats. Tot plegat hauria d'implicar, en un termini més o menys immediat, l'aplicació de subsidis comunitaris per a la gestió dels boscos mediterranis menys aptes per a la producció, però que en canvi juguen un paper protector i social de primer ordre; una ajuda que hauria de ser vital per facilitar l'establiment d'una veritable política forestal integral en aquestes àrees (Bravo, 1997b).

A més de l'Informe Thomas, al cap de poc temps va veure la llum un nou document que s'afegia a la controvèrsia sobre el present i el futur del món forestal al vell continent a partir d'analitzar la situació, la problemàtica i el potencial dels boscos de la Unió Europea. Aquest va aparèixer en forma de projecte de dictamen de la Secció d'Agricultura i Pesca de la mateixa Unió. L'objectiu d'aquest report era subratllar la importància del sector forestal, tant des d'un punt de vista econòmic com social i ecològic, un paper rellevant que s'explica que cal mantenir a partir d'una gestió i explotació sostenible. Des d'un bon principi s'hi destaca la multiplicitat de funcions que estan desenvolupant els boscos, tant des d'un punt de vista productiu, com protectiu i com a espai de lleure. Evidentment, aquesta multiplicitat de funcions ha de contemplar-se en la gestió de les forests a partir d'aplicar sistemes de gestió que respectin i aconseguixin conciliar d'una forma integral aquesta varietat de funcions, però de tal manera que la rendibilitat econòmica de l'explotació continuï estant garantida. O per altra banda s'apunta la possibilitat d'afavorir una zonificació de les masses forestals de manera que es doni prioritat a una de les funcions en les distintes parts del bosc. Aquestes funcions prioritàries de les diferents masses forestals s'han d'establir a nivell regional o local donada la diversitat de

situacions existents arreu de la Unió, cosa que suposa a la vegada assumir el paper subsidiari que la Unió Europea té pel que fa a la política forestal. Tot plegat, amb l'objectiu final d'afrontar els problemes associats al món dels boscos al continent europeu, entre els quals cal remarcar, entre d'altres, els efectes de la contaminació atmosfèrica, dels incendis forestals, de l'erosió o la pèrdua de diversitat biològica; una problemàtica ben diversa, que requereix sens dubte un increment dels esforços investigadors per tal d'aplicar les polítiques més adequades i més rendibles per fer-hi front; unes mesures que han d'anar acompanyades d'un increment de la consideració del sector forestal en l'àmbit de la Unió, fet que pot permetre, a més, la creació de llocs de treball en el món rural, una mesura positiva davant del preocupant procés del despoblament rural. A més, cal remarcar, pel que fa específicament a la protecció de la biodiversitat, el paper clau que han de desenvolupar els boscos que formin part de la xarxa Natura 2000.² Per acabar s'inclouen les auditories forestals entre les propostes per assolir una gestió realment multifuncional i sostenible dels boscos. Aquestes han de permetre comptabilitzar tota la munió de funcions que desenvolupen les forests i que no són contemplades per la tradicional llei de la demanda i l'oferta, centrada de forma exclusiva en la producció de fusta. Cal una política factible, ja que nombroses experiències arreu d'Europa il·lustren la possibilitat d'aconseguir una producció rendible de fusta que sigui compatible amb la conservació i millora de tota la multiplicitat de funcions que desenvolupen els boscos. La conclusió final a què s'arriba al final d'aquest document és que per coordinar tot aquest conjunt de possibilitats i propostes es fa del tot indispensable arribar a desenvolupar una estratègia forestal de caràcter europeu que prengui en consideració la multifuncionalitat de les masses forestals (Kallio i Willms, 1997).

Tant l'Informe Thomas com el projecte de dictamen elaborat per Kallio i Willms han estat les primeres llavors que han acabat donant com a resultat l'aparició d'una recent comunicació de la Comissió Europea al Consell i al Parlament Europeu, que ha de constituir la base de discussió per a l'aprovació en un futur immediat de la reclamada Estratègia Forestal Europea (Unió Europea, 1998). Aquest informe ha estat, doncs, el primer resultat del compromís que es va adquirir amb l'aprovació de l'Informe Thomas, que ha estat completat pel dictamen Kallio i Willms, tal com ja s'ha comentat anteriorment. En concret,

² És important assenyalar que la voluntat de la Generalitat de Catalunya és que la major part dels espais inclosos en el PEIN passin a formar part de la Xarxa Natura 2000, i per tant molt possiblement els boscos de les Valls d'Hortmoier i Sant Aniol en tant que part d'un dels espais emblemàtics del PEIN (Alta Garrotxa) poden passar a formar part d'aquesta xarxa continental d'espais naturals protegits.

aquest document elaborat per la Comissió Europea contempla de bon principi que l'estratègia forestal de la Unió Europea ha de tenir com un dels seus eixos estructuradors el manteniment i la millora del paper multifuncional dels boscos a partir d'assolir un desenvolupament ecològic, econòmic i social veritablement sostenible que faciliti a la vegada la creació i el manteniment de llocs de treball en les zones rurals. Però no d'una forma homogènia, sinó tenint present la gran diversitat de situacions existents arreu de la Unió Europea i l'aplicació del principi de subsidiarietat, segons el qual els estats són els responsables de la planificació i execució dels programes forestals. Així doncs, les mesures pràctiques s'haurien d'aplicar a partir de programes de caràcter estatal o regional, de manera que l'estratègia europea sigui un document complementari amb vocació de coordinació. Tenint present aquest conjunt de premisses i condicionants, el pla d'acció comunitari preveu, pel que fa a la multifuncionalitat dels boscos, l'establiment d'un sistema europeu d'informació i comunicació forestal (EFICS) que s'ha de convertir en l'element clau per determinar la incidència positiva o negativa de les mesures i els sistemes de gestió que es vagin aplicant o l'evolució i intensitat de les diferents problemàtiques ambientals que afecten a la seva realitat forestal, com serien per exemple els incendis forestals o la contaminació atmosfèrica. Entre les disposicions destinades a millorar alguna de les múltiples funcions dels boscos destaca la intenció de millorar i augmentar la biodiversitat dels boscos a partir d'aplicar una gestió que respecti per exemple els arbres morts presents en el bosc, els diferents microhàbitats que podem trobar-hi o la utilització exclusiva d'espècies autòctones en els casos que no es respecti la regeneració natural. A més, caldria afegir-hi la restauració i la rehabilitació de zones, espècies, poblacions, hàbitats i ecosistemes degradats o les ajudes al manteniment de les àrees amb sistemes silvipastorals que permeten assolir uns nivells de biodiversitat molt alts. Algunes d'aquestes mesures previstes hauran de ser aplicades de forma preferent en les zones protegides que haurien d'acollir les millors mostres de la diversitat dels boscos de les distintes regions de la Unió i convertir-se, a més, en un espai privilegiat per experimentar en la millora dels sistemes de gestió sostenible participativa en el marc de la xarxa ecològica Natura 2000. Tot això s'ha de combinar amb l'afavoriment de la funció de magatzems de diòxid de carboni que han de jugar els boscos europeus per fer front al canvi climàtic. Tot plegat, sense renunciar a un increment de l'aprofitament de la fusta també com a font energètica enfront dels combustibles fòssils, sempre que això sigui possible. Es remarca alhora la necessitat de potenciar la certificació forestal com un element de garantia d'una gestió forestal sostenible, proposta que ha d'anar acompanyada d'una sensibilització dels consumidors de tal manera que

s'afavoreixi en darrer terme la comercialització dels productes certificats (Unió Europea, 1999). També en l'àmbit de la recerca, el cinquè programa marc, un punt de referència de l'estratègia, contempla com a prioritaris els estudis sobre la multifuncionalitat dels boscos, la utilització sostenible i polivalent dels recursos, la diversitat biològica i les estratègies d'adaptació al canvi climàtic. Aquest document va ser aprovat el mes de desembre de 1998 pel Consell de Ministres d'Agricultura, i tot i no aportar gaires novetats pot suposar una millora de la coordinació en temes forestals en l'àmbit europeu i, a més, implica un important reforçament de la idea que cal una gestió forestal fonamentada en els principis de multifuncionalitat i sostenibilitat (Franch, 1999).

Finalment, per tancar les consideracions entorn de l'àmbit europeu, cal parlar de la darrera valoració sobre l'estat dels boscos en aquest continent portada a terme per la WWF. Tal com s'ha comentat amb anterioritat en parlar del document *Bosques para la vida*, de la WWF, aquesta organització ha elaborat tot un conjunt de variables destinades a avaluar la qualitat dels boscos, que posteriorment s'apliquen a diverses parts del planeta per obtenir una radiografia de la situació dels boscos d'aquell territori. La darrera avaluació realitzada fins al moment en l'àmbit europeu és la de 1998, elaborada a partir d'un model on s'introdueixen i ponderen un total de 100 indicadors distints. Aquest treball pretén denunciar les pràctiques silvícoles que no respecten la diversitat de funcions que han de desenvolupar els boscos i a la vegada denunciar l'increment de la superfície forestal que s'ha produït al continent europeu, que no està en sintonia amb un increment de la qualitat dels boscos. Entre els resultats d'aquest estudi cal remarcar de forma especial que l'Estat espanyol ocupa una de les darreres posicions del rànquing, amb un total de 44 punts sobre 100, i que només s'hi situen per sota Bèlgica i Dinamarca. Entre les conclusions per al cas espanyol destaca que tot i existir una superfície protegida important que inclou una part considerable del total de boscos no hi ha una ordenació integrada del territori orientada a la protecció i conservació de la biodiversitat, ni dels principals valors ecològics que acullen aquests boscos protegits. D'altra banda, tot i que el grau de naturalitat de bona part dels ecosistemes forestals és acceptable amb un ús múltiple generalitzat de la majoria de boscos, no hi ha una política forestal per tot l'Estat que en permeti una adequada ordenació dels recursos. A més, es constata la inexistència de restauració d'ecosistemes forestals singulars d'alt valor ecològic com serien els boscos de ribera (Sollander, 1998).

Si se situa l'anàlisi ja de forma exclusiva a escala estatal, el document de referència, encara en procés de discussió i àmpliament reclamat per treballs com el que s'acaba de veure sobre l'avaluació forestal europea o per molts científics relacionats amb el tema forestal (Prieto, 1996b), és l'*Estrategia Forestal Española*, que s'apunta com a objectiu bàsic assegurar una gestió i un aprofitament sostenible de les masses forestals de l'Estat espanyol. En aquest document és molt il·lustratiu que, en l'apartat dedicat als principis bàsics que han d'inspirar la política forestal, la primera paraula que s'ha emprat en el primer subapartat ha estat concretament el concepte de multifuncionalitat, la qual cosa no deixa de ser ben simptomàtic de la importància que se li atorga en l'actualitat, i en el marc d'aquesta estratègia. Entre tota aquesta pluralitat de funcions que cal combinar en els boscos es fa esment, en primer lloc, a les ambientals (regulació del cicle hidrològic, canvi climàtic, preservació de la biodiversitat...) i a continuació a les socials (ocupació, lleure, manteniment de la població en el medi rural...) i econòmiques (producció de fusta i altres aprofitaments, proveïment de matèries primes...). També s'hi explicita que no totes les forests poden desenvolupar amb el mateix grau la funció ambiental, social i econòmica, sinó que cada cas dependrà de les característiques naturals, biòtiques i abiòtiques, de l'ús que se li ha donat al llarg de la història, de la seva localització en relació amb la resta d'espais forestals i de l'estructura de la propietat. D'altra banda, caldrà que les estratègies forestals a escala de comunitat autònoma o de comarca introdueixin en els seus objectius i actuacions els principis de la multifuncionalitat. I no només això, sinó que, posteriorment, a escala inferior, cal que aquests principis impregnin a la vegada els plans i projectes d'ordenació que cal establir a llarg termini, com també plans tècnics de gestió que siguin revisables de forma periòdica (Ministerio de Medio Ambiente, 1999b).

En aquesta línia cal remarcar les estretes relacions existents entre l'*Estrategia Forestal Española* i l'*Estrategia de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad* pel que fa al paper protector dels boscos; una altra estratègia desenvolupada pel mateix ministeri i que és un dels compromisos que adquireixen d'acord amb l'article 6 (*Mesures generals per a la conservació i l'aprofitament sostenible*) del *Conveni sobre la Diversitat Biològica* els estats signants, com és el cas de l'Estat espanyol (CNUMAD, 1993b). Així, es destaquen com a objectius comuns d'ambdues estratègies: garantir una completa i ecològicament adequada representació dels diferents sistemes forestals en les seves distintes etapes de desenvolupament en la xarxa d'espais naturals protegits; adoptar criteris de conservació i ús sostenible de la

diversitat biològica en la gestió de totes les formacions forestals; integrar criteris de conservació i ús sostenible de la diversitat biològica forestal en totes les polítiques sectorials relacionades amb el sector forestal i amb la restauració dels sistemes forestals degradats per tal de retornar-los al major grau de naturalitat possible com a criteri de funcionament ecològic, i finalment garantir el més ampli rang de potencialitat d'ús en aquells boscos que estan sotmesos a una utilització intensiva. Entre les actuacions per a l'assoliment d'aquests objectius comuns destaca la integració en la planificació i gestió forestal del concepte d'ús i funció múltiple per a cadascun dels tipus de boscos o formacions arbrades (Ministerio de Medio Ambiente, 1999a).

Per acabar, cal dir que a escala nacional mereix una atenció especial el *Pla General de Política Forestal* de Catalunya, que és el document de referència i el programa marc que ha de determinar la gestió dels boscos catalans per un període de 10 anys. Aquest Pla és l'instrument bàsic de planejament que defineix la *Llei de forestal de Catalunya* (6/1988 de març), reconeix explícitament el paper multifuncional que desenvolupen els boscs i apunta la necessitat de compatibilització dels distints usos, ja que "*el bosc és producció de fusta però també és paisatge, lleure, conservació de sòls i ecosistemes naturals, depuració d'aire i reserva important d'aigua*" (Generalitat de Catalunya, 1994b, p. 3). En aquest sentit es distingeixen tres grans tipus de funcions en el terreny forestal que van des de la funció ambiental "*pel seu paper en la formació i la conservació dels sòls, la producció d'oxigen, la regulació del cicle de l'aigua, la dispersió i el reciclatge dels contaminants i reserva genètica*", a la social "*per la provisió de serveis per al lleure, pel seu interès cultural i per ésser la base territorial de suport de moltes infraestructures*" i a la productiva "*pel subministrament de matèries primeres i per servir de base territorial a l'obtenció d'altres matèries primeres*". La voluntat de compaginació de les distintes funcions porta a parlar de la necessitat de desenvolupar el que s'anomena una política forestal integral que introdueixi alhora la variabilitat de funcions inherents a les forests (Generalitat de Catalunya, 1994b, p. 6-7).

Tot i que es fa esment al llarg del document que cal una concepció multifuncional dels boscos en llur ordenació i gestió, tal com s'ha observat, no deixa de ser menys cert que la línia mestra de tota la política forestal, segons el Pla, ha de ser l'increment de la producció de fusta. Aquest és l'eix que es preveu per a la rendibilització de l'espai forestal, i la resta de consideracions no deixen de tenir un paper purament complementari i, més que res, testimonial.

Un exemple en aquest sentit seria la inexistent consideració que es té al paper protector en l'apartat dels objectius que apunta l'informe dels preceptes bàsics pel *manteniment, millora i ampliació de les masses forestals*, que es redueix a la realització de reforestacions en terrenys deforestats o de revegetació deficient. Quelcom semblant passa amb la funció social, que només és presa en consideració de forma genèrica. (Generalitat de Catalunya, 1994b, p. 8-10). Tot plegat, unes constatacions que no deixen de ser sorprenents, després de les repetides crides que s'han fet des del món científic a la indispensable implementació d'una gestió forestal que ajudi a millorar l'estructura forestals dels boscos catalans per tal de facilitar el pas de la quantitat a la qualitat (Boada, 1997; Gracia, 1997).

En definitiva, doncs, s'observa com la idea de multifuncionalitat dels boscos ha impregnat, si més no des d'un punt de vista teòric, les propostes de gestió forestal en els documents de referència tant en l'àmbit internacional, europeu, estatal com nacional. Tot plegat, fins a convertir-se en un punt cabdal en les propostes desenvolupades tant per tècnics i responsables del món forestal, com per part dels millors coneixedors de la realitat ambiental de les masses forestals catalanes (Rojas, 1995; Boada, 1997; Gracia, 1997; Terradas, 1997). Però, evidentment, una gestió forestal que respecti la multifuncionalitat de les masses forestal en un territori dominat per la propietat privada ha d'anar acompanyada d'una diversificació de les rendes dels propietaris forestals que la respectin, amb un reconeixement social i econòmic dels múltiples usos i beneficis que aporten els seus boscos a la societat. En definitiva, cal compensar econòmicament els propietaris forestals per la gran quantitat d'externalitats positives que aporten els boscos, uns beneficis que si es valoressin —en un món tan poc productiu com és el mediterrani— estan molt per sobre del valor econòmic del productes que s'obtenen de forma directa dels boscos. En aquesta línia, cal fomentar la progressiva implantació d'una fiscalitat ambiental on s'accepti, a més del principi de "*qui contamina paga*", el de "*qui descontamina cobra*", al qual es podrien afegir d'altres externalitats dels espais forestals, com seria el paper d'espai de lleure o protecció (Rojas, 1995; Rojas, 1997). Aquest és un desig només assumible en el marc del desenvolupament d'una economia ambiental i ambientalitzada que inclogui, tal com molt bé diu Jaume Terradas, "*Una socialització dels costos per la socialització dels beneficis dels boscos*" (Terradas, 1997, p. 9) que acabi donant un valor real i just a tot aquest conjunt de serveis inherents a les forests i que comporti alhora la implementació de models de gestió silvícola respectuosos amb la multifuncionalitat dels boscos. Tot plegat porta a la conclusió que cal esmerçar

molts més esforços per fer possible una veritable política forestal integral que permeti una pervivència de les múltiples funcions que desenvolupen els boscos i que aporten una gran quantitat de beneficis —avui en dia encara ni prou valorats ni considerats— al conjunt de la societat. Així doncs, aquest és un moment clau en què les paraules han de deixar pas als fets, o, tal com algú deia molt il·lustrativament, cal passar de la "sostenibilitat virtual a la sostenibilitat real" (Bravo, 1997a) si es vol gaudir en el futur d'uns boscos que continuïn oferint la seva gran diversitat de serveis. Però, evidentment, aquesta sostenibilitat real no s'ha d'exigir de forma exclusiva al sector forestal, sinó també a la resta de sectors econòmics de la societat.

2.3 PRINCIPALS METODOLOGIES DESENVOLUPADES A L'ESTAT ESPANYOL PER L'ANÀLISI DE LES MASSES FORESTALS

L'objectiu d'aquest apartat és presentar aquelles metodologies d'anàlisi de les masses forestals que s'han desenvolupat darrerament a Espanya i a Catalunya amb l'objectiu de conèixer quines són les seves principals característiques ja que han estat un punt de referència pel plantejament de la pròpia metodologia de treball.

En primer lloc s'ha considerat la metodologia emprada pel *Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza* (ICONA) per desenvolupar l'anomenat *I Inventario Forestal Nacional* dut a terme entre els anys 1965-1974 i que pel cas concret de la província de Girona les dades van ser recollides durant l'any 1970 (ICONA, 1970). Així mateix s'ha examinat en segon lloc la del *II Inventario Forestal Nacional*, també dissenyat per l'ICONA, que s'ha dut a terme entre els anys 1986-95 (ICONA, 1990) i els resultats van ser publicat l'any 1993 (ICONA, 1993). En tercer lloc es fa referència a les primeres informacions existents en relació al *III Inventario Forestal Nacional* que es va començar a dissenyar l'any 1997 i que està previst que estigui acabat l'any 2006 sota la supervisió del Servicio de Inventario Forestal del Ministerio de Medio Ambiente que substitueix en aquesta tasca al desaparegut ICONA (Villanueva, 1998). En quart lloc es troba la metodologia enllestida pel *Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals* (CREAF) per l'elaboració de l'*Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya* (CREAF, 1991). I finalment en cinquè lloc la utilitzada per l'empresa *Enginyeria i Gestió Forestal* per realitzar l'*Estudi de l'Apartat Forestal Relatiu al Pla Específic de l'Alta Garrotxa* (Enginyeria i Gestió Forestal S.A.,

1991). Aquest darrer ha estat considerat pel fet de tractar-se d'un estudi desenvolupat en el marc de l'Alta Garrotxa en una part de la qual focalitza la seva atenció aquesta tesi.

2.2.1 El I Inventario Forestal Nacional.

Les dades del *I Inventario Forestal Nacional* van ser preses entre els anys 1965-1974 i han servit de base estadística fins pràcticament l'actualitat. Pel que fa referència a la província de Girona les dades van ser recollides al llarg de la primavera de 1970, tal com s'ha esmentat abans. Aquest *I Inventario Forestal Nacional* tenia com objectiu fonamental obtenir dades a nivell provincial sobre el nombre d'arbres d'interès forestal, el volum de biomassa aprofitable com a fusta o com a llenya i el creixement anual d'aquest volum de fusta útil.

Pel desenvolupament de l'inventari primerament es va classificar la superfície provincial en funció de l'ús i d'aquesta manera es distingia entre:

1. *Bosque*: Formació vegetal dominada per espècies forestals arbòries amb un recobriment igual o superior al 10% i amb una extensió superior a 4 ha.
2. *Bosquete*: Característiques iguals que el bosc però superfície inferior a les 4 ha.
3. *Matorral, pastizal*: Quan està recobert per espècies espontànies no arbòries.
4. *Cultivo*.
5. *Improductiu*.
6. *Agua*.

Posteriorment es classificava en funció de la seva propietat i règim forestal. En aquest cas es diferenciava entre:

1. *Montes del Estado*.
2. *Montes consorciados con el patrimonio forestal del estado*.
3. *Montes de utilidad pública no consorciados*.
4. *Montes de régimen privado no consorciados*.

Així mateix es catalogaven les àrees considerades *bosque* o *bosquete* com:

1. *Monte alto*.
2. *Monte medio*.
3. *Riberas*.

4. *Monte hueco o adehesado.*

5. *Monte bajo.*

6. *Repoblaciones.*

Tanmateix en les zones classificades com *bosque* o *bosquete* es catalogaven segons espècie dominant i densitat. En el cas de la densitat es distingia entre:

1. *Pobre*: Entre un 10% i un 39%.

2. *Media*: Entre un 40% i un 69%.

3. *Alta*: Entre un 70 i un 100%.

Finalment també es realitzava una classificació altitudinal del territori de 400 metres en 400 metres.

En el moment de recollir les dades sobre existències de fusta i llenya s'empraven classes diamètriques de 5 cm. (5, 10, 15...) agafant com a valor central el mateix 5, 10, 15, 20... En aquest sentit cal dir que es considerava com a diàmetre aprofitable com a fusta a partir de 7,5 cm. I s'acabaven diferenciant quatre categories diamètriques:

1. *Discrecional*: De la classe diamètrica 5 a la 15.

2. *Delgada*: De la classe diamètrica 20 a la 30.

3. *Media*: De la classe diamètrica 35 a la 45.

4. *Gruesa*: Classe diamètrica 50 i superiors.

Per la definició i localització de les parcel·les que s'havien de mostrejar es van utilitzar les fotografies aèries corresponents al vol americà desenvolupat entre 1956-57 a una escala aproximada de 1:30.000.

En relació el que és pròpiament el mostreig terrestre es van distribuir les parcel·les homogèniament sobre la superfície arbrada, en concret un total de 1.123 parcel·les de 8 metres d'amplada, el que va suposar una intensitat de mostreig de 1 parcel·la per cada 283,71 ha. En cadascuna d'aquestes parcel·les es realitzava un càlcul d'existències anotant de cada peu tot un seguit de variables entre les que destaca classe diamètrica, alçada i espècie. Cal dir que es diferencia entre el que s'anomenen *pies menores* que són tots aquells situats entre la classe diamètrica 5-15, i *pies mayores* que són tots els de classe diamètrica 20 i superior. D'aquest últims es discriminava també si es tractava d'un arbre *bueno* (vigorós i ben format), *corriente* (sense defectes de conformació), *defectuoso* (mala conformació) i *podrido* (arbre foradat o podrit en més d'un 50% de la fusta) (ICONA, 1970, pp. 1-8).

2.2.2 El II Inventario Forestal Nacional.

A mitjans dels anys 80 l'Administració central va decidir que era necessària l'elaboració d'un nou inventari forestal donat els anys que havien transcorregut des del començament del primer i les importants modificacions constatades en els darrers anys en el món forestal, com serien per exemple els incendis o las repoblacions . Amb aquesta finalitat es va encarregar al *Servicio de Inventarios Forestales* del *Instituto para la Conservación de la Naturaleza* (ICONA) dependent del *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca* (MAPA) el disseny, execució i control del *Segundo Inventario Forestal Nacional* (IFN2) desenvolupat entre 1986 i 1995 i amb la voluntat que es repeteixi cada 10 anys. Cal fer un esment especial a la crítica que fa el director d'aquest projecte, el Dr. Ramón Villaescusa Sans, en la presentació del volum de resultats de la província de Girona a la manca de col·laboració entre els distints organismes de l'Estat espanyol i el CREAM en tant que promotor de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Una manca d'entesa que, tot i els objectius sensiblement distints dels dos projectes, ha suposat sens dubte una duplicació d'esforços i ha impedit tanmateix un enriquiment mutu d'ambdós projectes (ICONA, 1993, p.37).

Els objectius principals del *Segundo Inventario Forestal Nacional* eren dos:

1. Proporcionar una informació actualitzada per satisfer les demandes de tipus estadístic de l'estat espanyol i de la Comunitat Europea.
2. Constituir una base de fàcil accés per ajudar a la planificació i gestió dels recursos forestals a nivell provincial, autonòmic i estatal.

Com a principal base cartogràfica es va utilitzar el *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos* a escala 1:50.000 que va començar la *Dirección General de Producción Agraria* del MAPA l'any 1974. Aquests mapes presenten delimitades i classificades les superfícies forestals a partir dels següents usos del sòl: *Forestal arbolada, Forestal desarbolada, Cultivos, Improductivo natural, Improductivo artificial y Aguas.*

Es va considerar com superfície forestal arbrada, objectiu del IFP2, aquella amb una cobertura arbòria superior al 5%. Aquesta va ser classificada en funció de 8 paràmetres (ICONA, 1990, P 10):

1. Propiedad

Montes del Estado.

Montes de U. P. sin consorcio.

Montes de U. P. con consorcio.

Montes de libre disposición con consorcio.

Montes particulares con consorcio.

Montes particulares sin consorcio.

Montes de otras pertenencias.

2. Área protegida

Parque nacional.

Parque natural.

Paraje natural de interés nacional.

Reserva integral.

Reserva natural integral.

Reserva natural parcial.

Área natural d'especial interés.

Reserva natural.

Área natural recreativa.

Enclave natural.

Paraje natural de la comunidad

Parque regional

Reserva nacional de caza

Reserva biológica nacional

Sitio natural de interés nacional

3. Altitud

De 0 a 99 m.

De 100 a 199 m.

De 200 a 299 m.

De 300 a 399 m.

etcétera.

- | | |
|---|--|
| 4. Pendiente | <i>Del 0 al 3%.
Del 3 al 12%
Del 12 al 20%
Del 20 al 35%
>35%</i> |
| 5. Estado de la masa | <i>Repoblado.
Monte bravo-repoblado.
Monte bravo.
Latizal-monte bravo
Latizal.
Fustal-Latizal.
Fustal.</i> |
| 6. Especie (amb una clau especial) | |
| 7. Ocupación | <i>Proporción sobre el total de especies que ocupa la considerada con un mínimo del 10%.</i> |
| 8. Fracción de cabida de cubierta | <i>5, 10, 15, 20,....., 95, 100%</i> |

Aquesta informació va ser digitalitzada constituint una part essencial del *Sistema de Información Forestal Nacional (SINFONA)* que ha desenvolupat ICONA i que utilitza com a suport lògic ARC/INFO, i que ha de permetre en el futur una actualització progressiva de les dades.

L'estimació dels paràmetres objecte d'estudi es va fer a partir d'una sèrie de parcel·les de mostreig que el tractar-se d'un inventari continu es preparaven perquè fossin permanents i es poguessin repetir successivament. Amb aquest objectiu es va deixar clavada i enterrada una barra de ferro en el punt central de la parcel·la perquè en el futur pugui ser fàcilment localitzable a partir de la cartografia i un detector de metalls.

En funció de les necessitat d'informació i els principis de la teoria estadística es van adoptar com a punts de mostreig el vèrtex de la malla quilomètrica de les coordenades UTM que estan dintre de la zona classificada com arbrada. Així doncs es tractava d'un repartiment sistemàtic, aleatori i amb una intensitat de mostreig de generalment una parcel·la per km², generalment. És important destacar que a vegades la intensitat de mostreig va ser inferior, per exemple quan la forma atzarosa de la superfície forestal no coincideix prou amb els vèrtex de la malla quilomètrica com per tenir una intensitat d'una parcel·la per km². En total es considera que amb aquestes característiques estadístiques es pot obtenir un error relatiu en la estimació total de fusta de menys del 10% amb un coeficient de confiança del 95% (ICONA, 1990).

Tant pel desenvolupament del treball de camp, com per l'actualització de la cartografia van ser emprades les fotografies aèries del *Vuelo General de España* corresponents a aquesta província i que van ser realitzades entre els anys 1984-86 a una escala de 1:30.000 (ICONA, 1993).

En alguns casos podien haver-hi dubtes a l'entorn de la localització exacta de la parcel·la. Si el problema era que en el punt determinat existia un accident geogràfic artificial (talús, pista, carretera...) es desplaçava la parcel·la el mínim per deixar-lo fora. En canvi si es tractava d'una cinglera o un lloc molt abrupte no es desplaçava el centre i les dades que no es podien prendre per medició s'estimaven a partir de l'observació.

Una de les característiques diferencials de les parcel·les dissenyades pel IFN2 és la seva dimensió variable en funció del paràmetre que s'estava estudiant. En concret constaven de 4 circumferències concèntriques. En la de radi 5 metres es calculava els diàmetres dels troncs, el diàmetre de la capçada i l'alçada; així mateix s'analitzava la regeneració de les espècies forestals en funció de si era nul·la, escassa (entre 1-4 plàntules), normal (entre 5-15 plàntules) o abundant (+15 plàntules). En la de radi 10 metres es prenia nota de les espècies arbustives existents. En la de 25 metres s'estudiava la litologia del terreny. I finalment en la de 60 metres de radi s'anoten les manifestacions erosives que es poguessin determinar. Apart s'enregistraven dades puntuals de l'espès d'humus, líquens, molsa, fullaraca i així com també de les característiques edafològiques (ICONA, 1990).

2.2.3 El III Inventario Forestal Nacional.

Aquest III Inventario Forestal Nacional ha començat tot just a desenvolupar-se al llarg de l'any 1997, i es vol que estigui acabat l'any 2006. Tot plegat amb la voluntat d'integrar en el seu disseny una visió més completa del paper que han de jugar els espais forestals en el futur. Així doncs cal remarcar que per exemple de la necessitat de fer un inventari dels sistemes forestals en el que s'incorporin indicadors tant dels aspectes productius, com protectors i recreatius (Villanueva, 1998). Així doncs aquest III Inventario Forestal Nacional estaria més en la línia dels plantejaments que es presenten al llarg d'aquest estudi.

Ara com ara s'ha començat, com és lògic, per definir tot un conjunt d'objectius generals:

1. Subministrar informació estadística homogènia i comparable sobre l'estat i evolució dels boscos de l'estat espanyol.
2. Servir com instrument de coordinació de les polítiques forestals i de conservació de la natura de les Comunitats Autònomes i l'estat.
3. Construir un sistema de informació de fàcil accés que possibiliti l'educació i la participació ciutadana.
4. Convertir-se en un element de la xarxa europea d'informació i comunicació forestal i mediambiental (Banc de dades de l'Agència Europea de Medi Ambient...).
5. Estudiar l'evolució dels boscos comparant les parcel·les repetides en el II Inventario Forestal Nacional i el III Inventario Forestal Nacional (creixements, mortalitats, aprofitaments, canvis...)

Per altra banda aquest conjunt d'objectius generals venen completats per tot una sèrie d'objectius específics i complementaris que perfilen una mica més els propòsits implícits en aquest III Inventario Forestal Nacional:

1. Classificar la superfície per usos, espècies dominants, règims de propietat i règims de protecció.
2. Quantificar estadísticament les existències a partir del nombre de peus, l'àrea basimètrica, el volum de fusta aprofitable...
3. Proporcionar indicadors per interpretar estadísticament la regeneració, la fauna i la flora singulars, el clima, la fisiografia i el sòl.
4. Avaluar la productivitat del biòtop i la fragilitat del paisatge.
5. Conèixer aspectes relacionats amb l'erosió, els incendis, l'estat fitosanitari i la silvicultura.
6. Analitzar l'economia i l'ocupació del sector forestal així com les infraestructures viàries i equipaments per la gestió dels boscos.
7. Realitzar una valoració econòmica dels aspectes productius, recreatius i ecològics dels sistemes forestals.

Quantificar els creixements, la mortalitat, els aprofitaments, els canvis en els arbres i les espècies i en definitiva l'evolució en general dels boscos de l'estat.

2.2.4 L'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

El projecte d'*Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya* nasqué com a resultat d'un encàrrec fet pel Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP) al Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) a mitjans de 1988 i els estudis preliminars s'iniciaren a finals d'aquell mateix any.

Amb aquest treball es pretenia assumir tres grans objectius (CREAF, 1991, p. 8):

1. Realització d'un banc de dades complet sobre existències, biomassa i producció de les espècies forestals representatives del nostre país.
2. Obtenció d'informació de tipus ecològic per una millor comprensió del funcionament global de l'ecosistema forestal.
3. Configuració de les dades de base que han de permetre la modelització de determinats processos o intervencions.

Tot plegat amb la finalitat de disposar de dades actualitzades sobre l'estat i dinàmica dels boscos que permetin una planificació global de la política forestal catalana assolint un equilibri entre les activitats productives, les de caire social i la conservació del medi natural.

S'addueix la seva necessitat pel fet que les úniques dades disponibles eren les del *Primer Inventario Forestal Nacional* van ser presses entre l'any 1970 i 1972 i que havien perdut la seva validesa amb els 20 anys transcorreguts. En cap moment es fa referència al *Segundo Inventario Forestal Nacional* que s'havia començat elaborar l'any 1986.

A nivell metodològic es destaca en primer terme que és un inventari desenvolupat a partir de la normativa específica de la Comunitat Europea però presentant al mateix temps algunes innovacions i aspectes complementaris entre els que destaquen els càlculs i estimacions elaborats sobre radiació incident, índex foliar i quantitat de nutrients.

El mostreig es va desenvolupar a partir de dos nivells d'intensitat. En primer lloc les estacions que s'anomenen parcel·les d'on s'obtenia informació de totes les

variables considerades. I en segon lloc les estacions anomenades punts d'on es determinava la variabilitat d'alguns dels paràmetres analitzats a les parcel·les, en concret topografia de l'estació, demografia de la població, increment en gruix del tronc de l'arbre en els darrers 5 anys i l'alçada dels arbres.

A partir de l'experiència acumulada i projectes similars es va considerar com adequat mostrejar al voltant de dues estacions del tipus parcel·la cada 10 km² i un estació del tipus punt per cada km² de superfície forestada. Són considerades com a superfícies forestades o arbrades aquelles que com a mínim disposaven de 40 peus de cinc o mes cm. de diàmetre normal (DBH) per hectàrea.

Per determinar la quantitat de superfície forestada i d'estacions a mostrejar es va utilitzar la fotografia aèria, ortofotomapes i cartografia de suport. Les fotografies aèries emprades van ser les dels vols més recents i concretament a escala: 1:18.000, 1:22.000 i 1:30.000. Les ortofotomapes corresponents publicades a escala 1:5.000 per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) i de forma auxiliar els ortofotomapes a escala 1:50.000 publicats pel mateix òrgan. La cartografia més abastament emprada va ser la sèrie L, d'escala 1:50.000, editada pel Servicio Cartográfico del Ejército, donat que era la sèrie de més gran escala que inclou tota Catalunya. Allà on fou possible, es feren servir també els mapes a escala 1:25.000 de l'Instituto Geográfico Nacional (IGN).

A partir d'una quadrícula que representa una extensió d'una hectàrea es va determinar quina era la superfície forestada amb observació a l'estereoscopi. En el cas de les fotografies aèries es van definir cinc situacions diferents de recobriment: 0%, 25%, 50%, 75% i 100%; i en el cas dels ortofotomapes tres: 0%, 50% i 100%.

Un cop determinada la superfície forestada se'ls hi assigna el número d'estacions corresponents partint del principi que cal una estació parcel·la per cada 4 estacions punt aproximadament. La xarxa quadrículada d'una hectàrea de superfície es va fer servir com sistema de coordenades per distribuir les estacions i un programa de números aleatoris permetia situar totes les estacions dins la xarxa. Apart també es determinen tot un conjunt d'estacions reserva per substituir qualsevol estació que per algun motiu no es pugues inventariar. Alguna vegada es podia donar el cas que el punt o la parcel·la s'hagués de desplaçar uns metres, per exemple quan coincidia amb el talús

d'una carretera, el marge d'un conreu o al mig d'una pista forestal. Llavors es desplaçava els metres necessaris per tal que quedés dins el bosc.

Tant en el cas de les parcel·les com dels punts l'estació era, generalment, de 10 metres de radi que es definia a partir d'un arbre central o també anomenat arbre número 1 (CREAF, 1991).

Un punt apart mereix la creació d'una extensa base de dades amb els principals paràmetres ecològics i forestals dels boscos de Catalunya en el marc del *Sistema d'Informació dels Boscos de Catalunya*. (SIBosC). A més a més s'han ideat dos programes, MiraBosc i Miramón, per fer més fàcil la gestió, anàlisi i actualització de tota aquesta informació (CREAF, 1997; CREA, 1998), tal com es recull de forma més detallada en l'apartat 2.4 dedicat al paper dels Sistemes d'Informació Geogràfica en la planificació forestal.

2.2.5 L'Estudi de l'Apartat Forestal relatiu al Pla Específic de l'Alta Garrotxa.

Aquest estudi, tal com molt bé aclareix el títol, es redactà per concretar l'*Apartat Forestal relatiu al Pla Específic de l'Alta Garrotxa*. El Pla Específic de l'Alta Garrotxa va néixer com un document complementari del Pla Comarcal de Muntanya per tal de dotar aquest territori d'un tractament més adequat als seus particulars problemes: progressiu despoblament, importants dèficits infraestructurals, infrautilització de recursos i necessitat de dotar de protecció als àmbits amb major fragilitat i vulnerabilitat.

La finalitat de l'*Estudi de l'Apartat Forestal* (Enginyeria i Gestió Forestal S.A., 1991) era analitzar l'estat de les àrees forestals situades dins de l'àmbit de l'Alta Garrotxa. Tot plegat amb l'objectiu d'avaluar-ne el seu estat silvícola, la distribució de les diferents tipologies forestals, la seva productivitat i rendibilitat actual així com les seves potencialitats futures d'acord amb una gestió i un pla d'inversions definit.

Metodològicament en primer lloc es va dividir l'Alta Garrotxa amb criteris fisiogràfics agafant com a base les subconques hidrogràfiques que eren el punt de referència per la recollida i anàlisi de les dades.

L'inventari forestal partia d'un mostreig sistemàtic fonamentat en la retícula UTM d'un quilòmetre quadrat. I es van adoptar com a punts d'inventari les zones més representatives al voltant del vèrtex d'intersecció de la quadrícula UTM. Aquests indrets considerats més adequats varen ser seleccionats sota el criteri de l'enginyer en cap. En concret es varen emprar parcel·les quadrades de 20 metres de costat, el que representava una superfície de 400 m², amb un dels seus eixos perpendicular al pendent màxim i l'altre en direcció al pendent i corregit de manera que la superfície útil de la parcel·la correspongués a la projectada sobre el pla.

A la presentació del treball es plantejava la necessitat de realitzar un total de 356 parcel·les pels 356 km² considerats pel Pla Específic de l'Alta Garrotxa. En total doncs 142.000 m² que representen un 0,04% de la superfície total. Aquest percentatge es considerava escàs però útil com aproximació a les característiques de les masses forestals. En realitat l'inventari es va efectuar, exclusivament, en zones on la cobertura de la vegetació arbòria era superior al 20%. Amb aquestes característiques de recobriment es van trobar un total de 31.970 ha en l'àrea considerada, el que representava per tant un total aproximat real de 320 parcel·les, 128.000 m² i un 0,035% de la superfície total, mantenint-se el 0,04% en relació a la superfície forestal. Cal remarcar tanmateix que no es fa referència a si es va utilitzar cartografia o fotografies aèries per la determinació dels distints punts de mostreig.

Finalment es remarcava que com a dades de cubicatge s'havien pres les del *Inventario Forestal Nacional*. Les úniques existents en aquell moment per poder desenvolupar els càlculs pertinents a partir d'un mostreig com el descrit en un territori d'aquestes magnituds (Enginyeria i Gestió Forestal S.A., 1991).

2.4 EL PAPER DELS S.I.G. EN LA PLANIFICACIÓ FORESTAL.

El paper dels SIG en la planificació forestal s'ha desenvolupat sempre a partir de dues grans línies, en primer lloc a escala de gestió i control d'inventaris forestals, i en segon lloc en l'anàlisi, modelització i previsió per donar suport a determinades actuacions. Aquesta és una divisió temàtica en què els límits no són sempre clars, ja que en alguns casos s'han realitzat projectes de gestió i control d'inventaris que inclouen anàlisi, modelització i previsió. Cal remarcar, a més, el destacat paper que ha tingut, i que cada vegada té més, la informació recollida per part dels sensors remots que, sens dubte, s'anirà reforçant a mesura que en millori la sensibilitat per recollir dades d'una forma cada cop més detallada i precisa (McKendry *et al.*, 1995).

La vinculació entre SIG i planificació forestal ha estat sempre molt directa, fins al punt que el primer SIG que es va crear tenia la finalitat de gestionar dades dels inventaris forestals i millorar la gestió de determinades masses forestals, tant des d'una perspectiva econòmica com ecològica. Aquest primer SIG va ser desenvolupat al Canadà i va rebre el nom de CGIS. Posteriorment, amb una experiència semblant, el Servei Forestal dels Estats Units en va elaborar un de propi conegut com el MIDAS (Gutiérrez i Gould, 1994). Aquesta és una metodologia cada cop més estesa, fruit de les facilitats de gestió que suposa disposar d'un SIG amb totes les dades obtingudes dels inventaris forestals, i en aquests països amb més tradició, com el Canadà i els Estats Units, la seva utilització és habitual a distintes escales territorials (Hengyi, 1991). Darrerament, i amb l'ajuda dels sensors remots, es comença a fer fins i tot l'anàlisi de l'estructura forestal dels boscos sense necessitat d'haver de dur a terme un treball de camp tan feixuc i costós com ha estat fins ara el cas dels inventaris forestals tradicionals (Kimes *et al.*, 1996; White, 1997).

En el cas de Catalunya, tenim també una experiència d'utilització de Sistemes d'Informació Geogràfica aplicat a la gestió i anàlisi de la informació de camp provinent de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya, que compta amb una extensa base de dades amb els principals paràmetres ecològics i forestals dels boscos catalans. En concret, aquest SIG rep el nom de *Sistema d'Informació dels Boscos de Catalunya* (SIBosC), i permet realitzar consultes personalitzades sobre les cobertes forestals del sòl, espècies presents, distribució de classes diamètriques, volum, producció, edat, creixement,

contingut de nutrients, entre d'altres. Aquesta informació està disponible bé pel conjunt de Catalunya, bé per una comarca o conjunt de comarques, bé d'un o més municipis, o també d'àrees territorials definides com ara espais del PEIN, parcs naturals, finques o zones cremades. A més, tot plegat complementat amb la possibilitat d'elaborar tota una variada cartografia forestal. El nivell de detall amb què s'ha elaborat aquesta base cartogràfica digital fa possible la realització de mapes fins i tot a escala de municipi o de finca. A partir de totes les dades que recull, es pot elaborar una altra mena de cartografia complementària, com són per exemple models de combustible i d'inflamabilitat de gran utilitat per planificar la prevenció i extinció d'incendis forestals.

Per tal de facilitar la gestió, anàlisi i actualització de tota aquesta informació s'han ideat dos programes: MiraBosc i MiraMon. El programa MiraBosc és un paquet integrat de funcions que possibilita la selecció d'un conjunt d'estacions de mostreig segons l'espècie, les variables geogràfiques, topogràfiques, els límits administratius... Aquestes dades poden ser consultades des de les estacions seleccionades per espècies i abundàncies relatives en forma estadística i gràfica. L'anàlisi dels resultats pot facilitar respostes a una gran quantitat de qüestions sobre les propietats de les masses forestals escollides. D'altra banda, el programa MiraMon és un SIG que funciona sota entorn Windows i permet treballar amb una àmplia varietat de cartografia i dades, com ara mapes temàtics i topogràfics, ortofotos, imatges satèl·lit, models digitals del terreny, taules alfanumèriques... A més, es poden realitzar seleccions a nivell de *zoom*, localitzar àrees que compleixen una o més condicions i fins i tot digitalitzar en pantalla noves capes d'informació que ens permetin actualitzar o complementar l'existent (CREAF, 1997). Aquest SIG és el que s'ha utilitzat per desenvolupar el Projecte Volcà al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, amb l'objectiu de dotar aquest espai protegit d'una eina efectiva per a la seva gestió que faciliti tractar d'una forma ràpida un gran volum d'informació, variable en l'espai i en el temps. Entre els distints mòduls en què s'estructura per donar respostes a les necessitats d'aquest ens, n'hi ha un dedicat de forma específica a la gestió de l'inventari forestal del parc (CREAF, 1998).

En aquesta mateixa línia destaquen altres menes d'inventaris realitzats sobre l'estat, el recobriment i l'evolució de la superfície forestal en distintes parts del planeta. En aquest sentit, mereixen un esment especial els estudis realitzats per determinar la situació i l'evolució dels processos de deforestació de la selva tropical (Sader, 1995; Sudhakar *et al.*, 1996). Així mateix s'han elaborat diferents experiències vinculades a l'anàlisi de determinats processos que

afecten a la salut dels boscos, com seria per exemple la incidència de la pluja àcida envers els boscos del centre d'Europa (Ekstrand, 1996) o el seguiment de l'evolució de determinades plagues, com s'ha fet al Canadà i en alguns altres països (Landauer, 1989; Zawila, 1989; Collins i Woodcok, 1996). Tots aquests processos poden ser determinats a partir de la valoració de l'estat de la coberta forestal partint de variables tan significatives com la defoliació. En aquests casos, la informació recollida i introduïda posteriorment en un SIG ha estat, tanmateix, aconseguida de forma majoritària a partir d'imatges satèl·lit (Sader, Stone i Joyce, 1990; Carneiro, 1991; White, 1997).

A Catalunya també hi ha algun assaig desenvolupat per part del CREAM en el camp de les imatges satèl·lit i els sensors remots. Així, s'ha aconseguit obtenir algunes dades forestals com biomassa, àrea basal o recobriment a partir del sensor remot aerotransportat CASI (*Compact Airborne Spectrographic Imager*) i dels sensors TM (*Thematic Mapper*) i MSS (*Multispectral Scanner*) dels satèl·lits Landsat. La informació obtinguda per aquests sensors s'ha intentat validar amb l'elevat nombre de dades de camp de què disposa el CREAM a partir de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Els resultats apunten cap a una baixa fiabilitat dels sensor de satèl·lit. En canvi, les dades recollides pel sensor aerotransportat són esperançadores cara a un futur pròxim; tot i això, els fruits de les proves tampoc no han estat tan bons com s'hauria desitjat. Una mica com a contrapartida per intentar fer front a aquestes dificultats, el mateix CREAM està col·laborant amb l'INSA (*Ingeniería y Servicios Aeroespaciales*) i amb l'INTA (*Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales*), dins del marc del projecte FOS (*Forestry Observing System*) de l'ESA (*European Spatial Agency*) per tal de dissenyar els nous sensors pensats de manera específica per a l'observació forestal (CREAM, 1998; Salvador i Pons, 1998). A més, s'han desenvolupat metodologies per millorar la utilització de les imatges de satèl·lit existents a partir d'aplicar-hi les correccions geomètriques i radiomètriques adients. En definitiva, es tracta de poder esmenar les deformacions geomètriques en la captació de les imatges que són degudes a la rotació de la terra, la seva curvatura i el seu relleu. I, d'altra banda, convertir les dades captades pels sensors en informació interpretable superant, en la mesura del possible, els condicionants que representen la il·luminació solar, el relleu o l'estat de l'atmosfera (CREAM, 1998).

En el camp de l'anàlisi, la modelització i la previsió, una de les temàtiques en què més s'ha utilitzat el SIG ha estat en la prevenció i l'estudi de la difusió dels incendis forestals. En aquest sentit, s'han desenvolupat distints models destinats a determinar el perill potencial d'inici d'un incendi forestal, com també les pautes de propagació del foc un cop l'incendi ja és una realitat (Chou, 1990; Salas i Chuvieco, 1992; Salas i Chuvieco, 1995; Chuvieco i Salas, 1996). En el cas concret de Catalunya, s'ha desenvolupat algun model en aquesta línia, com seria per al cas de les Alberes (Canyameres, 1997). Així mateix, com s'ha començat a explicar anteriorment, el Sistema d'Informació dels Boscos de Catalunya (SiBosc) facilita l'elaboració de mapes de models de combustible i inflamabilitat a partir de l'anàlisi de l'estructura i la composició de la vegetació i agafant com a punt de referència la base de dades de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Els models de combustible ens informen sobre la forma de propagació dels incendis un cop iniciats i els models d'inflamabilitat, que són índexs relacionats amb la probabilitat d'inici de focs en zones forestals (CREAF, 1997). En aquest sentit, cal dir que des de l'any 1994, i per encàrrec del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat (DARP), el CREAM està duent a terme aquests mapes sobre totes les zones arbrades de Catalunya, a escala 1:100.000. (CREAF, 1998).

Tal vegada els SIG poden servir per modelitzar quines són les àrees més interessants per portar a terme processos de reforestació de determinades espècies d'acord amb les seves limitacions biològiques (Booth, 1990). Així, per exemple, es poden determinar àrees potencials de distribució d'espècies a partir de variables com pendent, orientació, elevació, règim de pluges, règim de temperatures... Evidentment, el model es pot dissenyar d'una manera més o menys complexa segons la quantitat d'informació de què es disposi. En aquesta mateixa línia se situarien els models que intenten localitzar les àrees amb un potencial de productivitat superior combinant per exemple el valor de la fusta de l'espècie dominant en cada territori amb d'altres variables, com ara l'accessibilitat des de la xarxa de carreteres, la distància al punt de comercialització o transformació... (Herrington i Koten, 1988).

Posteriorment, aquests models s'han sofisticat encara més arribant a intentar preveure per exemple l'impacte, progressiu en el temps, d'una determinada política forestal en l'estructura o distribució del bosc (Jordan i Baskent, 1991; Acevedo, M.; Urban, D.L. i Ablan, M., 1996) o quina política forestal caldria aplicar per tal d'arribar a disposar d'una estructura i composició forestals

concretes (Nisbet i Botkin, 1993). Així mateix, s'ha arribat a preveure la producció sostenible de fusta en relació directa amb les previsions de variació de la demanda. Aquesta és una línia d'anàlisi que té molta importància en els països del Tercer Món, on hi ha una pressió molt forta sobre el bosc, que és la principal font energètica (Schreier *et al.*, 1991). En aquests casos se sol acabar determinant el risc de deforestació existent per a una determinada àrea (Jordan, 1994). Entre aquests models de previsió futura segons la realitat forestal i determinats canvis que es poden produir, cada vegada tenen més importància les aproximacions que intenten estudiar els efectes de l'anomenat canvi climàtic en els boscos (Brzeziecki, B.; Kienast, F. i Wildi, O, 1994). En aquesta darrera línia tenim també una experiència desenvolupada pel CREAM des de Catalunya, que és el que s'ha anomenat model Gotilwa (*Growth of Trees Is Limited by Water*), desenvolupat en el marc del projecte europeu LTEEF (*Long-Term Effects of CO₂ increase and climate change on European Forest*). Aquest model intenta pautar el funcionament dels alzinars mediterranis en relació amb el dèficit hídric que els caracteritza i els possibles efectes del canvi climàtic amb un increment de les concentracions de CO₂. I en un futur immediat ha de permetre la confecció de mapes de balanços de carboni dels boscos de l'àrea mediterrània (Gracia, Sabaté i Telló, 1997; CREAM, 1998).

Finalment, cal destacar l'elaboració a partir de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) de models multifuncionals de gestió del bosc, on ja no es considera només la variable productora, sinó que a més s'incorpora la necessitat de tenir ben present en la planificació forestal altres variables (Duinker *et al.* 1991; Hegyi i Walker, 1991). Aquest seria el cas d'introduir per exemple la funció protectora (retenció de sòls, recàrrega d'aqüífers, distribució d'espècies animals...) o la funció d'espai de lleure, juntament amb d'altres apreciacions lligades a la dinàmica dels boscos entesos com a unitats complexes que donen cabuda a molt més que un conjunt d'arbres. En aquests models se sol donar una importància cada cop més gran a la variable fauna, lligada a la qüestió de la preservació de la biodiversitat (Eng, Scott i Page, 1991). Tota aquesta mena de modelitzacions reben el nom de *Decision Support Systems* (DSS) o *Spatial Support Systems* (SDSS) (McKendry *et al.*, 1995).

Capítol 3: METODOLOGIA

3.1 EL PUNT DE PARTIDA

El punt de partida per al desenvolupament de la tesi està en el mapa forestal que s'ha elaborat sobre les valls d'Hortmoier i Sant Aniol. Aquest mapa té com a origen inicial el *Mapa de vegetació* i el *Mapa d'usos del sòl* confeccionats per Xavier Viñas en la seva tesi doctoral (Viñas, 1991) amb una escala aproximada de 1:50.000. S'ha utilitzat també, de forma complementària, el *Mapa de vegetació* (E/1:50.000) i el *Mapa de valoració-gestió pel que fa a la vegetació* (E/1:50.000) dels *Estudis de base del Pla Especial de Protecció del medi natural i del paisatge de l'Alta Garrotxa* (Generalitat de Catalunya, 1994).

En primer lloc, s'han digitalitzat a partir del *Mapa d'usos del sòl* (Viñas, 1991) i el *Mapa de valoració-gestió pel que fa a la vegetació* (Generalitat de Catalunya, 1994) els terrenys que no són forestals i que s'han recollit en quatre categories genèriques:

- Terrenys improductius.
- Prats i pastures.
- Matollars.

En segon lloc, s'han digitalitzat, també a partir del *Mapa d'usos del sòl* (Viñas, 1991) i el *Mapa de valoració-gestió pel que fa a la vegetació* (Generalitat de Catalunya, 1994), totes aquelles masses forestals presents en aquest territori i que no es corresponen amb la vegetació potencial:

- Boscos dels vessants particularment humits: boscos mixtos de trèmol (*Populus tremula*), avellaner (*Corylus avellana*), freixe (*Fraxinus excelsior*) i d'altres caducifolis.
- Masses naturalitzades de coníferes: masses dominades per pinedes de pi roig secundàries (*Pinus sylvestris*).
- Masses dominades per caducifolis naturalitzats: masses dominades pel castanyer (*Castanea sativa*).

En tercer lloc, s'ha digitalitzat la informació referent a la distribució dels boscos primaris de l'Alta Garrotxa que s'ha obtingut dels *Mapes de vegetació* corresponents (Viñas, 1991; Generalitat de Catalunya, 1994). Aquestes referències s'han considerat com a correctes en tota la superfície de l'àrea d'estudi no ocupada per formacions no forestals o per les formacions forestals secundàries.

Finalment, cal dir que tota aquesta informació ha passat un exhaustiu procés de validació al llarg del treball de camp. En definitiva, el treball de camp ha suposat una confirmació de la informació digitalitzada i la consegüent depuració dels errors contemplats en el mapa forestal inicial.

Un cop digitalitzats els diferents polígons que representen els distints tipus de formacions s'ha associat un codi, un valor que ens permeti distingir-los. Per tal de desenvolupar aquesta funció s'han utilitzat generalment els mateixos números emprats en els mapes originals, però sempre amb un dígit més en el cas del *Mapa de vegetació* i tres dígits més en el cas del *Mapa dels usos del sòl*, per tal de facilitar-ne la identificació.

Un cop explicitat l'origen de la informació i la forma de codificar-la, passo a exposar en detall la llegenda del mapa forestal, acompanyat del codi utilitzat per diferenciar-la dels polígons digitalitzats. Tot plegat, amb l'objectiu de disposar d'una idea clara dels distints elements que constitueixen el mapa forestal, que ha estat la base per al desenvolupament posterior de tota la metodologia:

1. Terrenys improductius. **Codi: 100000.**
2. Prats i pastures. **Codi: 300000.**
3. Matollars. **Codi: 400000.**
4. Alzinar de terra baixa calcícola. **Codi: 10.**
5. Alzinar de terra baixa silicícola. **Codi: 140.**
6. Alzinar muntanyenc calcícola. **Codi: 210.**

7. Alzinar muntanyenc silicícola. **Codi: 200.**
8. Alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola. **Codi: 250.**
9. Alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola que ocupa els fondals. **Codi: 260.**
10. Roureda de roure martinenc (*Quercus humilis*) calcícola. **Codi: 310.**
11. Roureda de roure martinenc(*Quercus humilis*) silicícola. **Codi: 400.**
12. Roureda de roure martinenc (*Quercus humilis*) calcícola fent mosaic amb fageda calcícola. **Codi: 320.**
13. Fageda calcícola. **Codi: 500.**
14. Fageda silicícola. **Codi: 570.**
15. Fageda mixta humida. **Codi: 530.**
16. Fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola. **Codi: 540.**
17. Masses dominades per pinedes de pi roig (*Pinus sylvestris*) secundàries. **Codi: 10000.**
18. Masses dominades pel castanyer (*Castanea sativa*). **Codi: 16200.**
19. Boscos de fondalada humida: mixtos de trèmol (*Populus tremula*), avellaner (*Corylus avellana*), freixe (*Fraxinus excelsior*), i d'altres caducifolis. **Codi: 16100.³**
20. Boscos de ribera: vernedes i salzedes. **Codi 17900.**

³En primer lloc cal tenir present que tant els boscos mixtos com la vegetació de ribera tenen una disposició lineal extremadament heterogènia i per tant una valoració forestal tal com s'ha fet amb els altres tipus de masses, molt més homogènies en la seva distribució i característiques, és del tot inviable. En segon lloc la seva importància forestal és molt minsa degut a la seva presència relictual i irregular. En tercer lloc cal remarcar la indiscutible importància biològica d'aquests mena de boscos, tant des d'una perspectiva de diversitat de vegetació com de fauna. Tot plegat ens porta a considerar-los de bon principi com espais amb una clara vocació protectora.

3.2 TREBALL DE CAMP

3.2.1 El mostreig

El principi bàsic per desenvolupar el mostreig dels boscos de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol (Alta Garrotxa) ha estat aconseguir una informació representativa de totes les diferents masses forestals en tots els polígons⁴ on estan distribuïdes.

Figura núm. 1: Imatge del vessant sud de la vall d'Hortmoier.



Font: Elaboració pròpia.

⁴Entenem per polígon cadascuna de les diverses àrees homogènies constituïdes per un mateix tipus de bosc o massa forestal i que es poden cartografiar com unitats individuals.

Figura núm. 2: El nucli de Sant Aniol d'Agujes envoltat de boscos.



Font: Elaboració pròpia.

Per començar, cal establir un límit inferior, una superfície mínima, a partir dels quals es pot parlar d'un bosc d'una determinada mena. S'han adoptat com a unitat mínima cartografiada, i per tant mostrejable, tots els boscos amb una superfície igual o superior a una hectàrea. Els fragments de bosc de superfície inferior no es creu que constitueixin entitats pròpies i són considerats elements que formen part de les característiques de les masses forestals circumdants. Aquesta extensió mínima ha semblat una superfície forestal adequada per tal d'arribar a disposar d'una imatge completa de la diversitat de les masses forestals de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, de tal manera que s'aconseguís una representativitat i, a la vegada, no s'entrés a analitzar i valorar realitats excessivament puntuals i irrellevants.

S'ha intentat trobar alguna referència bibliogràfica que reforçés l'adopció d'una determinada superfície com a unitat mínima a considerar per tal d'arribar a parlar de bosc. En aquest cas, totes les referències estan establertes des d'una perspectiva de països de més al nord amb grans superfícies forestals homogènies i, per tant, es converteixen en exemples no vàlids per a la nostra diversa i canviant realitat. Un cas particular seria l'inventari desenvolupat per G.Heiss (Heiss, 1986) per arribar a determinar la distribució dels boscos verges i els boscos seminaturals vells⁵ presents arreu de l'Europa Occidental. L'àrea

⁵ Aquest conceptes de bosc verge i bosc seminatural vell es fonamenten amb la definició planteja per George Peterken. En concret quan parla de bosc verge és refereix aquells en que la influència de l'home no és perceptible de tal manera que es pot considerar aquell bosc com a

mínima a considerar inicialment es va establir en les 500 ha, però davant l'evidència que s'havien de descartar massa àrees que s'avenien amb els objectius de l'inventari es va reduir finalment fins a les 50 ha (Ibero, 1994; Ibero, 1995). Tot i això, per a la qüestió que ens ocupa, aquesta xifra s'ha considerat excessiva, ja que desdibuixaria massa la diversa i complexa realitat forestal de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol.

Partint d'aquests principis acabats d'exposar, existeixen dues situacions ben diferents: els polígons de menys d'1 km² i els polígons de més d'1 km².

En primer lloc, tots els polígons de superfície inferior o igual a 1 km² han estat mostrejats amb una parcel·la cadascun, situada aproximadament en el centre. Es fa referència al fet que ha estat aproximadament en el centre, perquè hi ha indrets on la mateixa irregularitat de la superfície a mostrejar fa impossible determinar amb una plena exactitud el punt central. En cas que per algun motiu, com impossibilitat d'accés, no s'hagi mostrejat el punt central, s'ha anotat en les observacions de la fitxa de treball de camp i s'ha situat la parcel·la en el lloc més proper possible a aquest punt central.

En segon lloc, tots els polígons de superfície superior a 1 km² han estat mostrejats com a mínim amb una intensitat d'1 parcel·la per km². Així, per exemple, els polígons amb una superfície d'entre 1 i 2 km², 2 parcel·les. Els polígons amb una superfície d'entre 2 i 3 km², 3 parcel·les, i així successivament. En aquest cas s'han adoptat com a punts de mostreig els vèrtexs de la malla quilomètrica de les coordenades UTM d'1 km². Sovint les formes atzaroses dels polígons fan impossible assolir una intensitat de mostreig d'1 parcel·la/km². En aquests casos, s'ha complementat amb els punts intermitjos situats entre les interseccions de les coordenades UTM. Per cada intersecció es disposa de 4 punts intermitjos, d'aquests han estat escollits els que asseguren una disposició al més homogènia possible de les parcel·les en relació amb la superfície total del polígon. En cas que per algun motiu, com impossibilitat d'accés, no s'hagi pogut mostrejar alguna de les parcel·les determinades, s'ha pres nota de la incidència en el punt dedicat a observacions de la fitxa de treball de camp, i s'ha escollit un dels punts intermitjos entre els vèrtexs. Això sí, respectant sempre el postulat d'intentar assolir una màxima uniformitat de la distribució dels punts de mostreig.

producte de processos purament naturals. Per altra banda la idea de bosc seminatural vell seria aquell que creix sobre un terreny que ha estat continuament arbrat com a mínim des de l'any 1600 (Peterken, 1993).

Alguna vegada es pot donar el cas, tant en els polígons de menys o igual a 1 km² com els de més d'1 km², que la parcel·la s'hagi hagut de desplaçar uns metres pel fet que coincideixi amb un accident geogràfic artificial, com una pista forestal, una carretera, el marge d'un camp... En aquest cas també s'ha pres nota d'aquest problema en el punt dedicat a observacions de la fitxa de treball de camp, i s'ha desplaçat la parcel·la al mínim per deixar fora l'element distorsionador i la seva influència.

Aquesta metodologia de mostreig pretén disposar de dades representatives de tota la diversitat forestal de l'Alta Garrotxa. Altres metodologies, com les desenvolupades pel CREAM o ICONA, es considera que no arriben a poder contemplar la realitat forestal en tota la seva complexitat territorial pel fet de no disposar d'un complet mapa forestal com a punt de partida i elaborar estrictament, com a molt, una parcel·la per km² d'una forma purament aleatòria.

A més, la intensitat territorial de mostreig que s'assoleix en aquesta ocasió és molt superior a 1 parcel·la/km² i, per tant, es tracta de dades estadísticament més representatives. En concret, dels 50,940 km² (5.094 hectàrees) que constitueixen les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, el 86,8% correspon a superfície forestal, és a dir, 44,235 km² (4.423,5 hectàrees). En total s'han analitzat 73 parcel·les al llarg d'una extensió forestal mostrejada de 43,244 km² (4.324,4 hectàrees)⁶ la qual cosa representa 1,69 parcel·les/km², o dit amb altres paraules, la intensitat de mostreig s'ha reforçat en un 69% i, per tant, la fiabilitat de les dades és més alta.

Aquest ha estat un mostreig que s'ha aplicat a tots els tipus de bosc, exceptuant els boscos de fondalada humida i els boscos de ribera, que han estat exclosos per tot un seguit de motius que s'exposen a continuació. En primer lloc, cal tenir present que tant els boscos de fondalada humida com els boscos de ribera tenen una disposició lineal extremadament heterogènia i, per tant, una valoració forestal com la que s'ha fet amb els altres tipus de masses, molt més homogènies en la seva distribució i característiques, és del tot inviable. En segon lloc, la seva importància forestal és molt minsa a causa de la seva presència relictual i irregular. En tercer lloc, cal remarcar la importància biològica d'aquesta mena de boscos, tant des d'una perspectiva de diversitat

⁶ Aquesta petita diferència entre la superfície forestal total i la superfície forestal mostrejada correspon a l'espai ocupat pels boscos de ribera i els boscos de fondalada humida que tal com ja s'ha explicat i justificat anteriorment no han estat considerats en els processos d'anàlisi dels boscos de la Vall d'Hortmoier i Sant Aniol.

de vegetació com de fauna, que ens porta a considerar-los de bon principi com a espais amb una clara vocació protectora.

3.2.2 Les parcel·les

Les parcel·les dissenyades per a la recollida de dades responen al model de circumferència de 10 metres de radi a partir d'un arbre central, cosa que representa una superfície total de 314 m² ($S=\pi \cdot r^2=3,14 \cdot 100=314 \text{ m}^2$). A partir de l'arbre central es llença una corda, amb una estaca de fixació a la punta, de longitud igual al radi que servirà de guia. Llavors es numera d'un a un tots els arbres de DBH superior o igual a 5 cm. És a dir, tots els arbres que tenen un diàmetre superior o igual a 5 cm a 1,30 metres de terra, cosa que s'anomena diàmetre a l'alçada del pit (*Diameter Breast High*).

Per localitzar les parcel·les s'han emprat els ortofotomapes publicats per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) a escala 1:25.000 editats l'octubre de 1994, la planimetria ortofotogràfica dels quals està realitzada a partir de les fotografies aèries en color, a escala 1:60.000, obtingudes entre els mesos de juliol i agost de 1993. Així mateix, s'han utilitzat els mapes a escala 1:25.000 de l'Instituto Geográfico Nacional (IGN) editats l'any 1989, la informació dels quals prové del vol fotogramètric de 1979. Tot plegat, amb la posterior ajuda sobre el terreny de la brúixola i l'altímetre.

Per prendre les dades es disposa d'una brúixola/clinòmetre Silva-Ranger model 15, una forcípula de 60 centímetres Nestle NR. 320060, juntament amb un dendròmetre Blume-Leiss model BL-7 i un altímetre Thommen TT60/TH.

3.2.3 La fitxa de treball de camp⁷

La fitxa per recollir les dades es divideix en dos grans blocs: una primera part descriptiva de les característiques de la parcel·la, i una segona part anomenada de marcatge, on es prenen les informacions de caràcter quantitatiu.

3.2.3.1 La fitxa descriptiva

En primer lloc es prenen algunes referències de la localització de la parcel·la, se li dóna un nom que tingui relació amb la seva situació geogràfica, la data en què ha estat mostrejada i les seves coordenades UTM.

En segon lloc, es prenen dades de les característiques topogràfiques, com ara elevació en metres; pendent en graus; posició del pendent: cim, part superior del vessant, mig vessant, part inferior del vessant, terreny pla, depressió local o fons de vall; disposició del pendent: convexa, plana, còncava, terrasses o irregular.

En tercer lloc, es pren nota del tipus de substrat litològic, i en cas de no poder-se determinar de forma precisa sobre el terreny es reconeix a partir del mapa litològic de l'Alta Garrotxa.

En quart lloc, es recullen tota una sèrie de característiques generals, com ara el tipus de bosc: de llavor, de rebrot, mixta o de repoblació; la distribució de l'estrat arbori: regular, en grups o aïllat; la morfologia de les capçades: ben equilibrades, poc equilibrades o gens equilibrades; la morfologia dels troncs: rectes, corbats o tortuosos; la regeneració de plançons, tots els arbres de diàmetre inferior a 5 cm, distingint entre l'espècie principal i les espècies secundàries. En el cas de la regeneració, es fa referència a 4 situacions diferents: bona (més de 10 plançons), regular (5-10 plançons), deficient (menys de 5 plançons) i nul·la. També es recull informació sobre distints agents incidents a la parcel·la, diferenciant els naturals (fongs, epífits, insectes, altra fauna, agents abiòtics i signes d'erosió) i els antròpics (restes d'activitats agroforestals, pastoreig, nova roturació, caça, acció de maquinària, línies elèctriques, foc, signes de freqüentació i treballs silvícoles). Finalment, sota el títol d'Altres es recull informació sobre la presència d'arbres morts (si estan

⁷ Apart d'aquesta explicació sobre la fitxa de treball de camp es pot veure un exemplar de la mateixa en l'annex de la tesi.

dreus, caiguts, gènere i espècie en el cas que es reconegui, i diàmetre màxim i mínim) i les observacions pertinents, tant sobre els problemes de localització com qualsevol altra incidència o característica que es consideri rellevant.

En cinquè lloc, es prenen dades sobre l'estratificació de la vegetació, primer d'una forma completament agregada fent referència al percentatge de recobriment de l'estrat arbori, arbustiu, herbaci, briòfits, líquens, fulles i roques. Després, en el cas dels arbres i arbusts, es disgrega la informació per espècies i segons si es tracta de mesofaneròfits (de 8 a 30 metres d'alçària), microfaneròfits (de 2 a 8 metres d'alçària) o nanofaneròfits + camèfits (menys de 2 metres d'alçària).

3.2.3.2 La fitxa de marcatge

En la fitxa de marcatge s'elabora un acurat inventari quantitatiu de l'estrat arbori del qual s'han numerat tots els peus de la parcel·la, un a un, de forma prèvia. En concret, es pren nota de l'espècie a què pertany cadascun dels peus, la seva DBH i la seva alçada. Finalment, aquestes dades es presenten agrupades per espècies en dues taules resum: una de classes diamètriques agrupades en intervals d'amplitud 5, començant per la classe diamètrica 5, i una altra d'alçades on es diferencia entre menys de 2 metres, de 2 a menys de 5 metres, de 5 a menys de 8 metres, de 8 a menys d'11 metres, d'11 a menys de 14 metres, de 14 a menys de 17 metres i d'igual o més de 17 metres.

3.3 TRACTAMENT DELS RESULTATS ESTADÍSTICS.

3.3.1 La densitat.

Per tal de calcular la densitat, és a dir el nombre total de peus per unitat de superfície, s'ha aplicat la següent fórmula:

$$\text{Densitat (D)} = (\text{núm. de peus} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}) / 314 \text{ m}^2$$

Així doncs la densitat és el resultat de multiplicar el número de peus per 10.000 m²/ha i dividit pels 314 m² de superfície de la parcel·la amb l'objectiu de disposar de les dades extrapolades a nivell d'hectàrea. Així doncs la unitat final que expressarà la densitat serà: *peus/ha*.

Aquesta fórmula ha estat aplicada indistintament a cadascuna de les espècies i classes diamètriques i tanmateix s'ha calculat pel total de peus.

3.3.2 L'àrea basal.

Per tal de calcular l'àrea basal, és a dir la superfície que ocupen els troncs a 1,30 m. d'alçada⁸, s'ha aplicat la següent fórmula:

$$\text{Àrea Basal (AB)} = ((\pi \times r_{\text{total}}^2) \times \text{núm. de peus} \times 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}) / 314 \text{ m}^2$$

L'àrea basal és el resultat de multiplicar la superfície total del tronc i l'escorça (per aquest motiu en el cas del radi s'ha fet constar-hi radi total) pel número de peus i dividit per la àrea total de la parcel·la. Tal com s'ha dit anteriorment aquesta darrera multiplicació i divisió es realitza amb l'objectiu de disposar de les dades extrapolades a nivell d'hectàrea. Així doncs la unitat final que expressarà la densitat serà: m^2/ha .

Aquesta fórmula ha estat aplicada indistintament a cadascuna de les espècies i classes diamètriques i tanmateix s'ha calculat pel total de peus.

3.3.3 La biomassa total.

Per tal de poder desenvolupar els càlculs necessaris de determinació de la biomassa, és a dir la quantitat total de matèria orgànica present en els arbres, dels distints tipus de bosc cal disposar de tot un seguit d'equacions al·lométriques que poden tenir un doble origen:

1. Les al·lometries desenvolupades per la província de Girona per part del *Segundo Inventario Forestal Nacional* (ICONA, 1993).
2. Les al·lometries desenvolupades per la comarca de la Garrotxa per part de l'*Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya* (CREAF, 1991).

⁸ Aquesta és l'alçada a que es prenen totes les dades referides al diàmetre del tronc. És el que es coneix com diàmetre normal o diàmetre a l'alçada del pit que és el que ve a significar l'acrònim DBH (*Diameter Breast High*).

Evidentment disposar de les dades que fan referència pròpiament a la Garrotxa implicava una major exactitud en els càlculs però aquestes equacions al·lométriques no estaven publicades a diferència del que passava amb les de caràcter provincial. Afortunadament el *Centre de Recerques Ecològiques i Aplicacions Forestals* (CREAF) va accedir a facilitar aquesta informació encara no publicada, el que suposa un increment en la precisió dels càlculs.

Tot i això cal lamentar que les al·lometries desenvolupades pel cas concret de la Garrotxa no inclouen totes les espècies forestals necessàries pel desenvolupament dels càlculs. Hi ha un conjunt d'espècies de presència puntual (*Acer monspesulanum*, *Ilex aquifolium*, *Tilia cordata* i *Ulmus minor*) en les s'ha hagut d'utilitzar les al·lometries desenvolupades pel conjunt de Catalunya. En aquest cas es podia haver optat per utilitzar les al·lometries provincials emprades pels *Segundo Inventario Forestal Nacional* però s'ha cregut més oportú usar una sola font a nivell de càlculs i més tenint present que aquestes són espècies amb una presència molt reduïda. Per altra banda les possibles diferències existents, pel que fa a l'exactitud, entre les al·lometries desenvolupades a nivell provincial o a nivell de tot Catalunya no són prou significatives com per justificar aquest possible canvi de font en l'elaboració dels càlculs.

Finalment, en relació a les al·lometries de les distintes espècies, hi ha tanmateix amb un darrer cas constituït per tot un conjunt d'espècies de les que no s'ha elaborat cap tipus d'al·lometria específica ni pel cas de l'*Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya* ni tampoc pel cas del *Segundo Inventario Forestal Nacional*. En concret es tracta de: *Acer opalus*, *Corylus avellana*, *Sorbus torminalis*, *Pyrus malus*, *Juniperus communis* i *Crataegus monogyna*. Sortosament es tracta de tot un conjunt d'espècies de significació menor i una presència així mateix puntual i per tant la seva incidència en el resultat final dels càlculs de biomassa és molt petita. En el cas de l'*Acer opalus* s'ha utilitzat com a base pels càlculs la mitjana aritmètica de les al·lometries desenvolupades per les dues espècies del seu mateix gènere (*Acer campestre* i *Acer monspessulanum*). Per les altres cinc espècies que no es disposa d'al·lometries pròpies, s'han utilitzat com a base pels càlculs el resultat de la mitjana aritmètica de les al·lometries de les altres espècies amb la voluntat de tenir present la biomassa d'aquests individus esporàdics d'una forma neutre en el còmput final de la biomassa.

Un cop feta aquesta presentació sobre l'origen dels càlculs i la seva problemàtica es passa a fer una exposició de la fórmula aplicada i de les al·lometries pròpies de cadascuna de les espècies. En concret per calcular la biomassa es parteix de la fórmula:

$$\text{Volum} = K_f \times AB \times h$$

En definitiva el *Volum total del tronc (Volum)* és igual a la multiplicació del *Coefficient de forma (K_f)* per l'*Àrea basal (AB)* i per l'*Alçada (h)*. Per poder desenvolupar aquesta fórmula ens ha calgut aplicar una primera relació al·lométrica entre DBH i alçada per tal d'arribar a determinar el coeficient de forma (K_f) que correspon a la correlació existent a cada espècie entre el diàmetre del tronc (DBH) i l'alçada (h). En concret disposa de la següent taula de dades en relació al coeficient de forma (K_f) de les distintes espècies, on s'inclou el nom de cada espècie, el coeficient de forma promig i el coeficient de forma de cada classe diamètrica:

Taula núm. 1 : Coeficient de forma (K_f).

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	Mièja
Acer campestre	0,46	0,42	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Castanea sativa	0,43	0,51	0,52	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Fagus sylvatica	0,44	0,48	0,42	0,42	0,40	0,40	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Fraxinus excelsior	0,43	0,42	0,41	0,41	0,48	0,48	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Pinus sylvestris	0,47	0,45	0,46	0,45	0,41	0,37	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Populus tremula	0,48	0,40	0,44	0,45	0,41	0,42	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Quercus ilex	0,47	0,43	0,42	0,42	0,38	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Quercus humilis	0,46	0,44	0,44	0,43	0,51	0,40	0,40	0,45	0,44	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Acer monspessulanum	0,46	0,39	0,34	0,31	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
Ilex aquifolium	0,48	0,46	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Tilia cordata	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Ulmus minor	0,41	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

Font: Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

Una segona relació al·lométrica necessària i que s'ha desenvolupat és aquella que correlaciona el diàmetre del tronc (DBH) i alçada (h). En aquest cas a partir del DBH es pot determinar l'alçada promig per cadascuna de les espècies. Aquesta al·lometria no ha calgut utilitzar-la ja que durant el treball de camp es van prendre les dades d'alçada de cada un dels peus i per tant ja es disposa d'aquesta informació a partir de dades directes de l'àrea de treball. En definitiva doncs, la informació que es disposa de les alçades dels distints peus és més precisa al referir-se pròpiament a la realitat de les Valls de Sant Aniol i

Hortmoier, i per tant incideix també en un increment de l'exactitud dels càlculs finals. En definitiva s'observen les següents dades promig d'alçada en metres per cada espècie i classe diamètrica (DBH) en relació al tipus de bosc.

Taula núm. 2: Alçades en l'alzinar de terra baixa calcícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20
Quercus ilex	6,1	8,4	10
Quercus humilis	6		
Pinus sylvestris	6,5	8	10

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 3: Alçades en l'alzinar de terra baixa silicícola.

ESPECIE	5-10	10-15
Quercus ilex	3,9	6,1
Castanea sativa		5,5

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 4: Alçades en l'alzinar muntanyenc silicícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Quercus ilex	6,4	8,6	10,5	12	13
Quercus humilis	7,1				
Ulmus minor	9	13			
Crataegus monogyna	6,6		9		
Juniperus communis	4				
Acer campestre	9				

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 5: Alçades en l'alzinar muntanyenc calcícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
Quercus ilex	5,5	8,2	9,6	11,4	15,3		
Quercus humilis	7,5	9,3		15			
Crataegus monogyna	7,2	7,6					
Pinus sylvestris	6,6	11			13		15
Juniperus communis	5,2						
Acer campestre	9,7	10,5	18				
Ilex aquifolium	6						
Corylus avellana	8						
Acer monspessulanum	8						

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 6: Alçades en l'alzinar muntanyenc silicícola fent mosaic amb alzinar muntanyenc calcícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20
Quercus ilex	4,8	7	8
Quercus humilis	5,8	9	
Fagus sylvatica		7	

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 7: Alçades en l'alzinar muntanyenc calcícola fent mosaic amb fageda que ocupa els fondals.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20
Quercus ilex	4,9	7,1	8
Quercus humilis	6,3		

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 8: Alçades en la roureda de roure martinenc calcícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Quercus humilis	8	13,2	13,6	13,9	14,1	15,3	15,6	16,3	15
Pinus sylvestris	4		12	13	13	15			
Juniperus communis	4,7	8							
Crataegus monogyna	6	6,7							
Quercus ilex	5,5	8,1	9,6						
Fagus sylvatica	8	9,3							
Pyrus malus	7								
Acer opalus	8,2	11				13			
Tilia cordata	11	12,6	14						
Corylus avellana	8								
Acer campestre	6,8	9,5							
Sorbus torminalis	7								

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 9: Alçades en la roureda de roure martinenc calcícola fent mosaic amb fageda calcícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Quercus humilis	8,5	10	12	14,5	16	16
Fagus sylvatica	9	11,7	13,5	15	16	
Quercus ilex	7					

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 10: Alçades en la roureda de roure martinenc silicícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25
Quercus humilis	6,4	8,6	10,5	12
Quercus ilex	7,1			
Corylus avellana	9	13		
Acer campestre	6,6		9	
Fagus sylvatica	4			
Pyrus malus				
Juniperus communis	9			

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 11: Alçades en la fageda calcícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	80-85
Fagus sylvatica	8,9	12	14,5	16,6	19,5	16,4	17,7		19	14	17	25	27
Pinus sylvestris	8		13,2	16,6	17	15							
Quercus ilex	7	9											
Acer opalus	9												

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 12: Alçades en la fageda mixta humida.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
Fagus sylvatica	7,1	10,7	14,8	15	15,7	16	17
Quercus ilex	9,4	11,1	13	14			
Ilex aquifolium	6,3						

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 13: Alçades en la fageda mixta humida fent mosaic amb fageda calcícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
Fagus sylvatica	7	8,3	10,1	11,2	13,6	15,2	16	16,6	17,6
Pinus sylvestris	7	8	10						
Acer opalus	6,3	7							
Fraxinus excelsior	10,8								
Acer campestre		8							

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 14: Alçades en la fageda silicícola.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Fagus sylvatica	5,2	7,7	9,1	9	9,3

Font: Elaboració pròpia.

Taula núm. 15: Alçades en les masses dominades pel pi roig.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
Pinus sylvestris	6,5	9,3	11,5	12,7	15,8	14,8	13,5
Quercus humilis	7,1	10,3	14	16			
Populus tremula	4						
Quercus ilex		6					
Fagus sylvatica		10					
Juniperus communis	6						

Font: Elaboració pròpia

Taula núm. 16: Alçades en les masses dominades pel castanyer.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35
Castanea sativa	8,2	12,1	13,2	15	16,5	
Pinus sylvestris	5	9,5		13		
Quercus ilex		7				
Fagus sylvatica	6,2					
Tilia cordata	6,8	7				
Populus tremula				16		18
Quercus humilis			17			

Font: Elaboració pròpia

Una tercera relació al·lomètrica que cal emprar és aquella que relaciona el diàmetre del tronc (DBH) i el gruix de l'escorça (E_g). En concret amb aquesta al·lometria a partir del diàmetre del tronc en centímetres s'obté el diàmetre de l'escorça en mil·límetres. Tot plegat a partir de la següent relació i els valors específics d'alfa i beta per cadascuna de les espècies:

$$\text{Gruix de l'escorça (mm.)} = (\text{DBH})^{\text{BETA}} * \text{ALFA}$$

Taula núm. 17: Valors d'alfa i beta per la determinació del gruix de l'escorça segons espècie.

ESPECIE	Alfa	Beta
Acer campestre	0,38351	0,94700
Castanea sativa	0,28357	1,18793
Fagus sylvatica	0,55705	0,66269
Fraxinus excelsior	0,32070	1,02721
Pinus sylvestris	0,62965	1,03454
Populus tremula	1,25327	0,72706
Quercus ilex	0,45054	0,98901
Quercus humilis	0,68377	0,94748
Acer monspessulanum	0,48929	0,75943
Ilex aquifolium	0,45632	0,71383
Tilia cordata	0,94991	0,78745
Ulmus minor	0,67998	0,93819

Font: Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

Taula núm. 18: Gruix de l'escorça (mm.) segons espècie i classe diamètrica.

ESPECIE	5-10	10-	15-	20-	25-	30-	35-	40-	45-	50-	55-	60-	65-	70-	75-	80-
		15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
Acer campestre	25	42	57	73	88	103										
Castanea sativa	3,1	5,6	8,4	11,4	14,5	17,7	21,0	24,3	27,8	31,3	34,9					
Fagus sylvatica	2,1	2,9	3,7	4,3	5,0	5,5	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0	9,5	9,9	10,3
Fraxinus excelsior	25															
Pinus sylvestris	5,0	8,5	12,1	15,7	19,4	23,0	26,7	30,4	34,1	37,9	41,6					
Populus tremula	5,4	7,8	10,0	12,0	13,9	15,7										
Quercus ilex	3,3	5,4	7,6	9,7	11,9	14,0	16,2	18,3	20,5	22,6	24,7					
Quercus humilis	4,6	7,4	10,2	13,0	15,7	18,5	21,1	23,8	26,5	29,1	31,7					
Acer monspessulanum	22	33	43	52	60	68										
Ilex aquifolium	19															
Tilia cordata	4,8	6,9	9,0													
Ulmus minor	4,5	7,2														

Font: Elaboració pròpia a partir de les al·lometries de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

Una quarta relació al·lomètrica que s'ha utilitzat és aquella que relaciona el diàmetre del tronc (DBH) i la biomassa de les branques (BB). Amb aquesta altra al·lometria a partir del diàmetre del tronc en centímetres s'obté la biomassa de les branques en quilograms. Tot plegat a partir de la següent relació i els valors específics d'alfa i beta per cadascuna de les espècies:

$$\text{Biomassa de les Branques (kg.)} = (\text{DBH})^{\text{BETA}} \cdot \text{ALFA}$$

Taula núm. 19: Valors d'alfa i beta per la determinació de la biomassa de les branques (Kg.) segons espècie.

ESPECIE	Alfa	Beta
Acer campestre	1,12830	1,07978
Castanea sativa	0,03258	2,18399
Fagus sylvatica	0,05691	2,00291
Fraxinus excelsior	0,03444	2,21087
Pinus sylvestris	0,08346	1,91576
Populus tremula	0,01240	2,54223
Quercus ilex	0,04878	2,25128
Quercus humilis	0,04247	2,03737
Acer monspessulanum	0,07819	2,14093
Ilex aquifolium	0,01421	2,52033
Tilia cordata	0,14795	1,53373
Ulmus minor	0,30149	1,40415

Font: Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

Taula núm. 20 : Biomassa de les branques (kg.) segons espècie i classe diamètrica.

ESPECIE	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85
Acer campestre	99	172	237	325	404	484										
Castanea sativa	26	81	168	292	453	652	892	1173	1495	1861	227					
Fagus sylvatica	32	89	175	291	434	607	808	1039	1298	1586	1903	225	2625	3028	3461	3923
Fraxinus excelsior	29															
Pinus sylvestris	39	105	201	325	477	657	864	1099	136	1647	1961					
Populus tremula	2	7,6	17,9	33,9	55,5	86,4										
Quercus ilex	4,5	14,3	30,6	53,9	84,8	123,5	170,5	226	290,3	363,7	446,4					
Quercus humilis	2,5	7,2	14,4	24,1	36,3	51,1	68,3	88,2	110,7	136,7	163,3					
Acer monspessulanum	5,8	17,4	35,8	61,3	94,3	134,8										
Ilex aquifolium	22															
Tilia cordata	32	7,1	11,9													
Ulmus minor	5,1	10,4														

Font: Elaboració pròpia a partir de les al·lometries de l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

Cal dir que per elaborar els càlculs referits aquestes dues darreres al·lometries referides al gruix de l'escorça (E_g) i biomassa de les branques (BB) s'utilitza en relació al diàmetre del tronc (DBH) el punt central de cada classe diamètrica, ja que es disposava de totes les dades recollides en classes diamètriques. Així per exemple en el cas de la classe diamètrica de 5-10 cm., s'ha considerat el DBH com igual a 7,5 cm. En el cas de la classe diamètrica de 10-15 cm. el DBH s'ha establert en 12,5 cm., i així successivament.

D'aquesta manera a partir de tot aquest conjunt d'al·lometries ja s'està en disposició de calcular el volum dels individus de cada espècie poden diferenciar el que és tronc i el que és escorça. Per altra banda s'ha determinat la biomassa de les branques de cadascun d'aquest individus. I per acabar de determinar la biomassa ens caldrà aplicar finalment la senzilla i coneguda fórmula:

$$\text{Massa} = \text{Densitat} \cdot \text{Volum}$$

Per arribar a utilitzar aquesta fórmula a més s'ha fet necessari arribar a conèixer la densitat pròpia de cadascuna de les espècies diferenciant en tot moment entre el que és la densitat del tronc i la densitat de l'escorça que són manifestament distintes i que venen expressades en gr/cm^3 o el que és el mateix Tones/ m^3 . Tot plegat a partir de la relació presentada en la següent taula de dades.

Taula núm. 21: Valors de la densitat del tronc i l'escorça segons espècie.

ESPECIE	Densitat del tronc	Densitat de l'escorça
Acer campestre	0,65	0,37
Castanea sativa	0,56	0,52
Fagus sylvatica	0,68	0,69
Fraxinus excelsior	0,72	0,53
Pinus sylvestris	0,56	0,30
Populus tremula	0,56	0,68
Quercus ilex	0,86	0,69
Quercus humilis	0,76	0,50
Acer monspessulanum	0,87	0,69
Ilex aquifolium	0,70	0,44
Tilia cordata	0,46	0,40
Ulmus minor	0,68	0,52

Font: Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya.

Un cop calculada la biomassa del tronc i la biomassa de l'escorça ja només ha calgut sumar a aquestes dues la biomassa de les branques amb el que ja s'ha pogut arribar a conèixer la biomassa total de cada individu. A partir de la biomassa de cada individu s'ha reconegut la de cada parcel·la i fent l'extrapolació adient la biomassa present a cada hectàrea d'aquella determinada mena de bosc.

Ara cal presentar la fórmula general que ha permès integrar tots els principis expressats anteriorment. En aquest sentit el primer que ha estat necessari ha sigut calcular el volum del tronc (V_{tr}) per una banda i el volum de l'escorça (V_e) per l'altra.

El Volum del Tronc respon a la fórmula:

$$Volum_{tr} = K_f \times \text{Àrea Basal del Tronc } (AB_{tr}) \times h = K_f \times \pi \times (r_t - r_e)^2 \times h$$

En aquesta fórmula destaca el principi AB_{tr} que fa referència a l'Àrea Basal del Tronc i que s'ha calculat a partir del principi $\pi \times r^2$ però remarcant en aquest cas que el radi a emprar ha estat el radi total (r_t) menys el radi propi de l'escorça (r_e). Tot plegat multiplicat per l'alçada (h) i el coeficient de forma (K_f) corresponents ens ha acabat donant el Volum del Tronc ($Volum_{tr}$)

El Volum de l'Escorça respon a la fórmula:

$$\begin{aligned} Volum_e &= K_f \times \text{Àrea Basal Escorça } (AB_e) \times h = \\ &= K_f (\pi \times (r_t)^2 - \pi \times (r_t - r_e)^2) \times h \end{aligned}$$

En aquesta altra fórmula destaca el principi AB_e que fa referència a l'Àrea Basal de l'Escorça que s'ha calculat a partir de restar de l'Àrea Basal Total ($\pi \times (r_t)^2$) menys l'Àrea Basal del Tronc ($\pi \times (r_t - r_e)^2$). Finalment s'ha multiplicat per l'alçada (h) i el coeficient de forma (K_f) corresponents i s'ha acabat obtenint el desitjat Volum de l'Escorça ($Volum_e$)

Per acabar de conèixer la Biomassa Total ens ha calgut també ponderar el volum del tronc i el volum de l'escorça amb la densitat del tronc (D_{tr}) i la densitat de l'escorça (D_e) respectivament. Tot plegat per tal d'obtenir la biomassa del tronc i la biomassa de l'escorça. Després ha calgut sumar aquestes dues biomasses, afegint-hi tanmateix la biomassa de les branques. I finalment només ha mancat multiplicar tot plegat per la densitat de peus

existents i ja s'ha disposat de la biomassa total, és a dir la quantitat de matèria orgànica en forma de tronc i branques, així com també d'escorça present en el conjunt arbres.

$$\text{Biomassa Total} = ((\text{Volum}_t \times \text{Densitat}_t) + (\text{Volum}_e \times \text{Densitat}_e) + \text{BB}) \times \text{Densitat}_{\text{peus}} =$$

$$\frac{((K_f \times \pi \times (r_t^2 - r_e^2) \times h \times D_t) + (K_f \times ((\pi \times (r_{\text{total}})^2 - \pi \times (r_{\text{total}} - r_e)^2)) \times h \times D_e) + \text{BB}) \times \text{Densitat}_{\text{peus}} \times 10.000/314}$$

Òbviament aquesta biomassa varia per cada espècie i tanmateix en cada classe diamètrica. I no només això, sinó que tal vegada es veu modificada en funció del tipus de bosc de que es tracti ja que la variable altitud dels peus està computada per cada espècie i classe diamètrica de cadascun dels tipus de bosc.

En darrer terme només recordar, tal com s'ha observat en la fórmula i com s'ha apuntat abans, que per obtenir la biomassa total de cada classe diamètrica en relació a hectàrees ha calgut multiplicar el resultat de la fórmula de la biomassa pel nombre de peus i per 10.000 que fa referència al nombre m² que representa una hectàrea i dividir per 314 m² que és la superfície total de la parcel·la on s'ha recollit la informació. Per altra banda tanmateix ha estat necessari dividir per 100 les dades referides al radi del tronc (r_t) i al radi de l'escorça (r_e) per treballar també en metres. Una altra tràmit quantitatiu important ha estat la unificació de les unitats de massa emprades, en aquest sentit caldrà dividir per 1.000 la Biomassa de les Branques (BB) ja que l'al·lometria corresponent a aquesta variable ens dóna el resultat en quilograms. Aquests càlculs previs ens permet llegir el resultat de la fórmula com Tones/ha.

3.3.4 L'índex de maduresa.

L'apartat dedicat a la biomassa de l'anàlisi ha estat completat amb el que s'ha anomenat Índex de Maduresa i que ens informa de la distribució promig de la biomassa en cadascun dels peus d'aquell determinat tipus de bosc. Per tal de calcular-lo s'ha aplicat la següent fórmula:

$$\text{Índex de Maduresa (IM)} = \text{Biomassa Total} / \text{Densitat}$$

Així doncs aquest índex ha estat el resultat de dividir la Biomassa Total (tones/ha.) per la densitat (peus/ha.). La unitat final en que s'ha expressat aquest índex de maduresa ha estat: tones/peus

3.3.5 L'apreuament dels recursos forestals.

Per acabar de completar l'anàlisi dels boscos de la Vall d'Hortmoier i Sant Aniol, desenvolupada a partir de les dades de treball de camp, s'ha pres en consideració el valor econòmic dels seus recursos forestals.

Evidentment per portar a terme aquest objectiu ha calgut arribar a saber el preu de la fusta i de la llenya de les distintes espècies. Tot plegat s'ha dut a terme utilitzant com a font la *Taula de preus de la fusta de la llotja de contractació de Vic*⁹.

Pel cas de l'alzina (*Quercus ilex*) la única sortida comercial és el seu aprofitament com a llenya amb un preu que oscil·la entre les 7.500-8.500 pts/tona. Pel desenvolupament dels càlculs s'ha agafat el punt mig d'aquest interval, és a dir 8.000 pts/tona.

Pel cas del roure martinenc (*Quercus humilis*) els peus que disposen d'un diàmetre superior als 23 cm. poden ser aprofitats com a fusta, el que suposa un lleuger increment en la seva valoració en comparació amb l'aprofitament com a llenya tal com es pot observar a continuació. En el cas concret de la fusta el preu es situa entre les 7.000-8.500 pts/tona. Per portar a terme els càlculs s'ha considerat tanmateix el punt mig d'aquest interval, és a dir 7.750 pts/tona. Cal recordar a més que la informació s'ha agrupat en classes diamètriques de 5 en 5 i en aquest cas s'ha començat a estimar aquest preu a partir de la classe diamètrica de 20-25 cm. Tots els peus que formen part de classes diamètriques inferiors tenen que ser aprofitats com a fusta amb un preu que varia entre 6.000-7.000 pts/tona, i seguint el mateix criteri s'ha adoptat com a punt d'avaluació les 6.500 pts/tona.

⁹ Aquestes dades han estat facilitades pel *Centre de la Propietat Forestal* i fan referència en concret als preus vigents el dia 29 de novembre de 1997. Cal fer esment de que es tracta d'un mercat on les fluctuacions en els preus solen ser poc importants. A més cal mencionar que els preus que es plantejen ens informen del seu apreuament quan la fusta ha estat portada fins a la indústria compradora. És a dir que a les despeses fruit de l'aprofitament forestal hi caldria incloure tanmateix les despeses de transport fins al punt de compra.

El cas del faig (*Fagus sylvatica*) és similar al descrit en el cas del roure martinenc (*Quercus humilis*). Així doncs tots els peus amb un diàmetre superior a 18 cm. poden ser aprofitats com a fusta amb un preu que es mou entre 9.000-12.000 pts/tona. El preu que s'ha aplicat pels còmputos correspon tanmateix al punt mig d'aquest interval, és a dir 10.500 pts/tona. En aquest cas s'ha fet servir aquesta valoració econòmica per tots els peus inclosos en la classe diamètrica de 15-20 cm. i superiors. La resta de peus poden ser utilitzats com a llenya amb una cotització de 5.000-6.000 pts/tona. L'import emprat per l'estimació ha estat en aquesta ocasió doncs de 5.500 pts/tona.

Pel cas del pi roig (*Pinus sylvestris*) hi ha també preus sensiblement diferents en funció de l'amplada del tronc. Així tots aquells peus que tenen una classe diamètrica de 15 cm. o més tenen una cotització que fluctua entre 6.500-7.500 pts/tona si són utilitzats com a fusta, i de 8.000-10.000 pts/tona si poden ser utilitzats com a pals. S'ha escollit com a preu 8.000 pts/tona, que és el resultat de fer la mitja aritmètica del valor central dels dos intervals. Evidentment aquest import ha estat aplicat només en la classe diamètrica de 15-20 cm. i superiors. Si el diàmetre del tronc és inferior la seva finalitat serà la trituració amb un cost de compra de 3.800-4.200 pts/tona. Pels càlculs s'ha considerat com a punt de referència 4.000 pts/tona.

Pel cas del castanyer (*Castanea sativa*) hi ha tal vegada una valoració distinta en relació a la classe diamètrica. En aquest cas de 12 a més centímetres de diàmetre els peus poden ser aprofitats com a fusta amb un preu que es situa entre 6.500-7.500 pts/tona. El punt mig d'aquest interval és el que s'ha pres en consideració pels càlculs, així doncs 7.000 pts/tona. Aquesta quantitat ha estat utilitzada en tots els peus de la classe diamètrica de 10-15 cm. i superiors. Els peus de diàmetre més petit poden tenir com objecte només la trituració amb un preu que es redueix fins a les 3.300 pts/tona. En aquest darrer cas és un preu únic no inclòs en cap interval de valors.

Pel cas del freixe de fulla gran (*Fraxinus excelsior*) els peus de classe diamètrica superior a 18 cm. poden ser emprats com a fusta assolint un preu realment considerable ja que es situa entre 9.500-13.500 pts/tona. Per tant en els càlculs s'ha emprat com a valor 11.500 pts/tona que s'ha aplicat a tots els peus de la classe diamètrica de 15-20 cm. i superiors. Els peus amb un diàmetre inferior tindrien com a fi la trituració amb una reducció molt important del preu que estaria entre 3.200-3.500 pts/tona. S'ha adoptat com a preu per

l'estimació, seguint la pauta descrita anteriorment, 3.350 pts/tona que tal vegada és el punt mig de l'interval.

Pel cas de la blada (*Acer opalus*) la fusta d'aquesta espècie, independentment de la classe diamètrica, té un preu que oscil·la entre 9.000-11.000 pts/tona. En aquest cas s'ha emprat com a punt de referència 10.000 pts/tona.

Per altra banda hi ha tot un conjunt de peus que formen part de la resta d'espècies presents a l'àrea d'estudi. Aquestes tenen un caràcter d'espècies acompanyants en els grans tipus de bosc, i per tant amb una presència reduïda i una importància quantitativa molt minsa en el còmput final del valor econòmic dels recursos forestals. Aquest seria el cas de: l'auró blanc (*Acer campestre*), auró negre (*Acer monspessulanum*), avellaner (*Corylus avellana*), arç blanc (*Crataegus monogyna*), grèvol (*Ilex aquifolium*), ginebre (*Juniperus communis*), trèmol (*Populus tremula*), pomera (*Pyrus malus*), moixera de pastor (*Sorbus torminalis*), tell de fulla petita (*Tilia cordata*) i om (*Ulmus minor*). A tots els peus d'aquestes espècies se'ls hi ha donat un preu estàndard que ens permet acabar de completar de forma definitiva l'estimació. En concret s'ha aplicat el valor mig de l'interval de preu de les frondoses destinades a la trituració. I donat que l'interval és 3.200-3.500 pts/tona s'ha emprat com a valor 3.350 pts/tona. S'ha pres aquesta decisió al considerar que la majoria d'aquestes espècies no valorades són frondoses.

D'altra banda s'ha de tenir present que aquests preus s'han pogut aplicar directament als resultats obtinguts del càlcul de la Biomassa Total ja que en aquesta si comptabilitza a més de la fusta del tronc, també l'escorça i les branques. De tal manera que el preu considerat en cas de peus destinats a fusta s'hauria de multiplicar únicament per la biomassa pròpia del tronc sense tenir present ni la biomassa que representa l'escorça, ni la biomassa que representen les branques. Quan la finalitat potencial d'aquell peu sigui convertir-se en llenya o ser triturat caldrà multiplicar el seu preu per la Biomassa Total un cop se li hagi descomptat la Biomassa de les Branques que no són aprofitades sinó que són esporgades durant els treballs d'aprofitament forestal.

Finalment cal remarcar que els valors obtinguts en l'apreujament dels boscos de l'Alta Garrotxa fan referència al conjunt de peus existents. I per tant per obtenir el total de la quantitat de diners en que s'ha taxat la fusta caldria practicar una tala de tot el bosc, és a dir el que es coneix com una tallada anreu. Aquesta és

evidentment un tipus de pràctica forestal del tot contraproductiu i inacceptable tant des d'un punt de vista forestal com ecològic. Però el que si ens il·lustren bé aquestes quantitats, i amb aquesta voluntat s'han calculat, és el preu del total d'existències i per tant el potencial econòmic de cadascuna de les masses forestals de l'àrea d'estudi. Un potencial econòmic que ens ve donat en pessetes/hectàrea (Pts/ha).

3.4 TRACTAMENT DE LA INFORMACIÓ DIGITAL I DELS RESULTATS CARTOGRÀFICS

En aquest apartat es ressegueix quin ha estat l'origen i l'elaboració de tot el conjunt de mapes que es presenten al llarg d'aquesta tesi. I atès que bona part d'aquesta cartografia neix del processament de la informació amb el SIG ràster Idrisi 2.0, es ressegueix quin ha estat el procediment utilitzat en el marc d'aquest programa informàtic. En aquest sentit cal dir que es fa referència tant a les decisions preses com a les ordres emprades per assolir els mapes necessaris que han acabat determinant el mapa final de gestió multifuncional dels boscos de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol.

3.4.1 La digitalització dels mapes de base

En primer lloc cal dir que tota la cartografia parteix d'un conjunt de mapes de base obtinguts amb la digitalització de tota una sèrie de cartografia de base amb el programa AutoCad. Amb aquest sistema s'han obtingut els arxius que es comenten a continuació:

- *Boscos.dwg*: Inclou la digitalització de tota la tipologia de boscos i altres usos de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol.
- *Corbes.dwg*: Inclou la digitalització de les corbes de nivell, de 25 en 25 metres, incloses en l'àrea d'estudi i espais adjacents.
- *Pistes.dwg*: Inclou la digitalització de les pistes forestals que transcorren per l'àrea d'estudi.
- *Punts.dwg*: Inclou la digitalització dels punts on s'ha elaborat una parcel·la de mostreig.
- *Geologia.dwg*: Inclou la digitalització de les principals característiques geològiques de la zona d'estudi.
- *Hidrolo.dwg*: Inclou la digitalització de la xarxa hidrològica de les dues valls en qüestió.

En segon lloc, aquests arxius varen passar per un procés de depuració d'errors i d'estructuració topològica dut a terme amb l'ajuda del programa ArcCad.

En tercer lloc, tot aquest conjunt d'arxius varen ser importats a ArcView 3.0 i convertits en *shapes*, que és el format amb què treballa ArcView (*boscoss.shp*, *corbes.shp*, *pistes.shp*, *punts.shp*, *geologia.shp* i *hidrolo.shp*). Aquest pas s'ha dut a terme per permetre amb més facilitat la importació a Idrisi 2.0, ja que alguns atributs vectorials com són els polígons no es reconeixen directament amb Idrisi si són importats unilateralment des d'AutoCad amb el format d'intercanvi dxf.

3.4.2 La utilització del SIG Idrisi 2.0

Posteriorment s'ha portat a terme el que pròpiament és la importació de tot aquest conjunt d'arxius a Idrisi 2.0 *utilitzant* el mòdul d'importació/exportació d'Idrisi (*Software-Specifics Formats---SHAPEIDR*). El resultat d'aquest procés ha estat l'obtenció d'aquests mateixos arxius en format Idrisi vectorial (*boscoss.vec*, *corbes.vec*, *pistes.vec*, *punts.vec*, *geologia.vec* i *hidrolo.vec*), acompanyats de les seves respectives bases de dades (*boscoss.mdb*, *corbes.mdb*, *pistes.mdb*, *punts.mdb*, *geologia.mdb* i *hidrolo.mdb*). Posteriorment, aquest arxius han estat rasteritzats emprant l'ordre *raster/vector conversión: POINTRAS, LINERAS, POLYRAS* (*boscoss.img*, *corbes.img*, *pistes.img*, *punts.img*, *geologia.img* i *hidrolo.img*). A partir d'aquí s'ha desenvolupat el procés de tractament individualitzat de cadascun dels arxius fins abans de la integració final de tota la informació en l'arbre de coneixement.

El primer arxiu amb què s'ha començat a treballar ha estat el *corbes.img*, que a partir de l'ordre *INTERCON* s'ha convertit en l'arxiu *mdt.img*, que és, tal com indica el seu nom, un model digital de terreny, és a dir, una representació tridimensional del territori. Aquest *mdt* ens ha permès, a partir de la comanda *SURFACE-SLOPE AND ASPECT*, determinar quin és el pendent i l'orientació de cadascun dels píxels present al llarg de l'àrea d'estudi. Cal recordar que aquesta és la informació bàsica que constitueix el nus físic de l'arbre de coneixement. El problema que ha calgut solucionar en primer terme, després de la utilització d'aquesta ordre, ha estat la presentació en valors relatius (0-1) del resultat que s'havien obtingut inicialment amb valors absoluts. D'aquesta manera els arxius *pendent.img* i *orienta.img* s'han acabat convertint amb els arxius finals *fpendent.img* i *forienta.img*. Tot plegat, a partir de reclassificar amb

l'ordre *RECLASS* els valors del pendent en 101 intervals i els valors de l'orientació en 202 intervals: *rpendent.img*, *rorienta.img*. Aquesta reclassificació ha suposat que els valors del pendent oscil·lin entre 0-1 des d'un màxim 1 a les zones amb menys pendent i un mínim 0 per a les zones amb més pendent. En canvi, en el cas de l'orientació, hi ha una reducció progressiva del valor relatiu des de 0° fins a 180°, o el que és el mateix des l'interval 1 fins al 101. I després torna a haver-hi un increment dels valors relatius des de 180° fins a 360°, és a dir, des de l'interval 101 fins al 202. Tot plegat, d'una forma centesimal amb l'aplicació de les ordres *EDIT-ASSIGN*, cosa que es pot observar de forma detallada més endavant en aquest mateix apartat per al cas de les pistes forestals: *pendent2.img*, *orienta2.img*. Finalment, a aquests arxius se'ls ha aplicat un *OVERLAY (X)* utilitzant l'arxiu *boscaret.img*, que adjudica valor 1 a les zones forestals mostrejades i valor 0 a la resta, per tal de disposar de la informació pel que és exclusivament l'àrea d'interès. Els arxius resultants han estat *fpendent.img* i *forienta.img*.

Bona part de la resta de mapes en format Idrisi que s'han emprat per integrar en l'arbre de coneixement han estat obtinguts a partir de la base de dades *punts.mdb* associada a l'arxiu d'imatge *punts.img*. Aquesta base de dades s'ha ampliat amb la creació de tot un conjunt de camps referits a la biomassa, densitat, maduresa, tipus de bosc, % puresa espècie principal, apreument i % presència espècie no potencial amb vocació productiva. En aquests camps nous s'hi ha introduït el resultat en valor absolut referit a cada punt de mostreig pel que fa a aquest conjunt de variables. Tot i això, cal especificar el cas particular que representa el tipus de bosc. A aquest se li ha donat el valor d'1 quan són boscos de llavor, de 0,5 quan són boscos de caràcter mixt, i 0,001 quan són boscos de rebrot. A partir d'aquí, i en tot el conjunt de camps nous que s'han creat, s'ha emprat des de la base de dades l'ordre d'assignar a cada un d'aquests nous camps una imatge (*LINK-ASSIGN FIELD VALUES TO IMAGE*) a partir dels punts de mostreig, i d'aquesta manera s'han obtingut els arxius següents: *biomassa.img*, *densitat.img*, *maduresa.img*, *tipus.img*, *puresa.img*, *apreu.img* i *esprod.img*.

Un cop han estat obtinguts tots aquests arxius en format *img*, s'han vectorialitzat amb l'ordre *POINTVEC*, que ha acabat donant com a resultat tota una relació d'arxius vectorials amb el mateix nom: *biomassa.vec*, *densitat.vec*, *maduresa.vec*, *tipus.vec*, *puresa.vec*, *apreu.vec* i *esprod.vec*. La finalitat d'aquest pas ha estat fer possible l'aplicació de l'ordre *INTERPOL*, que només es pot arribar a portar a terme emprant com a punt d'origen arxius de tipus

vectorial. En definitiva, s'interpolen els valors propis de cada parcel·la de mostreig d'acord amb el camp en qüestió, una interpolació que es fonamenta en el fet d'assignar un valor a cada píxel a partir del valor dels punts veïns més pròxims i del pes que s'atorga a la variable distància. En aquest cas concret s'ha donat un pes a la distància d'1,3 que és la quantitat que permetia, després d'un minuciós procés de proves, que el valor màxim i mínim de la interpolació estigués en correspondència amb el valor màxim i mínim de les parcel·les mostrejades al llarg del treball de camp. Un cop emprada aquesta ordre, el resultat ha estat tot un conjunt d'arxius d'imatge amb la distribució amb valors absoluts de les variables corresponents: *absbiom.img*, *absdensi.img*, *absmadu.img*, *abstip.img*, *abspur.img*, *abspreu.img* i *abeprod.img*. Per acabar, tots aquests arxius d'imatge amb valors absoluts han estat reclassificats en 101 intervals (*rabsbiom.img*, *rabsdensi.img*, *rabsmadu.img*, *rabstip.img*, *rabspur.img*, *rabspreu.img* i *rabeprod.img*). Posteriorment, se'ls ha donat una valoració centesimal a partir d'adjudicar un valor d'1 al valor més gran de cadascun d'ells i un valor de 0 al més petit, emprant les ordres *EDIT-ASSIGN*. Tal com ja s'ha dit abans, es pot observar més endavant amb detall el procés de reclassificació per al cas concret de les pistes forestals. Tot plegat ha originat els arxius: *biomrel.img*, *densirel.img*, *madurel.img*, *tiprel.img*, *purrel.img*, *preurel.img* i *eprdel.img-ecoeprel.img*. Aquests dos darrers arxius tenen el seu origen en una valoració contraposada en les ordres *EDIT-ASSIGN* segons si es tracta de la vocació productora on s'assigna el valor màxim d'1 a la major presència d'espècies no potencials amb vocació productora. En canvi, el valor màxim d'1 s'ha donat als punts amb menor presència d'aquestes espècies quan es tracta de valorar la vocació protectora dels boscos. Finalment, tot aquest conjunt d'arxius s'ha multiplicat amb un *OVERLAY(X)* i l'arxiu *boscaref.img* per disposar només de les dades referides a les zones forestals mostrejades.

Després s'ha definit un mapa de les àrees d'interès faunístic, en aquesta ocasió també s'ha generat un arxiu de valors a partir d'identificar els polígons que corresponen a aquestes àrees d'interès especial. Un cop identificats aquest polígons, se'ls ha atorgat el valor 1 en l'arxiu de valors (*EDIT*) i a la resta de la sèrie se li ha donat el valor 0. Tot plegat s'ha completat utilitzant l'ordre *ASSIGN* que permet assignar a la imatge inicial dels boscos amb un codi per cadascun dels polígons (*bosciden.img*) aquest determinat arxiu de valors. L'arxiu resultat d'aquesta operació és l'arxiu *fauna.img*, que també ha passat a integrar-se directament a l'arbre de coneixement.

A continuació s'ha modificat l'arxiu *pistes.img* mitjançant l'ordre *DISTANCE*, cosa que ens ha permès conèixer a quina distància en metres se situen tots els píxel en relació amb la xarxa de pistes forestals existents a les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, i ha donat com a origen l'arxiu *dpistes.img*. L'arxiu obtingut s'ha combinat a partir d'un *OVERLAY (X)* amb l'arxiu *careta.img*, que és un arxiu que, tal com s'ha apuntat abans, ha rebut aquest nom perquè només delimita l'àrea d'estudi amb un valor únic d'1 i que serveix per excloure tots els valors que se situen fora de l'àrea d'estudi, ja que per exemple amb l'aplicació de l'ordre *DISTANCE* s'han atorgat valors a tots els píxels del mapa. El resultat de l'operació anterior ha estat l'arxiu *cdpista.img*, on hi ha només la distància a pistes forestals dins de l'àrea d'estudi. A continuació cal convertir aquests valors absoluts en metres en valors relatius en el marc de l'interval 0-1, i amb aquest objectiu el primer que s'ha fet ha estat reclassificar l'arxiu en qüestió en 101 intervals amb l'ordre *RECLASS*, la qual cosa ha acabat donant origen a un altre arxiu anomenat *rcdpist.img*. I a aquests intervals regulars se'ls ha assignat un valor centesimal a partir d'un arxiu de valors gràcies a les comandes *EDIT-ASSIGN*. Tot plegat ha donat un valor màxim (1) als píxels més allunyats de la xarxa de pistes i un valor mínim (0) als més propers, per al cas de definir el grau de vocació protectora dels boscos. En canvi, quan s'ha introduït la variable *pistes* per definir grau de vocació productora, els píxels més propers tenen un valor màxim (1) i els més allunyats un valor mínim (0). Aquest procés de reconversió centesimal s'ha emprat també amb els altres arxius que cal integrar en l'arbre de coneixement, en concret s'ha desenvolupat de la manera següent:

Boscos amb vocació protectora

Boscos amb vocació productora

1	0		1	1
2	0.01		2	0.99
3	0.02		3	0.98
4	0.03		4	0.97
5	0.04		5	0.96
6	0.05		6	0.95
7	0.06		7	0.94
8	0.07		8	0.93
.	.		.	.
.	.		.	.
.	.		.	.
96	0.95		96	0.05
97	0.96		97	0.04
98	0.97		98	0.03
99	0.98		99	0.02
100	0.99		100	0.01
101	1		101	0

El resultat d'aquest procés ha estat la generació de dos arxius d'acord amb l'esmentada vocació protectora (*ecopist.img*) i la vocació productora (*propist.img*). Aquests arxius han estat també modificats a partir d'un *OVERLAY (X)* amb l'arxiu *boscaret.img* per tal de disposar de la zona de boscos mostrejats. La solució ha estat els arxius *pisteco.img* i *pistpro.img*, que han passat a integrar-se a l'arbre de coneixement.

Un cop obtinguts tot aquest conjunt d'arxius descrits ha estat el moment de començar el procés de definició del mapa de vocació protectora, el mapa de vocació productora i el mapa final de multifuncionalitat dels boscos a partir dels dos anteriors. Aquest procediment s'ha desenvolupat seguint l'esquema i les ponderacions plantejades en l'arbre de coneixement de l'índex de producció i el de l'índex de protecció.

L'elaboració del mapa de vocació protectora ha començat a partir de sumar amb la comanda *IMAGE CALCULATOR (+)* els arxius *fpendent.img* i *forienta.img* un cop ja han estat ponderats, respectivament, per 0,9 i 0,1, amb la qual cosa s'ha obtingut l'arxiu *necofis.img* corresponent al nus físic.

Posteriorment, s'ha repetit la mateixa operació amb els arxius *fbiomrel* i *fdensrel*, en aquest cas ponderats per 0,3 i 0,7. Aleshores, però, l'arxiu resultant, *ecoesta.img*, ha hagut de ser reclassificat novament de forma centesimal per tornar a disposar d'un valor màxim d'1 i un valor mínim de 0. Aquest procés ha acabat donant com a resultat l'arxiu *fecoesta.img*. Ha calgut portar a terme un procés idèntic en el cas dels arxius *fmadurel.img* i *fauna.img*, que han estat ponderats per 0,5 cadascun i han acabat donant després de la reclassificació l'arxiu *fecomadu.img*. En canvi, la suma amb *IMAGE CALCULATOR (+)* de *ftiprel.img* i *fpurrel.img* ponderats per 0,9 i 0,1 dona directament com a resultat l'arxiu *fecotipo.img*, ja que el màxim d'aquest arxiu és 1 i el mínim és 0 sense necessitat de reclassificar. Per obtenir el resultat corresponent al nus biològic s'integren els arxius *fecoesta.img*, *fecomadu.img* i *fecotipo.img* ponderats per 0,1, 0,6 i 0,3, els quals donen com a resultat l'arxiu *necobio.img*, que fa referència, tal com s'ha dit abans, al nus d'aprofitament amb un valor màxim d'1 i un valor mínim de 0.

L'arxiu corresponent al nus aprofitament s'ha obtingut d'aplicar l'ordre *IMAGE CALCULATOR (+)* als arxius *fpreurel.img* x 0,1, *pisteco.img* x 0,8 i *fecoepre.img* x 0,1. En aquest cas també s'ha hagut de reclassificar el resultat, com s'ha vist anteriorment, per tal d'arribar a obtenir l'arxiu *necoapro.img*.

Després s'han integrat els arxius finals del nus físic, del biològic i del d'aprofitament amb les seves ponderacions respectives (*necofis.img* x 0,3, *necobio.img* x 0,6 i *necoapro.img* x 0,1). En aquest cas el mapa resultant *indprot.img* també s'ha hagut de reclassificar centesimalment per tal de disposar d'un màxim 1 i un mínim 0. El resultat final és l'arxiu *nindprot.img* que recull el nivell de vocació protectora de cadascun dels píxels que formen part de tota l'àrea d'estudi.

L'elaboració del mapa de vocació productora ha seguit un esquema molt similar al descrit anteriorment, tot i que evidentment amb algun arxiu distint i sobretot unes ponderacions marcadament diferents. En aquest cas s'ha començat també a partir de sumar amb *IMAGE CALCULATOR (+)* els arxius *orienta.img* x 0,3 i *orienta.img* x 0,7, amb el qual s'ha obtingut l'arxiu corresponent al nus físic *nprofis.img* amb un valor màxim d'1 i un valor mínim de 0 de forma automàtica.

Posteriorment, tal vegada s'ha repetit la mateixa operació amb els arxius *fbiomrel* i *fdensrel*, en aquest cas ponderats per 0,6 i 0,4. Aleshores, però, l'arxiu resultant, *proesta.img*, ha hagut de ser reclassificat novament de forma centesimal per tornar a disposar d'un valor màxim d'1 i un valor mínim de 0. Aquest procés ha acabat donant com a resultat l'arxiu *feproesta.img*. S'ha hagut de portar a terme un procés idèntic en el cas dels arxius *fmadurel.img* i *fauna.img*, que han estat ponderats per 0,9 i 0,1 respectivament, i han acabat donant després de la reclassificació l'arxiu *fpromadu.img*. En canvi, la suma amb *IMAGE CALCULATOR (+)* de *ftiprel.img* i *fpurrel.img* ponderats per 0,6 i 0,4 dona també directament com a resultat l'arxiu *fprotipo.img*, ja que el màxim d'aquest arxiu és 1 i el mínim és 0 sense necessitat de reclassificar. Per obtenir el resultat corresponent al nus biològic s'integren els arxius *fproesta.img*, *fpromadu.img* i *fprotipo.img*, ponderats per 0,5, 0,1 i 0,4 els quals donen com a resultat l'arxiu *nprobio.img*.

L'arxiu corresponent al nus aprofitament s'ha obtingut així mateix d'aplicar l'ordre *IMAGE CALCULATOR (+)* als arxius *fpreurel.img* x 0,5, *pistpro.img* x 0,3 i *feppure.img* x 0,2. En aquest cas també s'ha hagut de reclassificar el resultat, com s'ha vist anteriorment, per tal d'arribar a obtenir l'arxiu *nproapro.img*.

Després s'han integrat els arxius finals del nus físic, del biològic i del d'aprofitament amb les seves ponderacions respectives (*nprofis.img* x 0,2, *nprobio.img* x 0,1 i *nproapro.img* x 0,7). En aquest cas el mapa resultant *indprod.img* s'ha hagut de reclassificar centesimalment per tal de disposar d'un màxim 1 i un mínim 0. El resultat final és l'arxiu *nindprod.img*, que recull el nivell de vocació productora dels boscos de l'àrea d'estudi.

L'elaboració del mapa final de gestió multifuncional és el resultat d'integrar també amb *IMAGE CALCULATOR (+)* l'arxiu referit a la vocació protectora *nindprot.img* x 0,9 i l'arxiu referit a la vocació productora *nindprod.img* x 0,1. Tot plegat ha donat com a resultat l'arxiu *multifun.img*, que ha hagut de ser reclassificat centesimalment per disposar de màxim 1 i mínim 0, amb el qual s'ha obtingut l'arxiu *nmultifun.img*. Per acabar, aquest mapa és reclassificat de tal manera que d'acord amb el valor de cadascun dels píxels de l'àrea d'estudi es puguin diferenciar les distintes unitats de gestió, que és el que acaba generant l'arxiu final *fmultifun.img*. I, així, tal com es pot observar també en l'apartat dedicat a l'arbre de coneixement, s'acaben diferenciant un conjunt de tres unitats de gestió segons els valors finals del mapa de gestió multifuncional dels boscos de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol:

- 1-0,75 Unitat de Gestió amb dedicació exclusiva a la protecció.
- 0,75-0,50 Unitat de Gestió amb dedicació prioritària a la protecció.
- 0,50-0 Unitat de Gestió amb dedicació de compatibilitat entre protecció i producció.

3.4.3 La presentació dels mapes resultants.

Un cop s'ha disposat de la totalitat de mapes en format Idrisi, s'ha hagut de fer una selecció de quins mapes calia presentar en format paper, atesa la impossibilitat d'arribar a presentar la totalitat dels mapes elaborats, en concret 112 mapes.

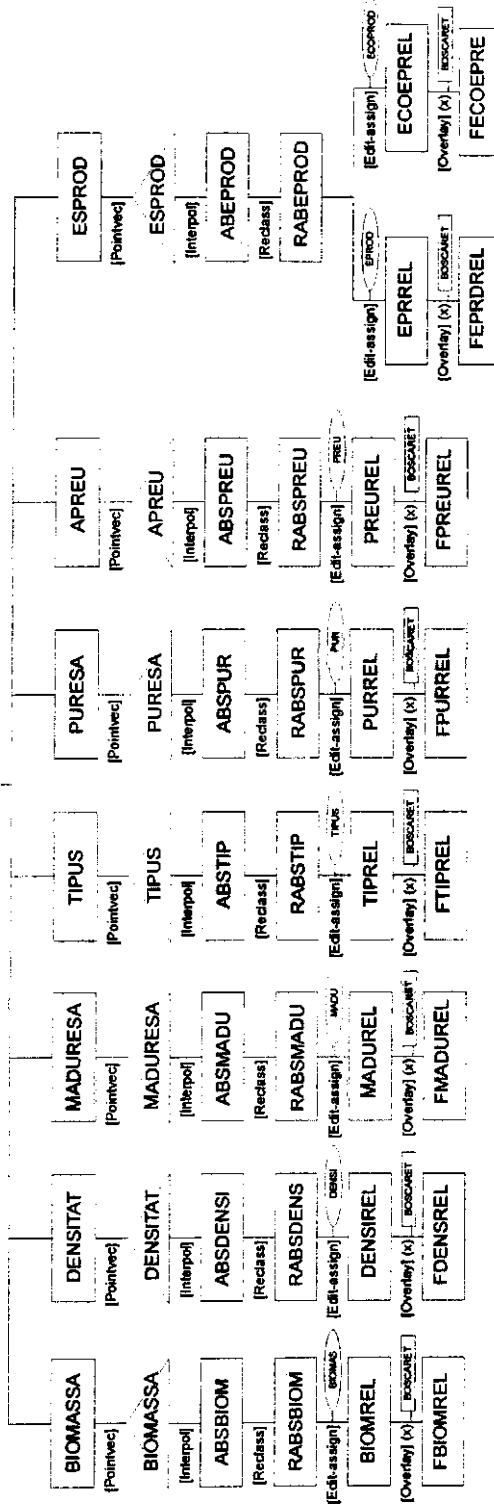
En aquest sentit s'ha decidit passar a format paper la totalitat dels mapes de base inicials i els elaborats a partir de la interpolació en valors absoluts, que són els més il·lustratius de la distribució de les característiques forestals del territori estudiat. En el cas dels que presenten valors absoluts, aquest ha estat degudament reclassificat per tal de facilitar-ne la lectura i la interpretació. En definitiva, s'han presentat en primer lloc en paper la següent relació de mapes: *boscoss.img*, *geologia.img*, *hidrolo.img*, *pistes.img*, *punts.img*, *mdt.img*, *pendent.img*, *orienta.img*, *dpistes.img*, *fauna.img*, *absbiom.img*, *absdensi.img*, *absmadu.img*, *abstip.img*, *abspur.img*, *absapreu.img* i *abeprod.img*. Evidentment, a part d'aquests hi ha el mapa de vocació protectiva (*nindprot.img*), el mapa de vocació productora (*nindprod.img*) i el mapa de gestió multifuncional dels boscos de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol (*fmultfun.img*).

A més, cal precisar que tots aquests arxius han estat exportat en format d'imatge (.tiff) a ArcView 3.0, i ha estat a partir d'aquest programa que s'ha reelaborat tota aquesta cartografia per tal de presentar-la en format paper. Aquest procés ha servit per aprofitar els avantatges que presenta ArcView pel que fa a una presentació molt més acurada de la cartografia final.

Tota aquesta cartografia es presenta acompanyada d'un mapa de localització de l'àrea i d'un mapa de situació. Pel que fa al mapa de situació, cal dir que inclou els punts i element de referència més importants de l'àrea d'estudi (ermites, cims, cingleres, xarxa de pistes, xarxa hidrològica...), a la mateixa escala que la resta de cartografia. D'aquest darrer mapa s'ha fet una transparència amb la voluntat de facilitar la ubicació dels resultats que es recullen en els distints mapes temàtics en relació amb tot aquest conjunt de punts i elements més significatius de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol.

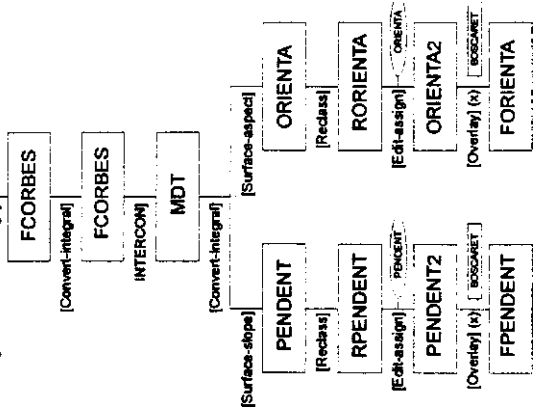
PUNTS

[Database Workshop-Link
Assign field values to image]



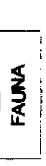
CORBES

[Database Workshop-Link
Assign field values to image]



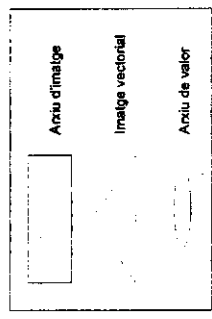
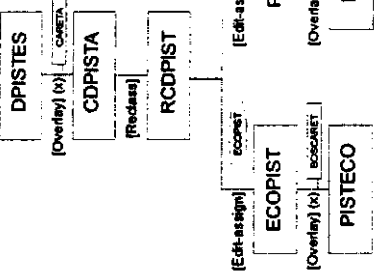
BOSCIDEN

[Edit-assign]



PISTES

[Distance]



Capítol 4: EL MEDI NATURAL.

4.1 SITUACIÓ

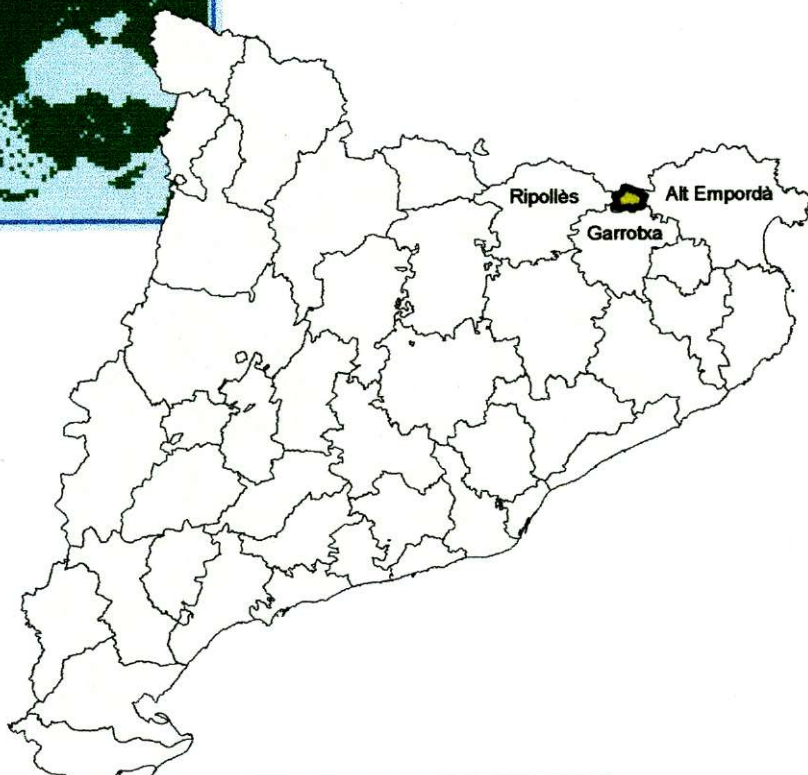
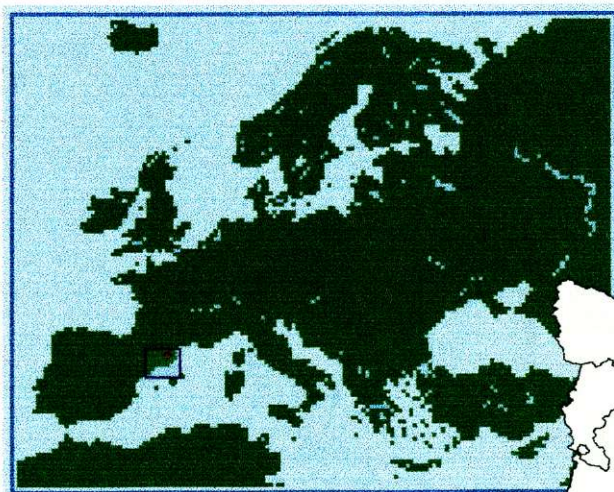
Les valls d'Hortmoier i Sant Aniol formen part d'un ampli territori conegut com l'Alta Garrotxa, que s'estén al llarg d'uns 400 km² al nord de la comarca de la Garrotxa, al nord-est del Ripollès i al nord-oest de l'Alt Empordà. Des d'un punt de vista geogràfic, aquest espai constitueix la part més oriental dels Prepirineus meridionals. Aquesta àrea està limitada al nord per la divisòria d'aigües entre la conca del Tec i del Fluvià, que defineix al mateix temps la línia de frontera entre l'Estat espanyol i l'Estat francès. A l'oest, per la divisòria d'aigües entre la conca del Ter i la mateixa conca del Fluvià, i és tal vegada el curs d'aquest riu el que defineix el límit sud de l'Alta Garrotxa amb l'ajuda de la riera de Ridaura al sud-oest. Finalment a l'est, on la demarcació es fa més difícil de precisar, se sol prendre com a punt de referència la vall del riu Muga i les anomenades Garrotxes d'Empordà, una àrea de confusa concreció que aniria aproximadament des de la zona de Pincaró i Albanyà fins als primers contraforts del vessant oriental de la Mare de Déu del Mont.

Aquestes dues valls constitueixen el veritable cor de l'Alta Garrotxa en un doble sentit. En primer lloc, es tracta d'una zona situada aproximadament a la part central d'aquest territori. I, en segon lloc, es reconeixen aquestes dues valls com la part de l'Alta Garrotxa, amb una riquesa i diversitat forestal, florística, faunística, geològica i geomorfològica més gran (Generalitat de Catalunya, 1994).

En concret, les valls d'Hortmoier i Sant Aniol estan delimitades al sud per la serra de Bestracà amb el puig de Bestracà (1.044 m) i els cingles de Gitarriu amb el Freixenet (1.192 m), de manera que queda com a únic pas de sortida l'estret de Castell s'Espasa, per on transcorre la riera de Sant Aniol. Al nord, aquestes valls queden demarcades per la divisòria d'aigües entre la subconca del Llierca i la conca del Tec, i s'assoleix en aquesta àrea la màxima altitud absoluta amb el Comanegre (1.558 m). A l'oest, la vall d'Hortmoier està definida pels contraforts meridionals del Comanegre i els septentrionals de la serra de Bestracà, i deixa com a única porta d'entrada l'estret de l'Escaladui, per on s'escola la riera de Beget. Finalment, a l'est la vall de Sant Aniol es veu tancada per la divisòria d'aigües entre la subconca del Llierca i la subconca del Burró. En el marc d'aquesta partió, cal fer un esment especial al puig de Bassegoda (1.370 m). Enmig de l'àrea d'estudi hi ha la frontera natural entre

aquestes dues valls, una frontera que transcorre des del mateix Comanegre fins al pic de les Bruixes (1.380 m) i el pic de Sant Marc (1.328 m) passant pel coll de Talaixà per arribar al Ferran (991 m) i al puig de Plansesserres (825 m), que cau espectacularment al buit a l'alçada de la riera d'Escales formant els imponents cingles de la Manllada.

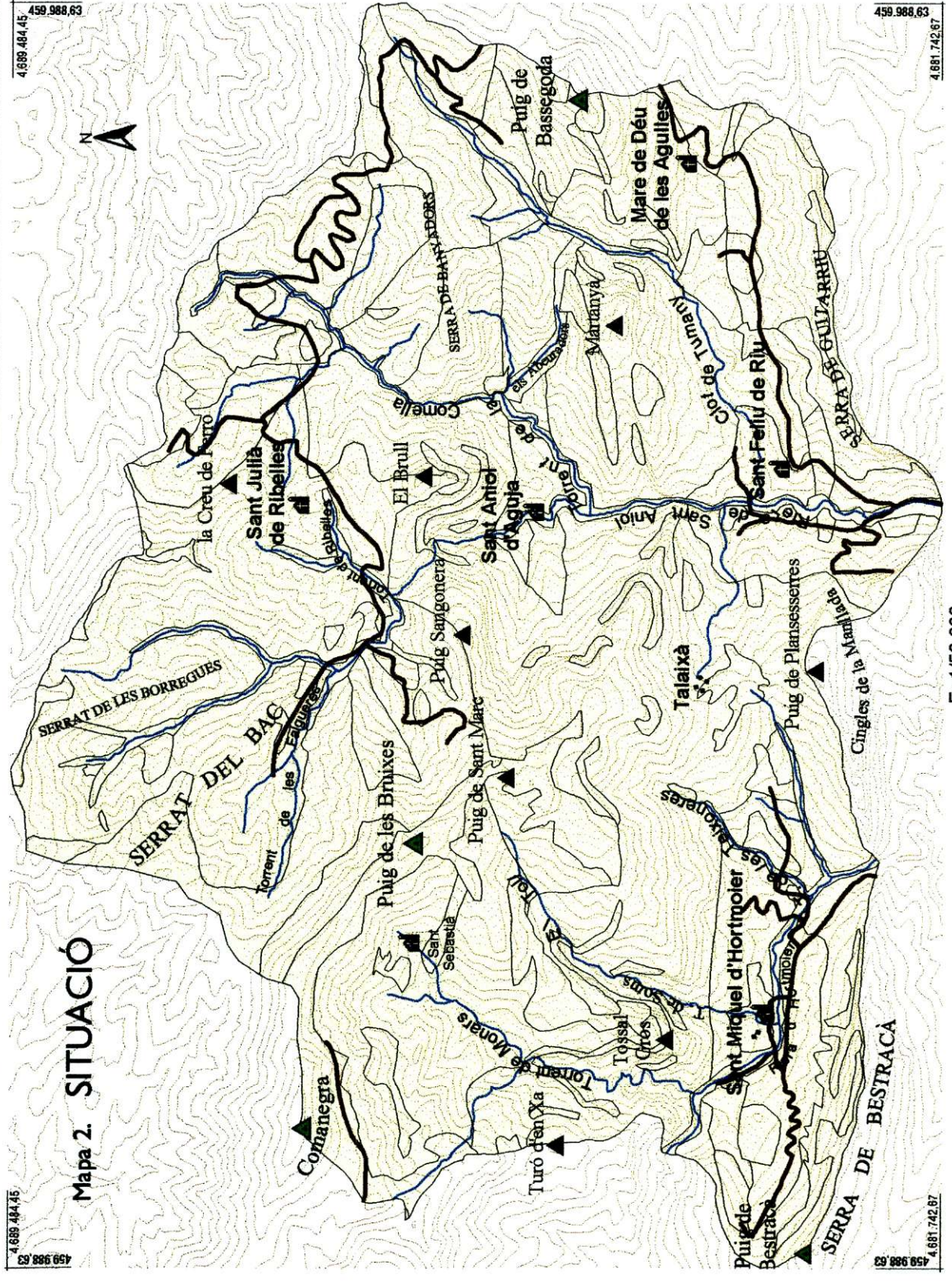
Mapa I. LOCALITZACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI



E=1/230.000
2 0 2 4 6 km

Projecció UTM Zona 31 T

Mapa 2. SITUACIÓ



459.988,63 4.689.484,45

459.988,63 4.681.742,67

E=1/50.000

0.5 0 0.5 1 1.5 km

Projecció UTM Zona 31 T

4.2 LITOLOGIA

Al llarg de l'era primària, les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, al igual que el conjunt del territori que ocupa avui l'Alta Garrotxa, estaven sota les aigües de l'anomenat mar de Tetis. Aquest mar va veure reduïda la seva dimensió mercès als plegaments hercinians, però un cop aquests nous relleus varen ser novament erosionats el mar recuperà progressivament les àrees que ja havia ocupat amb anterioritat. La seva desaparició final no va esdevenir-se fins al principi del terciari, un cop superada una era secundària caracteritzada per una relativa tranquil·litat orogènica.

Així doncs, durant el terciari, en concret en l'eocè inferior, es produeix una progressiva acumulació de materials combinada amb els primers senyals de l'orogènia alpina, que determinen alhora les primeres pulsacions regressives del mar. Tot plegat va comportar la formació de dipòsits lacustres que donaren lloc a la formació de dipòsits de calcàries i margues que s'acabaren convertint en els materials dominants a quasi tota l'Alta Garrotxa.

Fou durant l'eocè mitjà, en concret el lutecià inferior, que apareixeran les calcàries nummulítiques, fruit de la retirada cap al sud del mar en plena compressió orogènica. Aquests tipus de calcàries acaben formant part de moltes de les serralades garrotxines. Posteriorment, en el lutecià mitjà varen precipitar, fruit de les intenses sequeres, potents capes de margues, guixos i altres evaporites. Més endavant, en el biarritzià les marcades fluctuacions en el nivell del mar van comportar la sedimentació de dipòsits sabulosos constituïts per margues i margues arenoses encetades amb un nivell de pudingues també molt important. S'haurà d'esperar fins a l'eocè superior, durant l'estatge bartonià, perquè s'arribi a produir l'emersió definitiva de la Garrotxa.

A continuació, en l'oligocè superior es dona la compressió del massís Catalanobalear, que provoca el plegament dels materials eocènics i oligocènics amb la formació de tot un conjunt de marcats anticlinals i sinclinals en els quals predomina la direcció est-oest. Tots aquests moviments estructurals varen incidir directament en el plegament de les calcàries eocèniques situades a l'Alta Garrotxa, que són en l'actualitat un element determinant del paisatge d'aquest territori.

Finalment, fins al Neogen hi ha una etapa d'una certa quietud fins que la descompressió i l'enfonsament del massís Catalanobalear va acabar per

produir un conjunt de falles esglaonades orientades en direcció est-oest (Generalitat de Catalunya, 1991; Generalitat de Catalunya, 1994).

Si s'entra a parlar pròpiament de materials que tenen una incidència directa a l'hora de determinar el tipus de vegetació i en definitiva el tipus de bosc, el geòleg Antonio Estévez (1973) destaca la presència de 5 sèries distintes a l'Alta Garrotxa (Generalitat de Catalunya, 1994). D'entre aquestes hi són presents les següents, al llarg de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol:

1. *Materials metamòrfics*: Es troben resseguint les falles est-oest que es varen originar durant el neogen com a resultat del procés de distensió alpina i també com a afloraments del sòcol fent el paper de base per a les sèries posthercinianes. Entre aquesta mena de materials cal remarcar:

- *Gneis precambrians*: En troba un petit aflorament en el marc de la falla Talaixà-Can Menera al seu pas per la vall de Sant Aniol. En concret, aquest aflorament està situat a l'est de la vall de Riu, entre l'ermita de Santa Maria de les Agulles i el pic de Freixenet.
- *Micasquists clapejats amb marbres*: Aquests corresponen al cambrià, i en concret a l'anomenada sèrie Canavelles. Es troben també disposats al llarg de la falla Talaixà-Can Menera i són a la vegada presents lleugerament al sud de la falla de Sant Aniol, a banda i banda de la riera que porta el mateix nom.
- *Nivells carbonats associats als micasquists clapejats amb marbres*: Aquests són també del cambrià i de la sèrie Canavelles. Tanmateix són presents resseguint les falles de Sant Aniol i de Talaixà-Can Menera.

2. *Materials formats per roques ignies postorogèniques*: Formen part del sòcol sobre el qual reposen els materials posthercinians. Aquests tallen totes les estructures amb l'excepció de les zones de contacte amb els micasquists i gneis en què la disposició és de caràcter pràcticament estratiforme. D'aquests poden assenyalar a l'àrea d'estudi els següents:

- *Granit porfiroblàstic*: Aquests materials afloren de nou a la zona de més complexitat geològica i estructural, és a dir, a l'entorn de les falles de Sant Aniol (a banda i banda de l'ermita de Sant Aniol) i de Talaixà-Can Menera (en bona part del fons de vall i el soleil de la vall d'Hortmoier).
- *Apllites i pegmatites*: Disposades en filons de potència molt variable, entre els 2,5 cm i els 2 dm, i en algun cas excepcional arriba als 1,5

m. Pel que fa a la seva longitud, cal dir que és petita i en cap cas supera els 100 m. No s'acaba de conèixer amb exactitud quines són les relacions espacials i temporals d'aquests materials. L'aflorament més remarcable se situa al nord-est de l'ermita de Sant Aniol.

- *Roques porfíriques àcides*: Segons la seva composició mineralògica, es poden distingir-ne de granítiques, granodiorítiques, leucogranodiorítiques i tonalítiques albitiques. Aquestes es troben disposades entre el granit porfiroblàstic i els micasquists clapejats amb marbres. A l'àrea d'estudi els afloraments més importants se situen a l'est de l'ermita de Sant Aniol i a la part est de la petita vall de Riu, envoltant des del sud els afloraments presents de micasquists clapejats amb marbres i el gneis precambrians que es troben en aquesta zona.

3. *Materials posthercinians*: Es descriuen a continuació a partir d'una anàlisi estratigràfica i segons les distintes menes de formació que s'han trobat. Entre aquestes destaquen:

- *Garumnià*: Està integrada per margues, conglomerats de quars, gresos i argiles de tons vermellorsos. La presència d'aquests materials a l'Alta Garrotxa oscil·la entre potències màximes de 150 m i mínimes de 75 m. A les valls d'Hortmoier i Sant Aniol es concentren resseguint pel sud la falla Talaixà- Can Menera.
- *Formació sagnari*: Ve dominada per margues, especialment margues esquistoses a vegades de caràcter detrític i amb glauconita, acompanyades en d'altres punts per calcàries compactes. És una de les formacions dominants, en la part ubicada més al nord de la nostra àrea d'interès, ja que la seva presència més abundant s'estén en una àmplia zona situada entre Beget, el Comanegre i Talaixà.
- *Formació coronas*: Està constituïda per margues arenoses i gresos de ciment calcari amb alguns nivells de calcàries intercalades. Es troba resseguint tota una franja al nord de la falla de Talaixà-Can Menera i al sud de l'ermita de Santa Maria d'Agulles i el Cortal de Talaixà, endinsant-se a la vall d'Hortmoier fins aproximadament a l'alçada del torrent de les Teixoneres.

4. *Materials quaternaris*: Tenen com a origen l'erosió de tot el conjunt de materials que formen part de la totalitat de la conca hidrogràfica del riu Llierca. Aquests estan compostos per blocs, graves, sorres i argiles. La millor

mostra en l'àrea d'estudi es troba en el fons de la vall d'Hortmoier, que és la vall més ampla i plana, fet que facilita la deposició d'aquests materials.

4.3 GEOMORFOLOGIA

Tot l'Alta Garrotxa, però especialment les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, es caracteritzen per una extremada complexitat geomorfològica que ha anat agafant forma al llarg del temps. Cal recordar que el significat de la paraula *garrotxa*, "terra aspra, trencada, de mala petja", ja porta implícit algunes de les característiques del paisatge d'aquesta part de la comarca garrotxina, fins al punt que es consideri especialment apropiat aquest mot per parlar pròpiament de l'Alta Garrotxa. Des de la literatura també s'ha recollit aquesta imatge, tal com va fer en el seu llibre *Records d'un excursionista* Carles Bosch de la Trinxeria l'any 1887; a *posteriori*, de forma especialment gràfica, ho va fer Marià Vayreda en la seva obra cabdal *La Punyalada*, publicada per primera vegada l'any 1904, i a la segona meitat del segle XX Josep Girona ho feia en el seu treball *L'Alta Garrotxa*, que l'any 1960 va guanyar el premi P. Maspons i Camarasa :

Per fer-se càrrec de la grandiositat del cercle de Talaixà, és necessari pujar al cim de la muntanya de Bassegoda. Des d'allí es domina l'immens amfiteatre format per cingles, els graons dels quals tenen 100 m. d'altura. Hi ha cingle que té fins a quatre d'aquests graons, tots tallats a pic i sobre plombats, de manera que una pedra tirada des del cim tarda molt arribar a baix; es pot comptar d'espai fins a dotze, i arribant a dotze se sent l'estrèpit ocasionat per la pedra que cau al fons de l'encaixonat torrent (Bosch de la Trinxeria, 1983, p. 112).

Sols resten allí, immutables com allavors, aquelles gegantines carcanades, patentitzant un etern miracle d'equilibri; aquells espadats fora de plom, amb les basamentes rosegades per l'acció traïdora i sorda de l'aigua; aquells mateixos immensos còdols abanlançats sobre d'avencs, com badalls d'infern, i aquells colossals morrots de penya viva apuntant-se els uns als altres com proes de fantàstics barcos en combat; uns cairuts i rogencs, altres verdosos i negres, i alguns rematats en esperons de contorns epilèptics i recargolats com rences de condemnat (Vayreda, 1984, p. 24).

Enmig d'aquest conjunt verament imposant, de relleus turmentats, de cingles descarnats i cims punxeguts, s'hi obren petites i gemades valls, lloc de concentració dels reduïts nuclis humans de la comarca. Així Beget, en sa fonda i fresca vall, al peu de l'alterós Coma Negra, Oix, sota els rocosos i desfregats vessants del Bestracà, Sant Aniol, enmig del seu majestuós circ calcari, entre molts altres. Petits paradisos gelosament servats per la vianant que hi arribi

amb el cor obert, delerós de sadollar-se de la seva pau i de la seva bellesa exquisides (Girona, 1961, p. 19).

Dins la complexitat inherent d'aquest territori es poden diferenciar-hi geomorfològicament dues zones en el marc de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol. La primera d'aquestes zones forma part pròpiament de la *Serralada Pirinenca* i és on es troben els pics de major altitud, entre els quals destaca per sobre de tots el Comanegre (1.558 m), que és el punt culminant de l'anomenada serra de Monars. Aquesta serra se situa just al límit nord de l'àrea d'estudi, resseguint en bona part la frontera amb l'Estat francès. Tot i les alçades que s'assoleixen, les formes de relleu són relativament suaus.

En els dominis pirinencs cal remarcar la presència d'una falla inversa que arrenca al sud-est de Beget i que, dibuixant tot un conjunt de zigues-zagues de l'oest cap a l'est va evolucionant fins pràcticament al puig de Sant Marc, a partir d'on s'endinsa a la vall de Sant Aniol. Entre aquesta falla inversa i el cim del Comanegre, amb una disposició quasi paral·lela, hi ha un sinclinal tombat, un anticlinal tombat i un altre sinclinal tombat. Cal fer esment també a la presència d'una petita falla normal al sud-est del Comanegre (Estévez, 1970; Estévez, 1973).

La resta de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol formen part de la Serralada Transversal, i són les que constitueixen els espais geomorfològicament més enrevessats, abruptes i accidentats (Bestracà, Martanyà, cingles de Gitarriu...). Tot plegat és fruit de la intricada barreja de falles i plegaments que comporten l'aparició d'aquest entramat de valls encaixonades i d'espectaculars cingles.

Aquesta àrea que forma part de la Serralada Transversal és, doncs, la de més interès geomorfològic. Sota la predominància de calcàries i margues s'han produït tot un conjunt de plegaments, fractures i plecs que estan complementats per un seguit de falles directrius orientades en direcció est-oest i NW-SE, que han acabat provocant desprendiments de la cobertura respecte al sòcol i l'aparició d'una munió de sinclinals i anticlinals molt estrets i de flacs gairebé paral·lels (Generalitat de Catalunya, 1991).

Les falles normals orientades en direcció est-oest són les més importants i entre aquestes cal remarcar de forma especial les de Sant Aniol i la de Talaixà-Can Menera. També existeixen algunes falles inverses que es disposen en aquesta mateixa orientació i que estan relacionades amb la tectònica gravitatòria i, més indirectament, amb les falles del sòcol. Entre aquestes

darreres s'hi compta la falla inversa que va de Beget a la vall de Sant Aniol passant per les proximitats del pic de Sant Marc. En aquesta falla inversa és on es pot ubicar la divisòria entre la zona pirinenca i la zona transversal.

Les falles normals orientades en direcció NW-SE també són considerables. En aquest sentit mereix una menció especial la que es troba situada a l'oest d'Oix i que serveix per tancar per aquest cantó la vall d'Hortmoier. Alhora se'n troben tres de menor importància situades al nord-oest de Sant Aniol, que transcorren a l'entorn de la zona compresa entre la muntanya del Brull i l'ermita de Sant Julià de Ribelles. Tot aquest panorama es completa per una altra petita falla normal a l'entorn de l'ermita de les Agulles i una altra a l'alçada de Castell s'Espasa. Tot plegat acompanyat per tres sinclinals tombats al nord de Sant Aniol, juntament amb un sinclinal i un sinclinal tombat que defineixen la singular morfologia de la muntanya coneguda com el Ferran.

La datació de tota aquesta amalgama de trencaments i moviments estructurals és difícil d'establir, però tot sembla apuntar que constitueixen diferents episodis que s'han anat succeint des de les compressions inicials de l'era terciària, durant l'oligocè, passant per la descompressió pròpia del neogen. En algun cas s'ha arribat a apuntar que les accions més tardanes estiguin correlacionades amb l'activitat volcànica desenvolupada en el sector d'Olot durant les darreries del terciari i el quaternari. Cal recordar que les darreres erupcions, protagonitzades pel volcà Croscat, daten només de fa aproximadament 11.500 anys (Estévez, 1970; Estévez, 1973).

Una altra variable que ha tingut una gran transcendència geomorfològica és el modelat càrstic que es troba en bona part d'aquest territori. En molts sectors aquesta mena de modelat ha comportat l'aparició de processos erosius fruit de la dissolució química de la roca calcària. En molts afloraments de roques carbonatades es poden veure els efectes de dissolució amb la formació dels característics rasclers. Tot plegat acaba determinant, tanmateix, el desenvolupament d'importants zones de tarteres que són present en els vessants de moltes d'aquestes muntanyes. Entre aquestes, cal destacar les constituïdes per calcàries de la formació sagnari, que són les que presenten unes formes de dissolució més desenvolupades, i el seu diaclassat ha afavorit d'una manera especial l'aparició de rasclers. Aquest procés, acompanyat de la gelifracció de materials, ha comportat l'aparició d'unes cingleres del tipus ruïniforme, al peu de les quals s'apilen una gran quantitat de derrubis que acaben constituint aquestes tarteres (Sanz, 1985). Dins de l'àrea d'estudi cal

remarcar per les seves dimensions les que hi ha al llarg de la serra del Bestracà, al puig de Bassegoda, al Ferran o Martanyà. A més, la dinàmica càrstica ha afavorit l'aparició d'una gran quantitat de coves, avencs i balnes especialment abundants a la vall d'Hortmoier i Sant Aniol, on se'n troben quasi una trentena, de dimensions considerables.

Cal constatar també que l'existència de materials de caràcter al·luvial i de terrasses fluvials és ben escassa, fruit de l'important pendent del perfil hídic, que ha dificultat considerablement l'acumulació d'al·luvions i la posterior formació de terrasses. Amb aquesta situació només hi ha una incipient presència d'aquesta mena de materials a les zones més planes de la vall d'Hortmoier i, en algun punt aïllat, de la vall de Sant Aniol a l'entorn de la petita esplanada que hi ha a la zona de l'ermita-moll de Sant Aniol i, més endavant, als voltants del pla de la Muntada (Generalitat de Catalunya, 1994).

Finalment, cal destacar que aquesta marcada complexitat geomorfològica, que determina l'existència de vessants d'orientació molt diversa acompanyats de valls fondes i estretes, ha contribuït d'una forma notable a originar l'alta diversitat de tipus de bosc que hi ha en les valls d'Hortmoier i Sant Aniol. En aquest sentit només cal recordar la importància microclimàtica que suposa que una vall estigui orientada més cap al nord o més cap al sud, la qual cosa origina, per exemple, la presència de fagedes en l'obaga i rouredes en el solell... O la possibilitat que aquestes valls fondes acabin per comportar l'aparició d'intensos processos d'inversió tèrmica que modifiquin la distribució típica dels estatges de vegetació segons el gradient altitudinal, com succeeix per exemple en el cas de la vall d'Hortmoier, on es troba la presència de la roureda i la fageda en el fons de la vall, mentre que l'alzinar es situa en les parts més altes de l'obaga del Bestracà.

4.4 EDAFOLOGIA.

Abans que res, cal insistir també aquí en el paper clau desenvolupat per la geomorfologia en l'evolució edàfica, ja que els forts pendents presents al llarg de tot l'Alta Garrotxa impedeixen sovint l'estabilització dels materials i, per tant, el desenvolupament de perfils edàfics madurs. Tenint en consideració la reflexió inicial i partint de la classificació nord-americana, *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 1975), es pot dir que s'ha detectat a partir de l'anàlisi d'uns quants perfils la presència de tres grans tipus de sòls en el marc de les valls

d'Hortmoier i Sant Aniol (Badia, Martí i Alcañiz, 1991; Generalitat de Catalunya, 1994):

1. *Entisòls*: Es tracta de sòls poc desenvolupats amb un perfil AC o AR que suposa que no hi hagi una diferenciació d'horitzons. Dintre dels entisòls, a l'àrea d'estudi s'hi troben:
 - *Orthents del tipus udorthens*. Presents especialment a la serra de Bestracà, són propis de vessants inclinats i, per tant, sotmesos a processos erosius continuats.
2. *Inceptisòls*: Aquests són quelcom més desenvolupats, tal com posa de manifest l'existència d'un perfil AB₂C, amb un horitzó B d'alteració. Dins d'aquest, a l'àrea de la vall d'Hortmoier i Sant Aniol s'ha identificat:
 - *Ochrepts*. Disposen d'un perfil de color clar a causa de la baixa quantitat de matèria orgànica que contenen. Es troben al límit nord de la vall de Sant Aniol, en concret a la zona del mas Sobirà.
2. *Mol·lisòls*: Estan compostos per un epipedió molt ric en matèria orgànica acompanyat per una bona estructura i una saturació de bases alta. És un tipus de sòl molt poc abundant a l'Alta Garrotxa. En l'àrea d'estudi s'han detectat:
 - *Haploxerolls*. Sòls molt poc profunds, resultat de l'elevat pendent i l'irregular recobriment vegetal. Moderadament pedregosos, complex saturat i un elevat contingut en matèria orgànica. Es localitzen als voltants de l'ermita de Sant Feliu de Riu.

Tota aquesta informació edafològica es pot agrupar i analitzar així mateix en classes agrològiques, que es fonamenten en la productivitat i en el risc de pèrdua del sòl en cas de conrear aquell indret. En aquest cas, a la vall d'Hortmoier i Sant Aniol se n'hi han detectat 5 de distintes (Badia, Martí i Alcañiz, 1991; Generalitat de Catalunya, 1994):

1. CLASSE I: Terrenys de conreu intens sense limitacions. Es troben presents en alguns punts del fons de la Vall d'Hortmoier.
2. CLASSE III: Terrenys de conreu moderat, localitzats entorn del pla de Freixenet i del coll Roig.

3. CLASSE VI: Terrenys no aptes per a cap cultiu que necessiti llaurada, fruit de la seva poca fondària i el seu pendent considerable. Han estat detectats a la zona de la creu del Principi.
4. CLASSE VII: Terrenys no conreables. Són zones que de forma ocasional s'aclareixen per extreure'n fusta. Cal regular aquestes extraccions, ja que un forta aclarida o una extracció per ròssec poc respectuosa poden facilitar l'erosió del poc sòl existent. Són presents en petites taques al llarg de totes dues valls.
5. CLASSE VIII: Sòls d'utilització no aconsellable pel fort pendent inherent d'aquestes zones, que se situa per sobre del 50%. És la classe agrològica més estesa per tot l'Alta Garrotxa, ja que ocupa aproximadament 20.500 ha, la qual cosa representa el 57,5% del total. Aquesta és també la classe agrològica majoritària en el marc de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, de la qual seria un exemple bona part de la serra de Bestracà i els cingles de Gitarriu.

D'acord amb les dades recollides, s'arriba a la conclusió que el 95% del territori de l'Alta Garrotxa no és apte per a ús agrícola i que únicament s'hi poden implantar com a aprofitaments compatibles els de caràcter forestal i ramader per tal d'evitar la pèrdua del sòl. Aquestes són unes consideracions perfectament extrapolables a la situació de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, on fins i tot en alguns casos, tal com s'explicava per a la classe agrològica VIII, caldrà ser molt prudent en la forma d'implementar potencials explotacions ramaderes o de desenvolupar determinades activitats forestals. Tot plegat, per tal d'evitar l'impacte negatiu que comporten els processos erosius en els ja de per si pobres sòls d'aquests indrets. Una situació que és fruit sobretot del pendent, de la poca fondària dels sòls, dels fenòmens càrstics i dels afloraments de materials.

Evidentment, aquesta migrada realitat edàfica ajuda a entendre també el ràpid procés de despoblament d'aquest territori des de fa uns decennis, fruit d'una banda de la impossibilitat d'obtenir uns bons rendiments agrícoles i ramaders, i d'altra banda pel pol d'atracció en què es va convertir la vall del Fluvià amb un fort procés d'industrialització a l'entorn d'aquest riu. Així doncs, aquesta anàlisi edafològica fa més entenedor aquest retorn de bona part de l'Alta Garrotxa cap al que es podria anomenar la seva vocació natural, que no és cap altra que la forestal. Però, fins i tot per als boscos, aquests esquifits sòls han constituït

sovint una dificultat difícil de superar per la seva implantació, consolidació i posterior evolució.

4.5 CLIMATOLOGIA

Un primer *handicap* que cal vèncer per tal d'arribar a tenir una certa idea de la realitat climàtica de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, i en general de tot l'Alta Garrotxa, és la inexistència d'estacions meteorològiques en el seu interior. L'única excepció és l'estació de Beget, aquesta tot i disposar d'un bon registre d'observacions, alguns autors creuen que no cal prendre en consideració les seves dades termomètriques en ser exageradament elevades, atesa l'altitud en què es localitza el nucli de Beget (Pérez, 1981). En definitiva, doncs, les dades bàsiques que s'utilitzen per interpretar la realitat climàtica d'aquest territori provenen d'estacions meteorològiques situades en la seva perifèria.

En primer lloc, pel que fa a les precipitacions, es pot observar, en les dades recollides en el quadre estadístic i en els climogrames, que és prou elevada la quantitat de mil·límetres de pluja que es recullen de mitjana al llarg de l'any. Fins i tot es podria afirmar que són més importants del que caldria esperar si tenim present les moderades altituds que s'hi assoleixen i la seva proximitat a la mar Mediterrània. Una possible explicació a aquest fenomen rau en el fet que aquesta és una zona de convergència entre les masses fredes i més o menys humides de l'Atlàntic amb les masses càlides i humides de la Mediterrània, a la qual cosa cal afegir la presència dels relleus de la Serralada Transversal que s'interposen a les adveccions humides i temperades de la Mediterrània. En contraposició a tot això, cal remarcar que tenim en bona part d'aquest territori una imatge de terreny sec, fruit principalment de la ja comentada naturalesa càrstica, a la qual cosa cal afegir, en el cas de la zona més oriental de la part meridional, l'arribada de vents secs i càlids provinents de la Mediterrània.

Segons les dades recollides en la taula núm.22 cal diferenciar dos grans grups d'estacions meteorològiques. D'una banda les més properes a la plana empordanesa, caracteritzades per un règim típicament mediterrani amb un acusat mínim estiuenc, un màxim de tardor i primavera acompanyat d'un total de precipitacions més modest, al voltant dels 750 mm. I, d'altra banda, la resta d'observatoris, molt més pròxims a la zona d'estudi, disposen d'una quantitat més important de precipitacions que oscil·la entre els 1.027 mm de Maçanet de Cabrenys i els 1.239 mm de la Presta. La distribució d'aquestes precipitacions

al llarg de l'any varia també de forma especial entre les distintes estacions meteorològiques. Així doncs, a Castellfollit i Olot el màxim de precipitació es presenta a la primavera, en canvi a la pràctica totalitat de la resta d'estacions el màxim és d'estiu, amb l'excepció de Prats de Molló, que de forma majoritària recull la precipitació màxima durant els mesos d'octubre i novembre, és a dir, en plena tardor (Generalitat de Catalunya, 1994).

En definitiva es pot afirmar que tota l'àrea d'estudi forma part de la Ibèria plujosa, ja que es situen sempre per sobre dels 700 mm de precipitació mitjana anual. A més, tot i les dades recollides de les estacions meteorològiques situades més a la vora de la plana empordanesa, es pot dir que la zona de les Valls d'Hortmoier i Sant Aniol oscil·laria entre els 1.100-1.150 mm als punts més alts de la zona septentrional, fins als 950-1.000 mm a la part més meridional.

Si es parla de la distribució estacional de les precipitacions, cal dir que durant els mesos d'hivern es recull una mitjana de 180-200 mm a la part més occidental de l'àrea d'estudi, seguida d'una franja amb 200-220 mm de precipitació que abraça també l'extrem més meridional. Finalment, en tot el sector central i oriental les precipitacions se situen entre els 220-240 mm. Tot i que l'hivern és l'estació més seca de l'any en aquest territori, en relació amb la resta de Catalunya torna ser un espai plujós, ja que arreu del país no se superen en cap cas els 300 mm, i per tant se situa en la franja alta.

A la primavera torna a ser un dels àmbits més plujosos de Catalunya, fins al punt que en l'extrem més septentrional hi ha un petit fragment en què se supera la isohieta de 340 mm, formant part de l'interval més alt dels considerats. La resta estaria situada entre els 320-340 mm i només la fracció més sud-occidental estaria en l'interval que va de 300-320 mm.

A l'estiu, aquesta zona es torna a trobar a la part alta de l'escala d'interval de precipitació mitjana anual a Catalunya. L'extrem més occidental formaria part de l'interval de 300-320 mm, que s'aniria reduint progressivament fins a arribar a 240-260 mm de la part més oriental i de l'extrem septentrional.

Finalment, a la tardor torna estar a la part alta de l'escala d'interval en relació amb la resta de Catalunya. A l'extrem septentrional es recull una quantitat d'entre 300-320 mm, i la resta de la zona se situa entre 280-300 mm.

Si es parla pròpiament de règim pluviomètric estacional cal dir que tota l'àrea forma part d'un règim ETPH que es caracteritza per un màxim estival i un mínim hivernal. Pel que fa a Catalunya, aquesta mena de règim pluviomètric estacional s'estén d'oest a est des del límit de l'Aragó fins als voltants del puig de Bassegoda, que és a la vegada un dels límits físics de l'àrea d'estudi (Clavero, Martín Vide i Raso, 1996).

Cal esmentar també que les precipitacions en forma de neu no són gaire habituals, tot i que algunes vegades s'han recollit gruixos importants (Viñas, 1993). Segons les dades de les estacions meteorològiques ubicades en l'extrem nord-occidental, el nombre de dies de neu per any se situa entre els 11 i els 20. A la zona de Beget, Olot i Castellfollit, aquesta quantitat es redueix fins a menys de 5 dies/any. I en el cas dels altres punts de referència, de la plana empordanesa o les seves rodalies, aquesta quantitat és inferior a 3 dies/any.

En relació amb les **temperatures**, cal dir en primer lloc que la temperatura mitjana anual estaria compresa entre els 14 °C dels observatoris situats més cap a l'est (Maçanet de Cabrenys, Fontcoberta i Pontós), i els 9-10 °C dels de la zona més nord-occidental (Camprodon, Presta, Freixenet de Camprodon i Molló), passant pels 12,9 °C d'Olot i els 13,2 °C de Castellfollit de la Roca. Cal fer notar que no s'han pres en consideració els 14,5 °C de Beget per la poca fiabilitat d'aquesta dada tenint present que es localitza a 530 m d'altitud (Pérez, 1981). Tot plegat, ens pot portar a afirmar que l'àrea d'estudi s'emmarcaria entre les isotermes d'11-12 °C en la seva part més septentrional, mentre que la resta del territori estaria entre la isoterma de 12 °C i la isoterma de 13 °C.

Si es tomen a prendre en consideració les dades dels observatoris, es pot advertir que l'amplitud tèrmica anual fluctua entre els 17 °C i els 17,4 °C dels que estan emplaçats a la part més sud-oriental i en canvi a la part nord-occidental queda força més curta, a l'entorn dels 15 °C. En línies generals, es pot dir que el territori estudiat és pel que fa a l'amplitud tèrmica anual una de les zones de Catalunya situades a la banda baixa, és a dir, amb una baixa amplitud tèrmica anual. En consonància amb les dades expressades anteriorment, es pot afirmar que en pràcticament tota la vall d'Hortmoier i Sant Aniol l'amplitud tèrmica anual estaria entre els 15-16 °C, a excepció de l'extrem més meridional, on arribaria a la franja dels 16-17 °C.

Les mínimes absolutes dels observatoris meteorològics de la part més sud-oriental poden arribar als -10 °C, tenint en compte que les mínimes negatives

es recullen en el període novembre-abril. A Olot i Castellfollit s'han enregistrat mínimes de fins a -16°C i -13°C respectivament, i l'interval amb valors negatius s'allarga des d'octubre fins a maig. I a la part nord-occidental s'han arribat a constatar mínimes d'entre -15°C i -18°C i es recullen temperatures sota 0°C de setembre fins a maig en pràcticament tots els observatoris. El mes més fred és el gener, de tal manera que les parts més altes de la zona septentrional es troben situades entre la isoterma de $2-4^{\circ}\text{C}$ pel que fa a la temperatura mitjana en aquest mes, mentre que la major part de l'àrea d'estudi està entre les isoterms de $4-5^{\circ}\text{C}$ i l'extrem sud entre les de $5-6^{\circ}\text{C}$.

Les màximes absolutes que s'han arribat a registrar disposen d'uns valors semblants tant en l'extrem sud-oriental, com a l'àrea d'Olot i Castellfollit, i s'arriba fins als $38-39^{\circ}\text{C}$. En canvi, a la part nord-occidental, aquestes dades es redueixen de forma ostensible fins als $30-34^{\circ}\text{C}$. Pel que fa a la temperatura mitjana del mes més càlid, que és el mes de juliol, el sector més septentrional s'emmarca entre la isoterma de 18°C i la de 19°C . A partir d'aquí va augmentant la temperatura mitjana a mesura que avança cap al sud. Així, tenim una primera franja entre la isoterma de $19-20^{\circ}\text{C}$, seguida d'una altre entre la de $20-21^{\circ}\text{C}$ i finalment el límit meridional forma part de la franja situada entre les isoterms de $21-22^{\circ}\text{C}$.

Si s'analitza la correlació dels valors mitjans de la temperatura i la precipitació a partir de climogrames o diagrames ombrotèrmics (vegeu els 5 climogrames que es presenten a continuació) no s'observa un període de sequera estival en cap d'aquestes 5 estacions meteorològiques que s'han representat i que se situen en la perifèria més pròxima a l'àrea d'estudi. Aquesta dada ens mostra una vegada més que les característiques climàtiques més pròpies i distintives del clima mediterrani, en aquest territori s'hi desdibuixen d'una forma clara fruit especialment d'un nivell de precipitació considerable que fa que no es pugui parlar de l'existència d'un període d'estiatge, una de les peculiaritats més típiques de l'esmentat clima mediterrani (Generalitat de Catalunya, 1994; Clavero, Martín Vide i Raso, 1996).

Si s'intenta afinar una mica més l'anàlisi, cal introduir també la variable evapotranspiració potencial que s'ha determinat a partir del mètode de Thornthwaite (Thornthwaite, 1948), que utilitza com a base per a la seva determinació la temperatura mitjana mensual i la latitud. Només cal recordar que segons l'Organització Mundial de Meteorologia l'evapotranspiració potencial és la quantitat d'aigua susceptible de perdre's en fase de vapor sota

un clima determinat, amb una vegetació contínua ben proveïda d'aigua i que comprèn alhora l'evaporació del sòl i la transpiració de la vegetació (Bolòs, 1989). S'observa que l'evapotranspiració potencial supera el nivell de precipitacions únicament en les estacions situades a la meitat sud-oriental i durant alguns mesos d'estiu, de forma especial en els mesos més càlids: juliol i agost. Des d'un punt de vista global es pot afirmar que el dèficit hídric anual segons Thornthwaite és molt moderat, ja que se situaria en l'interval de 0-100 mm (Clavero, Martín Vide i Raso, 1996). A més, aquesta quantitat no superaria en cap cas els 100 mm que es creu que com a mínim constitueixen la reserva hídrica en aquests sòls (Generalitat de Catalunya, 1994). Si establim regions tèrmiques partint de la informació aportada per l'evapotranspiració potencial anual, cal dir que les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, i en general tot l'Alta Garrotxa, queda dividida quasi pel mig, de tal manera que el sector occidental formaria part de l'anomenada varietat mesotèrmica I (B'_2) de 572 a 712 mm. I el sector més oriental s'englobaria en la varietat mesotèrmica II (B'_2) de 712 a 855 mm. Si es considera la concentració estival de l'eficiència tèrmica segons Thornthwaite, a partir de la relació entre la suma de les evapotranspiracions potencials estimades pels tres mesos d'estiu i la total anual, s'obtenen una sèrie de categories que expressen distints graus de continentalitat, entesa aquesta continentalitat com la tendència de les grans àrees continentals de latituds mitjanes i altes a adquirir, en el cicle de les temperatures de l'aire, una àmplia oscil·lació tèrmica anual (Strahler i Strahler, 1989). En el cas de l'àrea d'estudi, tota ella forma part de l'interval del 48% al 51,9% (b'_4), que expressa quin és el percentatge del total de l'evapotranspiració potencial que es concentra en el trimestre estiuenc. Aquesta quantitat només és més baixa en les zones situades arran de la costa i, en definitiva, posa de manifest que la continentalitat en el territori en què es treballa és baixa.

Si es parla globalment de tipus de clima emprant tanmateix l'índex d'humitat de Thornthwaite, entès com la relació percentual entre la suma dels excedents d'aigua i les necessitats anuals d'aquest líquid expressades per l'evapotranspiració potencial, es torna a observar una clara gradació entre les parts més altes i septentrionals en relació amb les parts més baixes i meridionals, de tal manera que a l'extrem del nord, on es troben també les màximes altituds, se'l pot considerar un clima humit IV (B_4) de 80 a 100, seguit d'un clima humit III (B_3) de 60 a 80, que ocupa la major part de l'àrea i s'estén per tota la zona central. I per acabar hi ha l'extrem meridional, amb un clima humit II (B_2) de 40 a 60 (Clavero, Martín Vide i Raso, 1996).

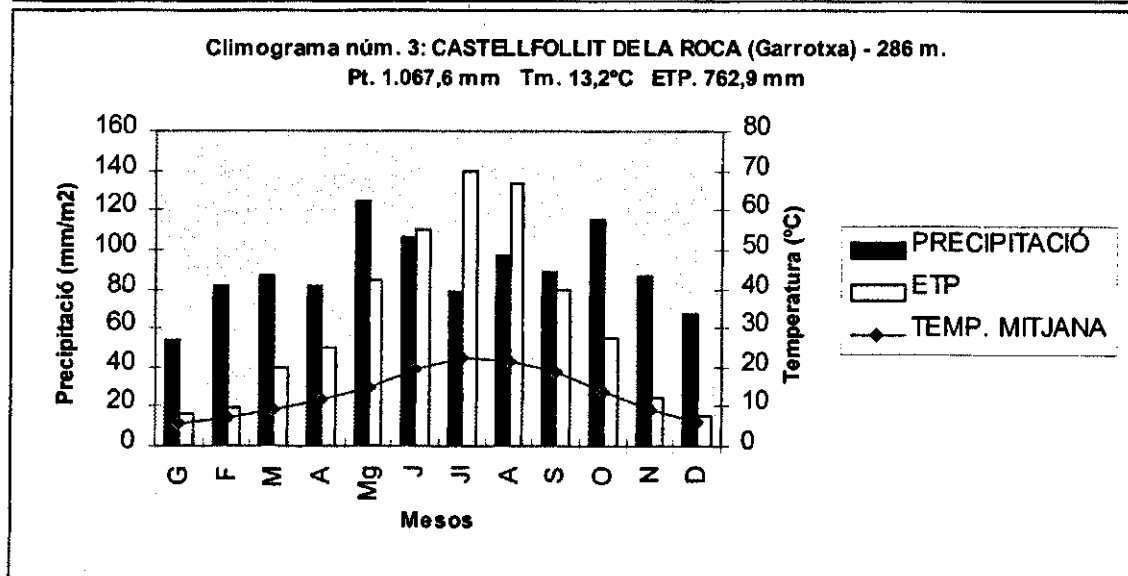
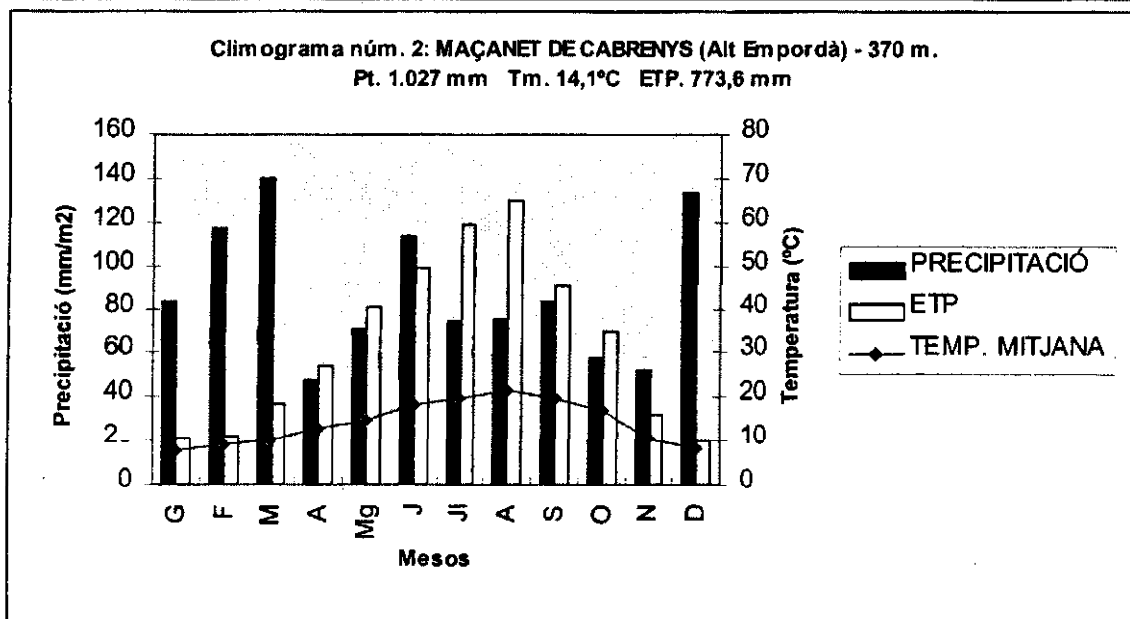
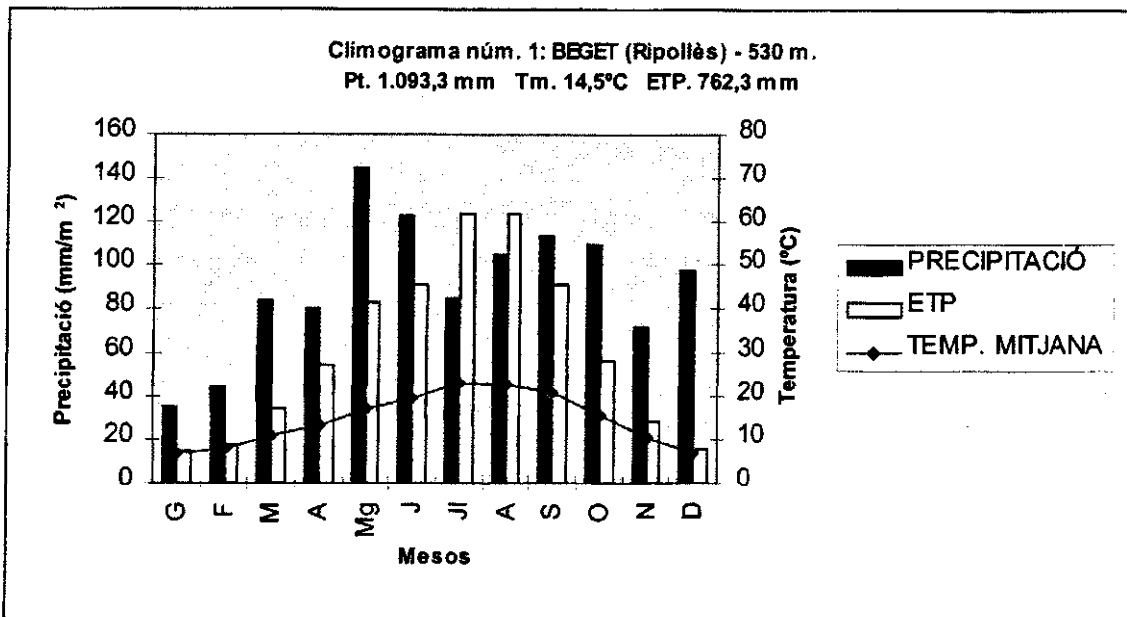
Sobre el règim eòlic tampoc hi ha dades referides explícitament a l'Alta Garrotxa. En relació amb aquesta variable, només hi ha dades procedents de l'observatori meteorològic d'Olot (Bolòs, 1977). Aquestes dades posen en relleu en primer lloc un domini dels vents càlids de component sud-oest (136 dies/any) que bufen en regularitat al llarg de l'estació càlida i van associats a períodes de sequera. En segon lloc, pel que fa a la seva freqüència, cal remarcar els vents freds i secs de component nord (80 dies/any), seguits en tercer lloc pels llevants, vents de component est provinents de la Mediterrània, que, carregats d'humitat, moltes vegades suposen l'arribada de pluges (70 dies/any). També mereixen un esment la presència de marinades durant l'estiu, les quals, aprofitant la proximitat del mar, incideixen en aquesta part de la Garrotxa i ajuden a refrescar l'ambient (Generalitat de Catalunya, 1991).

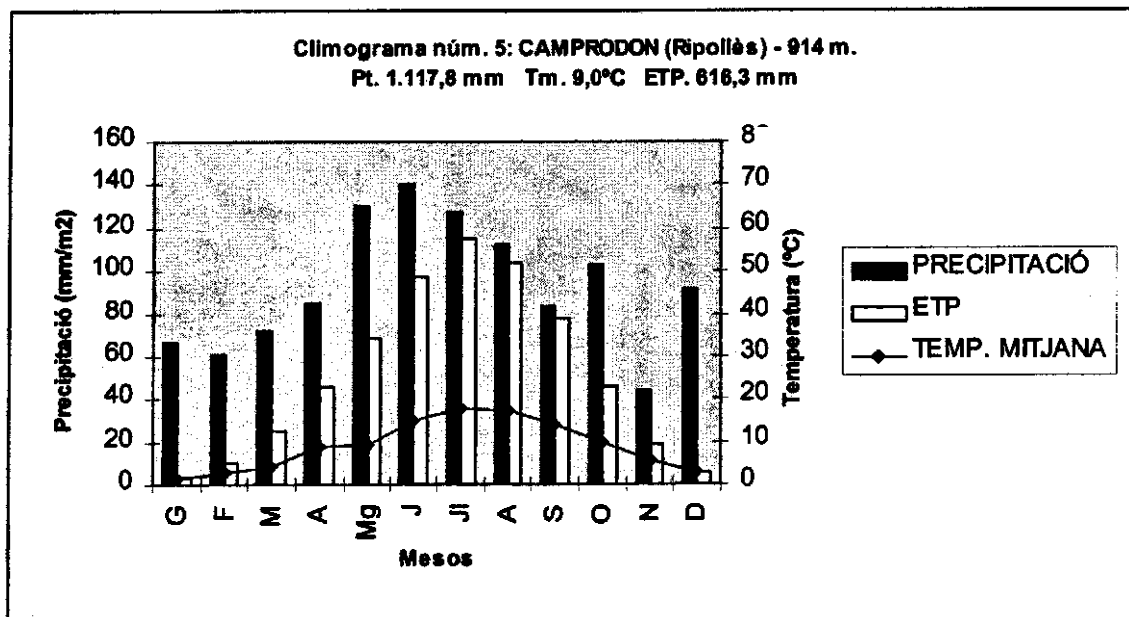
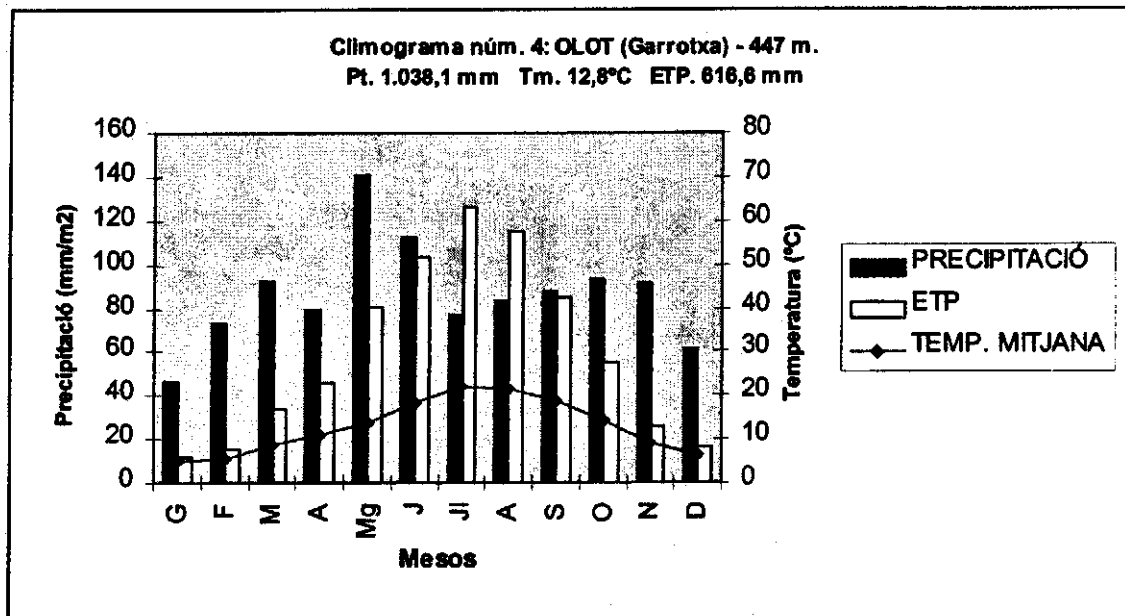
Finalment, només ens queda insistir en la transcendència que tenen les característiques climàtiques, tant les pluviomètriques com termomètriques, per explicar l'existència i evolució d'una determinada tipologia de boscos a les valls d'Hortmoier i Sant Aniol. El que destaca en primer lloc és que aquest és un àmbit on les condicions climàtiques no són ni molt menys rigoroses, ja que hi ha unes temperatures poc acusades, tant pel que fa a màximes com a mínimes. D'altra banda, la quantitat de precipitacions recollides, entre aproximadament els 950 mm-1.150 mm, és prou considerable. És interessant veure la gradació que indiquen tant les temperatures com precipitacions des de l'extrem sud-oriental fins a l'extrem nord-occidental, on es produeix un increment de la precipitació acompanyat d'una disminució de les temperatures. Aquest comportament climàtic explica en bona part la prevalència dels boscos de caràcter mediterrani a la part més sud-oriental, alzinars, en comparació amb els de naturalesa submediterrània i eurosiberiana preponderants a la part més nord-occidental, rouredes i fagedes. De totes maneres, no cal oblidar altres condicionants, tan rellevants com seria per exemple el caràcter càrstic de bona part del territori, per poder explicar la distribució dels boscos i els elements limitadors i/o condicionants del seu desenvolupament.

Taula núm. 22: Algunes dades climatològiques de les diferents estacions meteorològiques considerades.

Període Considerat	PRECIPIT. ANUAL (P)	EVAPO-TRANSPIR. (ETP)**	MINIM P-ETP**	TEMP. MITJANA	AMPLIT. TÈRMICA	MITJANA		MINIMA ABSOL.	MAXIMA ABSOL.
						MAXIMES MES + CALID	MES + FRED		
Begat* (530m.)	1090,3	762,3	-55,8 (juliol)	14,6	15,9	22,8	6,9	-18	32
Camprodon* (954 m.)	1117,8	616,3	-0,9 (juliol)	9,0	16,5	18	1,5	-13	39
Freixenet de Camprodon* (1.160m.)	1205,1			9,8	14,9	18,1	3,2	-15	33
Castellfollit de la Roca* (286 m.)	1067,6	762,9	-61,8 (juliol)	13,2	16,8	22,3	5,5	-13	39
Fontcoberta* (207 m.)	751,0			14,2	17,1	23,3	6,2	-9,5	35,5
La Presta* (1.130 m.)	1293,5			9,6	13,4	17	3,6	-11	34
Maçanet de Cabrenys* (370 m.)	1027,5	773,6	-54,2 (agost)	14,1					
Molíó* (1.182 m.)	1096,5			9,8	15,7	18,3	2,6	-13	31
Olot* (447 m.)	1038,1	713,8	-51,7 (juliol)	12,9	16,7	21,9	5,1	-16	39
Pontós* (94 m.)	767,8			14,6	17,2	23,9	6,7	-10	38,6

Font : Generalitat de Catalunya (1994) a partir de * VINAS (1993) i ** GENERALITAT DE CATALUNYA (1991).





ETP: Evapotranspiració potencial.

Font: Elaboració pròpia a partir de Generalitat de Catalunya (1994).

4.6 HIDROLOGIA

En el cas de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, la seva xarxa fluvial forma part de la subconca del riu Llierca, que al seu torn forma part de la conca del riu Fluvià. En concret, la subconca del Llierca s'emplaça en el marge esquerre del curs mitjà del riu Fluvià i, juntament amb la subconca del riu Burró, també a l'Alta Garrotxa, en són els dos principals afluents. Així mateix, l'àrea d'estudi pertany, a escala hidrogeològica, a l'àrea mesozoica i terciària del Cadí-Alta Garrotxa (Servei Geològic de Catalunya, 1992).

L'entramat de rieres i torrents, especialment d'aquesta part de l'Alta Garrotxa, es caracteritza per una extremada irregularitat del seu cabal d'aigua. Aquesta és una situació que està directament condicionada per la incidència dels fenòmens càrstics que afavoreixen la infiltració de l'aigua. En l'àrea d'estudi, i en general a tot l'Alta Garrotxa, es poden diferenciar tres tipus de cursos hídrics segons la seva constància en el transport d'aigua:

- a) *Curs perenne*: Porta aigua tot l'any. Aquest seria el cas de la riera de Sant Aniol des del seu naixement fins a les gorgues del Gomarell. O la riera de Beget, també anomenada en el seu pas per la vall d'Hortmoier com riera d'Hortmoier, des de l'alçada de la font del Bac de Coll Joell fins al Grau d'Escales.
- b) *Curs estacional*: Manté un curs fix d'aigua durant les estacions més humides, generalment primavera i tardor. Això succeeix per exemple a la riera de Sant Aniol des d'aproximadament les gorgues del Gomarell fins a Castell s'Espasa. O la Riera de Beget, des de la seva entrada a la vall d'Hortmoier, poc després de les Surgències d'Escaladui, fins poc abans d'arribar a l'alçada de la font del Bac de Joell.
- c) *Curs normalment sec*: Només porten aigua en breus períodes de temps després d'importants revingudes. Això és el que passa en bona part dels torrents que formen part de la conca hidrològica de les dues rieres principals. Aquest seria el cas, per exemple, del torrent de Tummy, el torrent de Coll Roig i el torrent de Ribelles en el cas de la riera de Sant Aniol, i el torrent de Monars, el torrent de Soms i el torrent de les Teixoneres en el cas de la riera de Beget.

S'ha de considerar el règim riu Llierca com de tipus torrencial donada la rapidesa de drenatge que afavoreix les avingudes (Sanz, 1981). Unes avingudes que han causat al llarg de la història considerables pèrdues materials, com seria el cas del trencament de ponts o l'anrossegament de trams de pistes i camins. Entre les principals riuades es manté encara present en la memòria de la gent la de l'any 1940, de la magnitud de la qual no es disposa de dades concretes. A aquesta riuades caldria afegir-hi les protagonitzades pel mateix riu Llierca durant els anys 1970 i 1977, amb uns cabals aproximats de 480 m³/s i 307 m³/s respectivament (Viñas, 1993).

Si s'entra a descriure la xarxa hidrològica de l'àrea d'estudi s'ha de començar per parlar de la riera de Beget, que, tal com s'ha dit, al seu pas per la vall d'Hortmoier és anomenada també riera d'Hortmoier. Aquesta neix prop de Rocabruna, on recull les aigües de la zona de Montfalgars i coll de Malrem. A continuació, quan arriba al nucli de Beget, del qual pren el nom, rep les aigües dels vessants sud-occidentals del Comanegra. Una mica més enllà conflueix amb la riera de Salarsa, que recull els tributs dels Obacs del Talló del Puig Ou i bona part de l'aigua provinent de la part més occidental de Rocabruna. En entrar a la vall d'Hortmoier, s'hi sumen tota una sèrie de torrents que tenen el seu origen a la carena del Comanegra-pic de les Bruixes i pic de Sant Marc. Finalment, a la sortida d'Hortmoier s'aiguabarreja amb la riera d'Oix i acaba convertint-se en la riera d'Escales, que continua el seu camí per l'estret i profund barranc de les Escales fins arribar a trobar-se amb la riera de Sant Aniol poc més avall de Castell s'Espasa. En total, al llarg de l'itinerari descrit ressegueix 12 km, amb un pendent mitjà del 3,7%.

L'altra artèria principal de la xarxa hidrològica superficial és la riera de Sant Aniol, que té el seu origen en el coll de les Falgueres, el qual es localitza al nord-est del Comanegra i forma part de la línia fronterera entre l'Estat espanyol i l'Estat francès. Inicialment la riera pren el nom d'aquest coll fins arribar a trobar la casa de Morató, a partir d'on rep el nom d'aquesta casa. A partir d'aquí la riera continua la seva davallada fins a l'aiçada de puig sa Noguera, on el corrent s'estimba pel salt de la Capa i el salt del Brull per endinsar-se a la petita vall de Sant Aniol, aquí és on ja s'anomena pròpiament riera de Sant Aniol fins a la seva confluència amb la riera d'Escales, i més endavant se'l coneix com a riu Llierca (Puigdevall, 1990). Concretament, la riera de Sant Aniol evoluciona al llarg d'un recorregut de 15 km, amb un pendent mitjà del 4%, i recull inicialment les aigües del vessants més orientals del pic de les

Bruixes, del pic de Sant Marc i el Ferran, i, així mateix, arreplega les aigües del torrent de la Comella i de Tumany.

Una menció a part mereixen les aigües subterrànies, en un territori dominat per fenòmens càrstics, mercès a l'abundant presència de roques calcàries. Aquesta realitat càrstica té una importància cabdal en relació amb la circulació hídrica superficial i subterrània, ja que una bona part dels recursos que arriben a aquestes valls en forma de precipitació es converteixen en recàrrega dels aqüífers subterranis.

Aquesta alta permeabilitat a causa de la presència de calcàries carstificades ha incidit directament en la formació d'un aqüífer ben important que rep el nom d'aqüífer de les calcàries del Fluvià-Banyoles, el qual és parcialment inclòs en l'àrea d'estudi. La seva rellevància es fa més evident si s'observa la magnitud d'algunes de les seves característiques, com serien per exemple: una capacitat de 200 hm³, una superfície de recàrrega de 450 km², una descàrrega natural de 40 hm³/any, un volum utilitzat de 10-20 hm³/any per regadiu i indústria i un temps mitjà de trànsit de l'aigua per la xarxa càrstica de 12 mesos, que oscil·la entre un mínim de 12 dies i un màxim de 30 anys.

Les entrades a aquest sistema hidrogeològic, conegut com el sistema hidrogeològic de la conca Banyoles-Garrotxa (Sanz, 1981), es produeixen principalment, tal com s'ha començat a apuntar abans, a partir de les calcàries carstificades de la conca del Llierca i Borró, que estan situades de forma principal entre els 700 i els 900 metres d'altitud. Tot plegat, acompanyat per cinc grans àrees de sortida: les surgències de l'estany i els estanyols de Banyoles, les del pla d'Espolla i Usall, les de la vall del Fluvià, les de la vall de Sant Miquel de Campmajor i finalment les de la falla d'Albanyà. La disminució de la pressió de l'aigua en els períodes més eixuts porta implícita una intermitència en els estanyols i surgències situats a una cota superior. Això comporta que les situades al pla d'Espolla i Usall siguin les que s'assequen més aviat, seguides al cap de poc temps per les de la vall de Sant Miquel de Campmajor (Sanz, 1985). Aquesta connexió hidrogeològica directa entre l'Alta Garrotxa i l'estany de Banyoles ja havia estat apuntada per Vidal Pardo durant la dècada de 1950, ja que mitjançant traçadors de fluoresceïna observava que un cop infiltrats en aigües del Llierca, a la zona de Sadernes, passats uns dies apareixien a l'Estany de Banyoles (Vidal Pardo, 1957).

Aquest aqüífer, tot i ser en diferència el més important, no és l'únic en el marc de l'Alta Garrotxa, també és remarcable el que es troba ubicat en formacions de margues i guixos paleògens, i també cal afegir-hi aqüífers en formacions granítiques i la presència d'altres de més petits en formacions de gresos i pissarres, així com en formacions de conglomerats i gresos massius (Generalitat de Catalunya, 1992).

Per tancar aquest punt dedicat a les característiques hidrològiques de l'àrea d'estudi cal insistir en el paper clau que juga la realitat càrstica d'una part considerable de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol en relació amb el passat, present i futur dels seus boscos. Així doncs, hi ha un percentatge important d'aquest territori que, tot i recollir una quantitat considerable d'aigua en forma de precipitacions, la disponibilitat real és baixa, fruit d'aquesta carstificació. Per tant, l'existència a la pràctica d'un dèficit hídric pel caràcter càrstic d'una part del territori implica un element especialment limitant per al desenvolupament dels boscos presents en aquesta franja de calcàries carstificades, que se situen aproximadament entre els 700-900 metres i que estan dominades de manera primordial per alzinars en els indrets on s'ha pogut constituir un mínim sòl.

4.7 FAUNA.

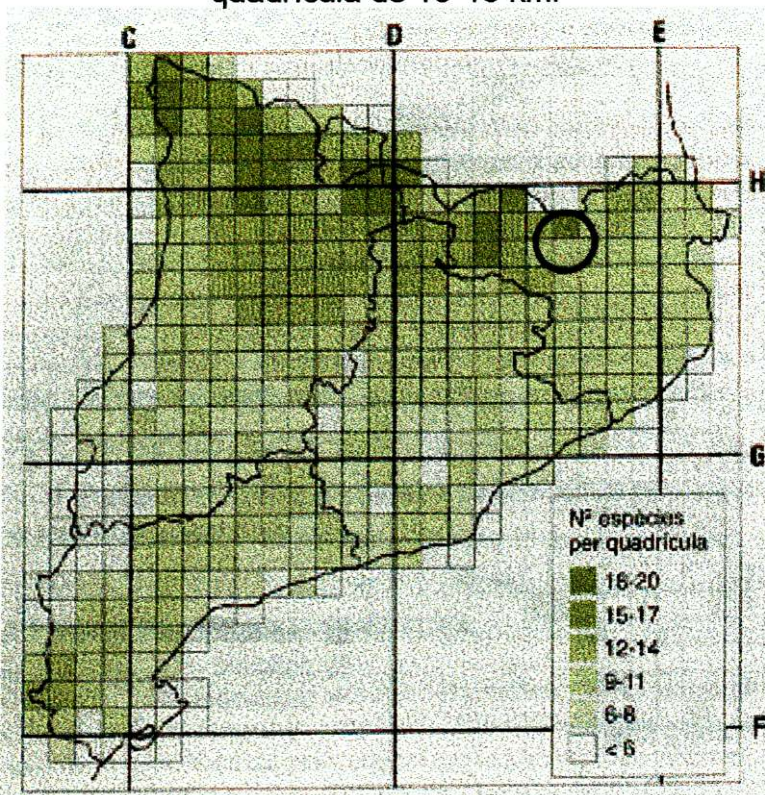
La fauna hauria d'ésser un dels elements primordials en el moment d'analitzar o valorar la situació d'un determinat bosc. Malauradament, aquesta és una de les variables més menystingudes, d'una banda perquè des de la perspectiva de la gestió forestal quasi mai se li ha donat la importància que li correspon, d'altra banda pel fet de ser un dels components mediambientals del nostre patrimoni que, encara avui, és més desconegut. Un desconeixement que és especialment remarcable en determinades parts del territori com seria el cas de l'Alta Garrotxa. En definitiva, resta molta feina de base per fer, amb l'objectiu d'arribar a determinar, amb una mínima fiabilitat, la distribució de bona part de les espècies animals, així com les seves correlacions amb les variables que componen el medi biòtic i abiòtic. I no només això, sinó que aquesta recerca de base mereix una especial atenció i suposa un particular esforç, ja que les dades recollides no són, ni molt menys, permanents en el temps. Tot plegat és fruit de la gran dinàmica implícita en el món faunístic, on en un període breu de temps es pot produir una alta variabilitat en la distribució i estat de les espècies segons les intervencions que es realitzen en un determinat lloc.

En aquest apartat no es farà una descripció de totes les espècies presents al llarg de l'àrea d'estudi, sinó que l'atenció en totes aquelles de caràcter eminentment forestal que tenen una especial rellevància pel seu paper de bioindicador o espècie clau (*keystone species*), o pel fet de tractar-se d'una espècie particularment vulnerable a les intervencions que es puguin desenvolupar en els boscos i/o la situació crítica de la seva població. Atès l'especial interès faunístic de les valls que conformen l'àrea d'estudi, com en general de tot l'Alta Garrotxa, caldria que s'esmercessin més esforços per millorar i actualitzar els deficients coneixements actuals sobre la seva fauna vertebrada i invertebrada.

Si s'entra a parlar pròpiament d'espècies vinculades al món forestal en el marc de l'Alta Garrotxa cal destacar, en primer lloc, que la seva distribució està condicionada moltes vegades pel tipus de bosc d'acord amb el seu caràcter més mediterrani o més eurosiberià. Des d'un punt de vista faunístic s'ha de considerar l'Alta Garrotxa com una àrea de transició entre el món mediterrani i el món eurosiberià, ambdós també perfectament representats en el cas de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, fet que acaba per determinar en bona part la important riquesa animal d'aquest territori.

Pel que fa a la **fauna vertebrada**, cal començar parlant dels grans mamífers. En el cas concret de l'Alta Garrotxa, i de forma molt especial la zona constituïda per les valls d'Hortmoier i Sant Aniol, es caracteritzen per ser una de les àrees de Catalunya amb una presència més important de grans mamífers, tal com posa de manifest alguna de la cartografia elaborada més recentment a casa nostra (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995). Cal recordar que bona part dels grans mamífers estan estretament vinculats amb el bosc, que constitueix sovint el seu principal hàbitat.

Figura núm. 4: Nombre d'espècies de mamífers detectades per a cada quadrícula de 10*10 km.¹⁰



Font: Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995.

Entre els grans mamífers cal esmentar, per començar, les dades existents sobre observacions de presència d'algun individu relict de linx, sense tenir la certesa de quina de les dues espècies pertanyeria, si al linx ibèric (*Lynx pardina*) o al linx nòrdic (*Lynx lynx*). En cas de confirmar-se aquestes informacions estarien de ben segur en una situació crítica i no es podria parlar pròpiament de l'existència d'una població (Generalitat de Catalunya, 1991; Generalitat de Catalunya, 1994). Tot aquest conjunt de dades podrien estar relacionades amb la important quantitat de referències que s'han recollit sobre presència de linx, també anomenat llop cerver, en els darrers anys en els Massísos del Canigó i de Madres (Casanova, 1997), així com en alguns altres punts dels Pirineus i Prepirineus (Ferrer, 1999). D'altra banda, cal dir que aquest animal, tot i tenir en les zones forestals el seu principal hàbitat, es mouria per una gran diversitat d'ambients que aniria des de les zones de pastures passant per totes les tipologies de boscos. Un dels elements que juga més desfavorablement respecte a l'existència o supervivència d'aquest carnívor, com tanmateix de

¹⁰ En el marc de la circumferència negra es on s'ubicarien les Valls d'Hortmoier i Sant Aniol. Es pot observar que en el mateix centre d'aquesta circumferència hi ha una zona de màxima concentració d'espècies de mamífers ja que es situa en l'interval de 18-20 espècies que és molt poc freqüent arreu de Catalunya. En aquest cas concret es converteix en la representació més oriental amb un nivell de diversitat tan alt.

bona part de la resta de carnívors de Catalunya, és l'escassetat de conills (*Oryctolagus cuniculus*), fruit especialment de la reiterada aparició de la mixomatosi i una excessiva pressió cinegètica. A tall d'exemple, només cal dir que de densitats lineals d'aquest animal, que podien haver estat a l'entorn dels 10 conills/km, avui en dia en molts llocs les densitats lineals van de 0-3 conills/km, amb unes reduccions que en molts casos es poden situar a la vora del 85% (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995).

Una altra espècie emblemàtica de les Valls d'Hortmoier i Sant Aniol és el gat salvatge (*Felis sylvestris*), també conegut, entre d'altres denominacions, amb el nom de *gat fer*. Aquest és un animal de requeriments poc estrictes, excepte en la seva tendència a viure apartat de la presència humana, tot i això el seu hàbitat predilecte és el món forestal (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995). La seva distribució arreu de Catalunya és poc coneguda, en part per la dificultat afegida que suposa l'existència d'exemplars hibridats i gats asilvestrats, que s'han convertit en un dels principals perills per al futur d'aquesta espècie. Tot i això, centra la seva presència de forma primordial al Pirineu i Prepirineu, i l'Alta Garrotxa en suposa una de les poques zones importants i consolidades del sector oriental (Generalitat de Catalunya, 1994).

Un primer tipus emblemàtic de mustèlid, amb un caràcter eminentment forestal i que l'àrea de treball constitueix el seu límit oriental de distribució, és la marta (*Martes martes*). Tenim referències concretes de la seva presència a la vall de Sant Aniol, a partir de la descoberta d'un crani d'aquest animal l'any 1985 prop de la cova dels Trabucaires, és a dir, en les mateixes proximitats de Sant Aniol d'Aguja (Macias, 1993a). Tot i aquestes referències, hi ha qui considera que la distribució d'aquesta espècie a l'Alta Garrotxa pot ser el resultat de desplaçaments ocasionals d'exemplars provinents del Ripollès (Generalitat de Catalunya, 1994). Sigui com sigui, el seu hàbitat predilecte són els boscos de coníferes de l'estatge subalpí, però a la vegada s'adapta i s'instal·la sense problemes a les fagedes i rouredes, que serien pròpiament l'hàbitat de què disposaria en el cas de l'Alta Garrotxa. Això sí, els estudis realitzats apunten que la marta necessita boscos madurs, que és un animal sensible a determinades pràctiques forestals poc respectuoses i amb unes baixes densitats pel que fa a l'ocupació del territori. Tot plegat l'acaba convertint en un animal especialment vulnerable. A més, s'apunta que una correcta gestió forestal és la millor forma d'intervenció per a la conservació d'aquesta espècie (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995).

També mereixen una atenció específica els grans herbívors que s'han detectat a l'àrea. Aquests ajuden a reduir la biomassa vegetal present a l'interior de les masses forestals, i a la vegada col·laboren en la preservació de les zones de pastures. Entre aquests cal destacar en primer lloc l'isard (*Rupicapra pyrenaica*), un bòvid propi de l'alta muntanya que ha començat a recolonitzar l'Alta Garrotxa provinent del Ripollès (Generalitat de Catalunya, 1994). Tot i que es costum veure'l en espais oberts, entre prats i cingleres, s'adapta perfectament al món forestal, fins al punt que es parla de forma figurada de l'existència d'isards de bosc (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995).

A més, cal parlar de la presència d'un altre bòvid: el mufló (*Ovis musimon*). Uns quants d'aquests animals van ser introduïts la dècada de 1980 per l'administració a l'Alta Garrotxa. La seva alimentació, molt variada, l'obtenen tant en els espais oberts com en els espais forestals (Macias, 1993a).

El cèrvol (*Cervus elaphus*), el més conegut de la família dels cèrvids, forma part així mateix dels representants dels grans herbívors existents en aquest territori, que l'estan repoblant de forma progressiva, a partir d'uns primers exemplars escàpols de tancats cinegètics (Macias, 1993a). Per la seva alimentació, combinen el consum de plantes herbàcies i arbustives provinents dels prats i de les zones boscoses més o menys obertes (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995).

Finalment, en relació amb els gran herbívors, cal parlar de la presència de la daina (*Dama dama*). Aquest és un altre cèrvid present en distints punts de l'Alta Garrotxa, que busca aliment primordialment a l'interior de les masses forestals. És molt possible que a aquest conjunt de grans herbívors s'hi afegixi ben aviat el cabirol (*Capreolus capreolus*), a partir del procés d'expansió d'aquesta espècie després de la seva reintroducció al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, a meitats de la dècada de 1990.

Un punt a part mereixen algunes espècies de grans mamífers vinculades als boscos de ribera. Aquest és el cas de la llúdriga (*Lutra lutra*), que a partir de la postguerra va entrar en un ràpid procés de rarificació fruit de la contaminació que van patir els rius amb el profund procés d'industrialització, que va estar acompanyat d'una agricultura i una ramaderia cada cop més intensiva. Així doncs, un procés de desenvolupament incompatible amb una espècie de mustèlid especialment susceptible a la contaminació per compostos organoclorats (PCB, DDT...) i metalls pesants (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995). Els

rius i rieres de l'Alta Garrotxa es van convertir en un dels seus darrers reductes. Fins i tot la capçalera de la Muga va disposar de la presència d'aquesta espècie fins almenys a mitjan dècada de 1980, tal com van posar de manifest les prospeccions realitzades l'estiu de 1984, en el marc d'un estudi desenvolupat per arribar a conèixer la situació de la llúdriga a Catalunya (Ruiz-Olmo, Caballeria i Mas, 1990). Aquestes dades van incidir en el fet que la capçalera de la Muga s'acabés convertint en una reserva natural parcial amb l'objectiu de protegir aquest mustèlid: Reserva Natural Parcial de la Muga-Albanyà (Decret 123/1987). Avui en dia, amb el programa de reintroducció d'aquesta espècie a la conca del Fluvià i de la Muga (Saavedra i Sargatal, 1993), també és d'esperar el retorn d'aquesta espècie a les valls d'Hortmoier i Sant Aniol. En aquest procés, una variable molt important serà la conservació i recuperació dels boscos de ribera. Un element negatiu per a la seva recuperació pot ser la competència que exerceixi per uns mateixos recursos una espècie al·lòctona especialment ben preparada com és el visó americà (*Mustela vison*), que ja ha començat a colonitzar els rius de la Garrotxa i que en el cas concret de l'Alta Garrotxa ja se'n va detectar la presència fa uns anys, en l'extrem sud-occidental (Generalitat de Catalunya, 1994).

El turó (*Mustela putoris*), també anomenat gat pudent, és una altra de les espècies de grans mamífers eminentment lligada a l'àrea d'estudi, concretament als seus boscos de ribera. Aquesta és una de les espècies de mustèlid que ha patit un greu procés de regressió arreu de Catalunya que la convertit en una espècie en perill d'extinció, amb una situació quasi tan greu com la llúdriga (*Lutra lutra*), fins al punt de convertir-se en un dels carnívors més amenaçats de Catalunya si es descompta l'ós (*Ursus arctos*) i el linx (*Lynx lynx* - *Lynx Pardina*). La seva gran especialització pel que fa a l'hàbitat, alguna possible epizoòtia --malaltia contagiosa-- o la rarificació d'alguna de les seves preses principals, com és el cas del conill (*Oryctolagus cuniculus*), són elements sens dubte cabdals per entendre aquest procés de reculada del turó. Com en el cas de la llúdriga (*Lutra lutra*), un altre perill potencial pel seu devenir pot ser la competència que exerceixi el visó americà (*Mustela vison*) (Ruiz-Olmo i Aguilar, 1995). En el cas concret de la conca del Llierca, i en especial a la riera de Sant Aniol, continua havent-hi una densitat important. Quan els cursos d'aigua no són permanents, la seva presència es redueix d'una forma notable i gradual fins a arribar a desaparèixer del tot (Macias, 1993b).

Un altre petit mamífer d'especial interès, vinculat a les rieres, torrents i boscos de ribera és l'almesquera (*Galemys pyrenaicus*), de la família dels tàlpids, un

endemisme pirinenc sense cap referència sobre la seva existència a la Catalunya Sud. Tot i això, una citació a Sant Llorenç de Cerdans a principis de la dècada de 1990 obre la possibilitat de la seva existència a l'Alta Garrotxa (Generalitat de Catalunya, 1994). Aquesta espècie, que s'alimenta d'animals del fons de rieres o de torrents busca refugi entre les roques i les arrels dels arbres dels marges (Gosàlbez, 1987).

Deixant de banda ja els mamífers, cal parlar d'algunes espècies d'ocells de caràcter forestal amb un interès tal vegada especial. Aquest és el cas d'un rapinyaire forestal present en les fagedes i rouredes de l'Alta Garrotxa, com és l'aligot vesper (*Pemis apivorus*). Aquest ocell és migrant i s'ubica a la zona durant l'estiu, on ha trobat una de les poques àrees de nidificació amb què compta a Catalunya. Molt probablement aquesta possibilitat s'ha vist molt afavorida per la baixa pressió antròpica que caracteritza aquest territori. En aquest sentit cal recordar que l'aligot vesper és un animal que tolera malament la presència humana durant el període de nidificació. Això l'ha convertit en una au escassa i mal coneguda (Ferrer, Martínez i Muntaner, 1986).

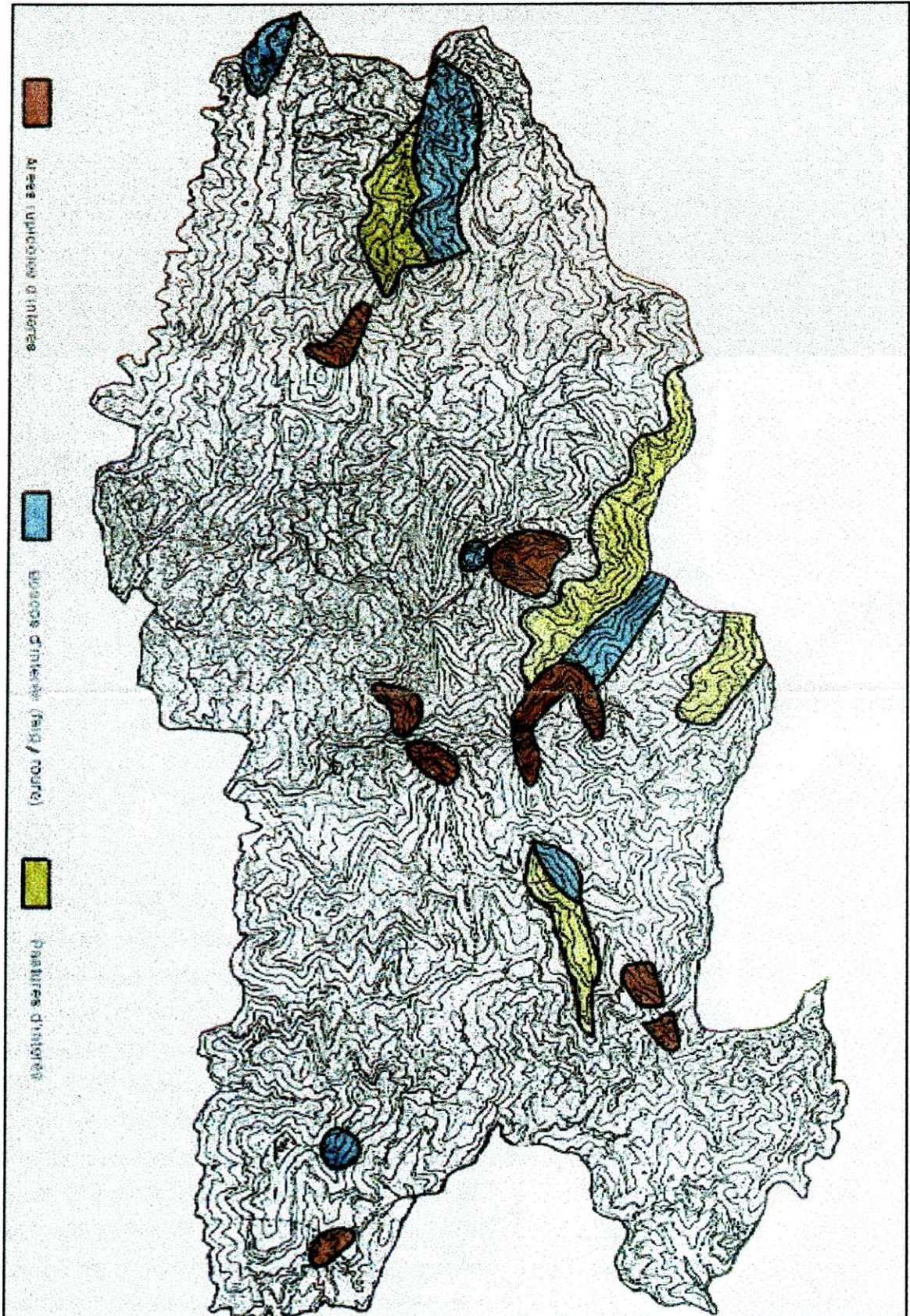
En els boscos caducifolis més humits de l'Alta Garrotxa s'hi troba tanmateix la presència de becada (*Scolopax rusticola*), que tot i ser una espècie inicialment lligada a l'aigua s'ha adaptat a aquest nou ambient, que li assegura un índex superior de possibilitats de supervivència enfront de la forta pressió cinegètica a què està sotmesa (Macias, 1988). Aquesta és una espècie hivernant a Catalunya, i com que l'Alta Garrotxa compta amb una reduïda població sedentària, s'ha convertit en un nucli reproductor (Generalitat de Catalunya, 1994).

Per arrodonir les informacions sobre els ocells, cal dir que unes altres espècies indicadores de maduresa i qualitat de les masses forestals, que podrien retornar d'aquí a poc als boscos de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol seria per una banda el picot garser petit (*Picoides minor*), que s'afegiria al ja habitual picot garser gros (*Picoides major*), i/o d'altra banda el picot negre (*Dryocopus martius*). Tal com ja s'ha dit, el picot garser gros (*Picoides major*) és un ocell present en els boscos de caducifolis i de ribera de l'àrea d'estudi i cal apuntar la probable incorporació del picot garser petit, tal com posen de manifest la datació d'una reproducció d'aquesta espècie a la Manera (Vallespir), tocant al límit septentrional de l'Alta Garrotxa (GOR, 1985; Dejafve, 1993-1994). Tampoc no es descarta que aquesta au ja formi part de les mal conegudes bosquíries d'aquesta part de la Garrotxa. Un cas semblant seria el picot negre

(Dryocopus martius), present en boscos pròxims del Ripollès, que concentra la major part de la seva població en els boscos ripollencs més meridionals, i que, a més, tot sembla indicar que està en un cert procés de recuperació, tal com indica el fet que s'hagi tornat a observar la seva presència en indrets com la Reserva Nacional de Caça de Freser-Setcases (González, Puig i Gil, 1990; Puig, Càmara, González, 1993). L'existència en un futur pròxim d'aquestes espècies a les valls d'Hortmoier i Sant Aniol seria un veritable certificat de qualitat dels boscos, ja que totes requereixen de la presència d'arbres vells, morts i de classe diamètrica gran, uns requeriments que els són necessaris tant per a la construcció dels seus nius com per a la seva alimentació.

A partir de tot aquest conjunt de dades sobre espècies vertebrades que estan vinculades d'una forma directa o indirecta al món forestal, cal remarcar l'existència d'unes àrees boscoses d'especial interès pel que fa a la presència de fauna, entre les quals cal remarcar les fagedes situades a l'obaga del puig de Bassegoda, com també les fagedes i rouredes presents a l'obaga que va des del Comanegra, passant pel pic de les Bruixes fins al pic de Sant Marc. Aquesta informació ha estat recollida de forma aproximada en alguna cartografia elaborada a la primera meitat de la dècada de 1990, i que es presenta a continuació.

Figura núm. 5: Àrees forestals d'interès faunístic de l'Alta Garrotxa en blau.



Font: Generalitat de Catalunya, 1994

Per acabar, només cal fer una menció especial a la necessitat de mantenir les àrees de conreu i pastures que resten, en definitiva aturar l'expansió galopant de la superfície forestal que amenaça hàbitats primordials per al manteniment d'una part molt important de la diversitat biològica. Aquest seria el cas de la biodiversitat present pròpiament en els conreus i pastures o en les riques zones que representen els seus respectius ecotons, espais de contacte entre bosc-pastura o bosc-camp de conreu. Com a exponent d'aquesta diferencial de diversitat biològica es podria destacar que per al cas de la Garrotxa es calcula, que, en relació amb la riquesa ornitològica, hi ha una diferència de 3:1 en la relació d'espècies existents en espais oberts, en comparació amb els espais forestals (Macias, 1993b).

La conservació d'aquestes restes de paisatge en mosaic és primordial per al manteniment d'espècies tan emblemàtiques com per exemple l'àguila daurada (*Aquila chrysaetos*), el duc (*Bubo bubo*) o el falcó pelegrí (*Falco peregrinus*), per posar només alguns exemples d'aus emblemàtiques en procés de regressió, fruit de la desaparició dels seus hàbitats. També és primordial aquesta conservació per a la recuperació d'algun altre rapinyaire, com l'àguila cuabarrada (*Hieratus fasciatus*), o de grans necròfags, com el trencalòs (*Gyapetus barbatus*), el voltor comú (*Gyps fulvus*) o l'aufrany (*Neophron percnopterus*). Tots van desaparèixer fa uns decennis dels seus darrers refugis de l'Alta Garrotxa, que es concentraven de forma majoritària a les valls d'Hortmoier i Sant Aniol. Així doncs, l'àguila cuabarrada (*Hieratus fasciatus*) era una espècie reproductora als cingles de Sant Aniol fins a principis de la dècada de 1980, quan la manca d'aliment i la pressió cinegètica el van portar a la desaparició. El trencalòs (*Gyapetus barbatus*) niava també en els penya-segats d'aquestes valls fins a l'any 1969. El voltor comú (*Gyps fulvus*) havia criat en els precipis que envolten Sant Aniol d'Aguja, a la cinglera del torrent del Toll i fins als anys 60 al cingle de la Manallada i encara era possible veure'l de forma habitual a la dècada de 1970. I l'aufrany (*Neophron percnopterus*) hi havia estat un ocell present fins a finals dels anys 70, quan es va reproduir per darrera vegada a la vall del Bac (Macias, 1988).

Afortunadament, algunes d'aquestes espècies s'han tornat a albirar en els darrers temps en el marc del procés d'expansió de què estan gaudint, aquest seria el cas per exemple del trencalòs (*Gyapetus barbatus*), que en el període 1986-91 va incrementar en 13 el nombre de parelles presents al Pirineu i Prepirineu (Heredia i Heredia, 1991), una situació que s'ha repetit en anys successius, per exemple l'any 1993 s'hi va incorporar una nova parella i l'any

1994 se'n van arribar a comptabilitzar un total de 50 parelles reproductores, amb un augment de 3 parelles en un sol any (Heredia, 1994). Aquestes observacions i aquestes dades, extensibles als altres necròfags dels que s'ha parlat, poden ser els primers senyals que acabin portant al seu reestabliment, sempre que es mantinguin i s'afavoreixen les condicions presents. Però no tot són bones notícies, ja que rapinyaires com l'àguila cuabarrada (*Hieratus fasciatus*) continuen patint un procés de declivi demogràfic que arrenca de principis de la dècada de 1970, i que arriba fins a l'actualitat, amb una reducció progressiva del nombre de parelles reproductores, passant d'un total de 85 a només 70, amb una disminució poblacional del 4,4% anual (Ferrer, 1998).

Seria també en aquest zones d'ecotò entre el bosc i els camps i pastures on es troben tot un conjunt de rèptils especialment interessant, vulnerables i de distribució restringida a Catalunya. Aquest seria el cas de la Bivia tridàctila (*Chalcides chalcides*), serp verda i grogra (*Coluber viridiflavus*), o la serp d'Esculapí (*Elaphe longissima*) (Generalitat de Catalunya, 1994).

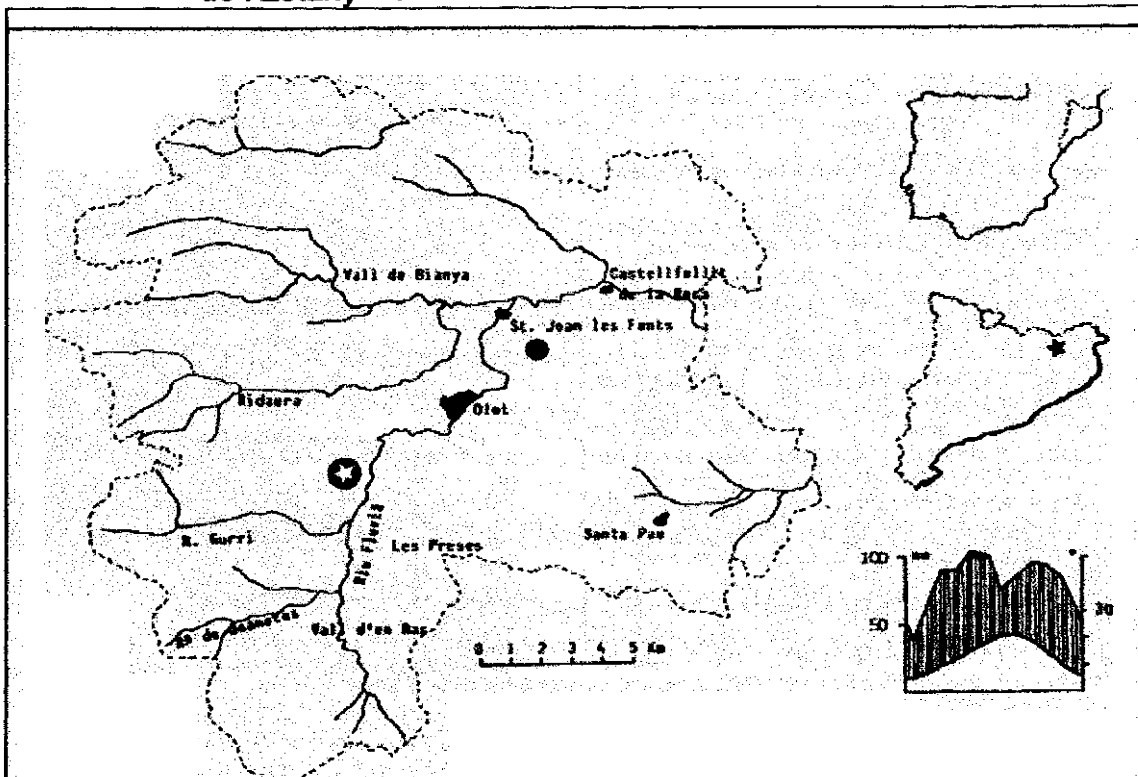
Pei que fa a la fauna invertebrada, cal tornar a insistir en la lamentable manca d'informació, que en aquest cas es fa encara molt més palesa. Tot i això, es pot afirmar que la presència o absència d'aquestes espècies ens informen tanmateix de l'estat de maduresa i conservació d'una determinada massa forestal, i és un element positiu la constatació de la seva existència en un bosc determinat. En l'àrea d'estudi, cal remarcar la presència en alguns boscos caducifolis, especialment fagedes, de *Belisarius xambeui*, anomenat també escorpí cec, sota pedres o dins d'esclètxes o cavitats. O el *Molopidius spnicollis*, que centra el seu hàbitat tal vegada en les fagedes (Armengol, 1986; Blas, 1987). Aquestes dues espècies estan protegides per les normes particulars que el Pla d'Espais d'Interès Natural introdueix per al cas concret de l'Alta Garrotxa. Altres espècies lligades de forma especial a les fagedes i rouredes i que molt probablement són presents en aquesta àrea, com apunten distintes citacions provinents de diferents punts de la Garrotxa i el Ripollès, serien el *Rosalia alpina* i el *Carambyx cerdo*, respectivament. El *Carambyx cerdo* rep també el nom de banyarriquer del roure i s'alimenta especialment de la fusta morta, la qual perfora i destrueix progressivament. Finalment, caldria afegir a la llista d'espècies possibles en les fagedes de l'Alta Garrotxa de l'*Eriogaster catax*, una conclusió a la qual s'arriba després de prendre en consideració les característiques de la seva distribució general arreu de Catalunya i l'opinió dels experts (Blas, 1987; Generalitat de Catalunya, 1994).

Capítol 5: L'EVOLUCIÓ HISTÒRICA DELS BOSCOS DE L'ALTA GARROTXA.

5.1 ELS BOSCOS EN LA PREHISTÒRIA.

Vull fer esment en primer lloc a les aportacions fetes per les anàlisis pol·líniques desenvolupades a la comarca de la Garrotxa, on destaca de forma especial les realitzades en el dipòsit lacustre del <<Pla de l'Estany>>, situat en el nucli de Begudà a Sant Joan les Fonts. Tot i que aquestes primeres dades no són referides de forma explícita a l'Alta Garrotxa, sinó al que es coneix com a comarca d'Olot, i més concretament a la zona volcànica, sens dubte es tracta d'informació ben rellevant per tenir una certa imatge de quina podia ser la realitat ambiental en aquell moment (Burjachs, Cartaña i Monteis, 1985; Burjachs, 1990; Mallarach, Pérez i Roura, 1985).

Figura núm. 6: Localització amb un punt vermell del dipòsit lacustre del <<Pla de l'Estany>>:



Font: Elaboració pròpia a partir de Mallarach, Pérez i Roura, 1985, p.51.

D'acord amb aquestes dades, s'observa que entre 80.000-70.000 anys BP, en el paleolític inferior, es dóna un episodi menys fred del que era habitual fins al moment, amb un increment de la temperatura i la humitat que va suposar l'existència d'avetoses i de fagedes. Una presumible posterior davallada de la temperatura va portar a l'aparició amb força de la pineda de pi roig i la reculada de l'avetosa i la fageda. En aquest episodi es detecta un tercer període de característiques semblants al clima actual, que va comportar el desenvolupament de la roureda, l'alzinar i l'aparició dels carpinus.

Entre 70.000 i 60.000 anys BP, en el paleolític mitjà, hi ha un nou refredament climàtic fruit de la glaciació wurniana, amb una davallada de la coberta arbòria, un paisatge dominat pel pi roig, per prats de gramínies i per d'altres herbàcies. Al voltant dels 60.000 anys BP hi ha un cert millorament tèrmic, amb una recuperació del pi roig i tímida de l'avetosa. Malauradament en el període de 58.000-40.000 anys BP existeix el que es coneix com un hiatus pol·línic, és a dir, un segment sense dades, la qual cosa fa que no es pugui conèixer la vegetació existent en aquest interval de temps.

Fa uns 40.000 anys BP, es va entrar en el paleolític superior, es produeix un interestadi marcat per un augment de la temperatura i de la humitat que permet un petit avenç de la pineda de pi roig i de la roureda, increment de l'avellaner i aparició, novament, del carpinus abans de la seva extinció definitiva de la zona. Posteriorment, els freds wurnians retornen amb força i acompanyats d'una intensa sequera. Tot plegat transforma el paisatge, es converteix en el domini de les artemísies, les gramínies i altres herbes resistents a aquestes condicions tan extremes, i des del punt de vista arbori es manté el pi roig.

Fins fa 23.000 anys BP no se supera aquest període de temperatures extremadament baixes, una petita etapa de bonança permet una certa recuperació del pi roig, de les rouredes i dels avellaners. Però després s'arriba a l'estadi més fred de la glaciació wurniana en què els boscos de pi roig i altres espècies resistents al fred reculen fins a convertir-se en purament testimonials. Les artemísies recuperen el domini del territori.

S'ha d'esperar fins fa 19.000 anys BP per trobar una millora climàtica que suposa una tímida expansió del pi roig i de l'avellaner. Es tracta d'una fase molt breu, ja que fa 18.000 anys BP s'entra en l'etapa tardiglacial on novament s'estenen les artemísies, les gramínies i altres plantes herbàcies. Aquestes

pulsacions climàtiques es repeteixen fa 13.000 anys BP, disminueix el fred i hi ha una recuperació del pi i de l'avellaner. Finalment, fa 12.300 anys BP hi va haver-hi una darrera fase freda i seca amb un retorn de les espècies anteriorment esmentades.

Aquesta etapa de domini del fred s'acaba pràcticament fa 11.800 anys BP amb un veritable escalfament climàtic que marca l'arribada de l'holocè amb extensió dels boscos de coníferes que dominen sobre els herbeis. Però tot i això, encara es va haver de superar una darrera fase freda entre el 10.800 anys BP i el 10.200 anys BP. A partir d'aquí s'entra en l'interestadi actual, amb la recuperació progressiva dels boscos fins a la vegetació present (Alcalde i Burjachs, 1991).

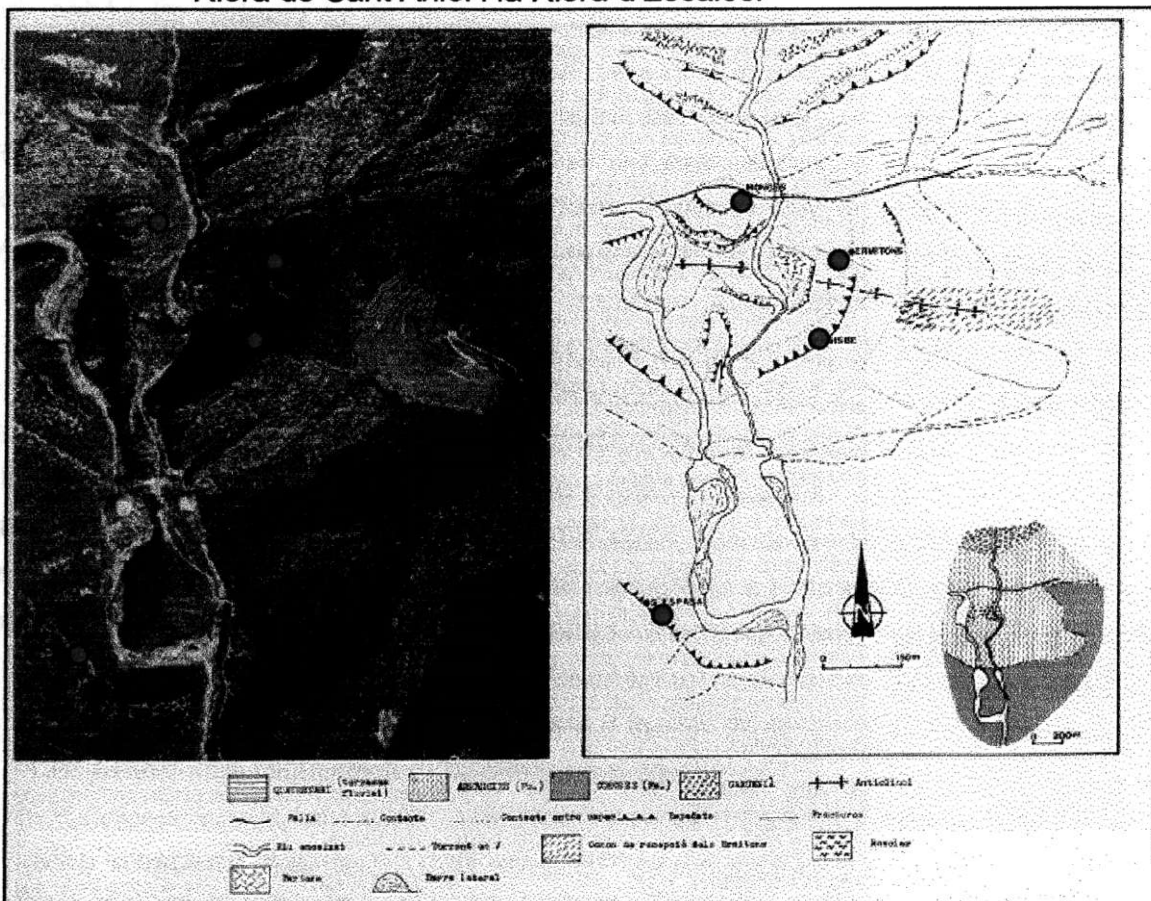
A l'Alta Garrotxa s'ha realitzat una experiència d'anàlisi antracològica i anàlisi pol·línica al <<poblat de Plansallosa>>, amb una datació aproximada de 7000 anys BP, és a dir, corresponent al neolític (Alcalde, Boix i Buxó, 1989). En aquell moment la vegetació de la vall del Llierca estava repartida entre la roureda i l'avellanosa acompanyada de l'alzina, el pi, el ginebró, el càdec, la savina, l'auró i el til·ler. A les zones altes es creu que s'hi podien trobar els bedolls i els avets. Al voltant dels cursos d'aigua, el salze, el vern, l'om i el freixe. A nivell arbustiu destacaven el boix, els brucs, les estepes i els xuclamels. Posteriorment, i de forma progressiva, va continuar el procés d'escalfament climàtic i l'alzinar guanya terreny amb el manteniment del boix com a sotabosc.

Finalment, durant l'edat de Bronze, 2000 anys BP, els ginebrons, els càdec i les savines disminueixen progressivament i, d'altra banda, es produeix una notable expansió de la fageda mentre es mantenen a les parts altes el bedoll, les avetoses i les pinedes de pi roig. Altres espècies presents són els aladerns, els aurons, els servers, les pomeres silvestres... A part, les brolles ocupen els espais oberts per l'acció de l'home i que posteriorment són abandonats (Alcalde i Burjachs, 1991).

Si es vol referir-se a més dades pròpiament de l'Alta Garrotxa cal fonamentar-se bàsicament en les informacions aportades pels diferents jaciments arqueològics i que remunten el poblament humà al paleolític inferior fa més de 100.000 anys. Tot i aquestes antiquíssimes referències i la important quantitat de jaciments localitzats, sembla ser que la presència humana era més aviat precària i poc abundant (Soler, 1987, p. 37):

A l'Alta Garrotxa existeixen moltes coves que, en contra del que seria d'esperar, han donat relativament poca informació sobre el Paleolític... Tampoc no hi ha indicis d'art parietal tan abundant a l'Arieja. Hem de creure que l'Alta Garrota era també durant el Quaternari una zona de pocs recursos i difícil accés.

Figura núm. 7: Localització d'alguns dels jaciments prehistòrics més importants de la Vall del Llierca, concretament en el punt de contacte entre la Riera de Sant Aniol i la Riera d'Escales.



Font: Elaboració pròpia a partir de Maroto, 1985, p.39.

El jaciment de la <<cova dels Ermitons>>, situat a la vall del Llierca, en el cor de l'Alta Garrotxa, té una importància cabdal. Entre les restes cal destacar els fòssils de micromamífers de gran rellevància per intentar reconstruir, tal com s'ha intentat fer, la paleoecologia del paisatge que envoltava el jaciment. Els micromamífers estan molt lligats a unes determinades condicions climàtiques i a uns biòtops molt específics que permeten establir reconstruccions de l'entorn vegetal amb força precisió. Aquestes restes majoritàriament tenen el seu origen en egagròpiles de les rapinyaires, que són representatives d'aproximadament 5 km a l'entorn del jaciment.

Malauradament, les restes recollides a la <<cova dels Ermitons>> han estat poques i no es disposa de la datació de molts dels estrats. Tot i això, la datació absoluta situa una part de les restes al musterià (paleolític mitjà) i una altra part al postglaciari (neolític). Entre els micromamífers destaca la gran varietat, ja que es troben formes típiques d'espais oberts, de bosc i fins i tot pròpies de zones de gran humitat (Alcalde, 1982). En canvi, entre les restes de grans mamífers destaca la presència d'espècies d'hàbitat preferentment forestal: cabres salvatges, ós de les cavernes, llop, linx, pantera... (Maroto, 1985). L'explicació rau, possiblement, en el fet que les captures de micromamífers per part de les rapinyaries s'estendria a una àrea ampla, com s'ha comentat anteriorment, aproximadament a uns 5 km, que abraçaria zones fora de les valls més tancades. En canvi, els grans mamífers serien els que viurien en els boscos de les valls de l'Alta Garrotxa (Alcalde, 1982).

A part d'aquest, hi ha hagut algun altre intent de reconstrucció de les característiques paleoecològiques de l'Alta Garrotxa a partir de les restes de fòssils trobats en diferents jaciments situats també a la vall del Llierca: <<cova s'Espasa>>, <<bauma del Serrat del Pont>> i <<cova 120>>. Les restes trobades són similars, amb alguna excepció notable com la important presència de bou a la <<bauma del Serrat del Pont>>, que podria ser conseqüència del millor emplaçament d'aquest jaciment per la cria d'aquest bestiar (Toledo, 1988). Cal fer un esment particular a les restes localitzades a la <<Cova s'Espasa>>, i que es tracta majoritàriament d'ocells, els animals que més fàcilment hi podien accedir, i les espècies presents confirmen el domini del món forestal (Estévez, 1980).

La indústria paleolítica de la <<cova dels Ermitons>> i les restes de cabres salvatges fan pensar amb un aprofitament bàsicament d'aquest animal com a recurs cinegètic. Més que probable encara, si es pensa en les difícils condicions d'aquest territori per desenvolupar altres activitats que no sigui la cacera, aprofitant estratègicament en el punt de localització d'aquest jaciment l'estretor del llit del riu (Maroto, 1985).

A partir del paleolític es continuen trobant restes de presència humana en els diferents jaciments situats a l'interior de l'Alta Garrotxa, però es denota una pèrdua d'importància d'aquests jaciments pel que fa a la seva utilització, ja que passen a ser molt possiblement llocs d'ocupació temporal (Soler i Alcalde, 1980; Bosch *et al.*, 1993). En definitiva, se surt del que és la zona més feréstega de l'Alta Garrotxa i es tendeix a emplaçaments situats a cavall entre el rerepaís muntanyós i la plana fluvial que formen la unió dels rius Llierca i Fluvià (Toledo, 1988; Alcalde, Bosch i Buixó, 1989; Bosch *et al.*, 1993).

Un primer jaciment de remarcable importància en aquest moment és la <<bauma del Serrat del Pont>>, situat en un privilegiat indret entre la plana i l'interior de l'Alta Garrotxa. La seva localització permet una agricultura diversificada i construir-hi tancats de bestiar fàcilment controlables. D'altra banda, l'espai més feréstec de l'Alta Garrotxa fa possible aprofitar-ne els recursos cinegètics. A més, es comença a produir un important aprofitament dels recursos forestals per a diferents funcions: construcció d'estructures, de tanques per als animals i també, evidentment, per a llenya i carbó.

A part, aquest lloc té una fàcil comunicació cap a la costa a través de la vall del riu Fluvià i la possibilitat de comunicar-se cap a l'altra banda dels Pirineus pels diferents passos existents a la zona. L'ocupació inicialment devia ser intermitent, com a conseqüència de la predominància del sistema nòmada de caça i recol·lecció que tendia a l'esgotament dels recursos naturals de l'entorn més proper. Posteriorment, amb el desenvolupament de l'agricultura i la ramaderia es va produir una progressiva sedentarització a partir d'una mínima divisió del treball: bosquetans, pagesos i ramaders (Toledo, 1988).

Tot i això, el principal hàbitat neolític de la zona és l'assentament a l'aire lliure del <<poblat de Plansallosa>>. La situació del jaciment és també molt favorable, ja que es troba en un punt de contacte entre l'interior de l'Alta Garrotxa i la plana fluvial. Per tant, la seva localització permetia accedir a les

terres amb possibilitats agrícoles de la plana fluvial i als recursos forestals, cinegètics i pastures de l'Alta Garrotxa. Hi conflueixen les rectes sud/nord de penetració a l'Alta Garrotxa i oest/est del camí ramader entre les pastures pirinenques i les empordaneses.

Segons les dades recollides al <<poblat de Plansallosa>> el bosc tenia un important paper en la recol·lecció, i en destaca especialment l'aprofitament de les glans. En relació amb les restes d'animals, es fa patent la importància, en primer terme, de la ramaderia (ovelles i cabres domèstiques) i, en un segon terme, de la predació (cabres salvatges, bous salvatges, cérvols i cabirols). Pel que fa a l'impacte antròpic associat a les activitats desenvolupades per la societat neolítica caldria subratllar la desforestació per aconseguir tant terres de conreu com pastures (Bosch *et al.*, 1993). Una mostra seria la troballa d'aixes de pedra polida en aquest jaciment (Alcalde, Bosch i Buixó, 1989).

Durant tant el calcolític com el Bronze antic i mitjà es constata una utilització gairebé única de les coves de l'interior de la vall del Llierca com a llocs d'enterrament. Durant el Bronze final, les estades són només de caràcter puntual, relacionades amb activitats econòmiques ramaderes, com per exemple llocs de refugi durant els moviments del bestiar a la recerca de pastures. Aquestes activitats ramaderes, que s'apunten durant el Bronze final, han perdurat fins als nostres dies, acompanyades d'ocupacions ocasionals, com pot ser d'abric provisional o amagatall (Bosch *et al.*, 1993).

D'altra banda, la utilització cada cop més estesa de metalls va implicar la necessitat de la seva fundició, amb un increment del nivell d'explotació forestal amb l'objectiu d'obtenir-ne carbó vegetal (Bauer, 1991).

Finalment caldria esmentar, com a informació complementària, que en l'interior de l'Alta Garrotxa s'ha trobat una tomba megalítica, <<La cista amb túmul de la Creu del Principi>>, la primera en aquesta zona de Catalunya. Està situada en un dels camins ramaders, de datació possiblement prehistòrica, que carenant connecta la zona del cap de Creus amb el Ripollès. És una mostra més de l'activitat ramadera, forestal i agrícola que arrancaria del començament del neolític, s'hauria reforçat durant l'edat mitjana, i hauria aconseguit mantenir-se fins no fa molt de temps (Bosch i Tarrus, 1989).

5.2 ELS BOSCOS A L'EDAT ANTIGA

El dipòsit lacustre del <<Pla de l'Estany>> ens informa de l'evolució de la vegetació durant l'anomenada època ibèrica, aproximadament uns 600 anys aC. En aquest moment hi ha un òptim climàtic que es caracteritza per un increment considerable de les pluges, acompanyat d'una màxima expansió de les fagedes i l'aparició de les omedes en els boscos de ribera. Aquesta és considerada com la darrera etapa on la influència humana no modifica de forma determinant el paisatge vegetal.

La intervenció antròpica s'intensifica notablement durant la romanització, que s'inicia l'any 218 aC, amb la conquesta d'Emporion. El paisatge de l'època romana comporta una davallada dels boscos naturals, amb una extensió dels espais conreats, acompanyat d'unes condicions climàtiques més seques. Les espècies més afectades per aquest procés són el faig i l'abet. L'impacte de la romanització s'intensifica durant el període imperial amb la introducció de la noguera, la vinya, l'olivera i amb una explotació forestal molt més intensiva. Una prova d'aquesta dinàmica és que les brolles de bruc arriben a la seva màxima extensió (Alcalde i Burjach, 1991). Aquesta inèrcia rau tant en l'extensió de terres de conreu i pastures com en la potenciació de les activitats marítimes i, per tant, la necessitat de fusta per a la construcció de vaixells (Bauer, 1991).

Aquestes dades serien especialment significatives per a la zona de la comarca d'Olot, molt més accessible i topogràficament molt més adient per fer possible una intensificació de les activitats agrícoles i ramaderes. Tot sembla indicar que en aquest moment l'Alta Garrotxa continuava essent un lloc d'ocupació ocasional.

Arribat aquest punt cronològic, a cavall entre l'època ibèrica i el període de romanització, caldria remarcar la importància del bosc en la toponímia (Alzina de Sant Grau, Sant Miquel de Coma de Roure, coll del Faig, baga del Ginebret, clot dels Teixos...). Aquest és un fet constatat i constatable, tant en la toponímia més antiga que ha sobreviscut, com en la toponímia més moderna que s'ha anat adoptant de forma progressiva. Un dels exemples més notables, com a reminiscència d'una llengua iberobasca, seria el cas del puig de Bassegoda, format del compost <<Bassa>> i <<goiti>>, que serien, respectivament, "selva o bosc" i "encimbellat". Així doncs, significaria quelcom semblant al bosc o a la selva del cim de la muntanya. Un altre cas seria Sant Miquel de Monteia, que

en època medieval rebia el nom de <<Montilias>>, mot que sembla arrencar dels mots llatins <<Montem>> i <<Illicis>>, és a dir, seria quelcom semblant a la muntanya de l'alzina (Puigdevall, 1990). Finalment, cal esmentar el cas de Beget, per al qual alguns autors apunten que té l'origen etimològic en <<Fagetum>> i, per tant, provindria de Fageda (Arnall, 1986).

5.3 ELS BOSCOS A L'EDAT MITJANA

Recuperant el fil històric, caldria continuar parlant del període visigòtic. Malauradament existeix un gran buit d'informació respecte d'aquest període concret, però es creu que el paisatge va mantenir, en bona mesura, les característiques plantejades per l'època romana (Alcalde i Burjachs, 1991).

Durant l'edat mitjana les anàlisis pol·líniques remarquen una notable pobresa pel que fa a arbres, com a conseqüència de la desforestació d'origen antròpic. Alguns autors apunten l'existència de fortes taies de boscos a la comarca a partir del segle XI, que explicarien l'increment de pol·len d'origen herbaci en detriment del d'origen arbori (Mallarach, Perez i Roure, 1985).

La muntanya en aquesta època actua com a refugi per a molta gent, de la qual cosa és un clar exemple a l'Alta Garrotxa la fundació del monestir de Sant Aniol d'Agujes l'any 859, després que els monjos benedictins fossin expulsats pels invasors normands del monestir de Santa Maria d'Arles (Bonnassie, 1979; Puigdevall, 1985). Així doncs, la muntanya esdevé un lloc fortament poblat i amb una base econòmica molt bosquetana. El bosc ofereix, a més de fusta, la presència d'espècies ben importants com a font d'alimentació, com per exemple l'avellaner, i d'altres productes associats, com bolets i herbes medicinals. Però tot plegat no donava per una adequada alimentació, fruit de l'alta densitat de població i la baixa productivitat d'aquests espais. Això va comportar finalment, i de forma progressiva, l'èxode dels muntanyencs cap a les contrades quasi buides situades al peu de les serres, més aptes per a l'agricultura i la ramaderia, però també més insegures (Bonnassie, 1979).

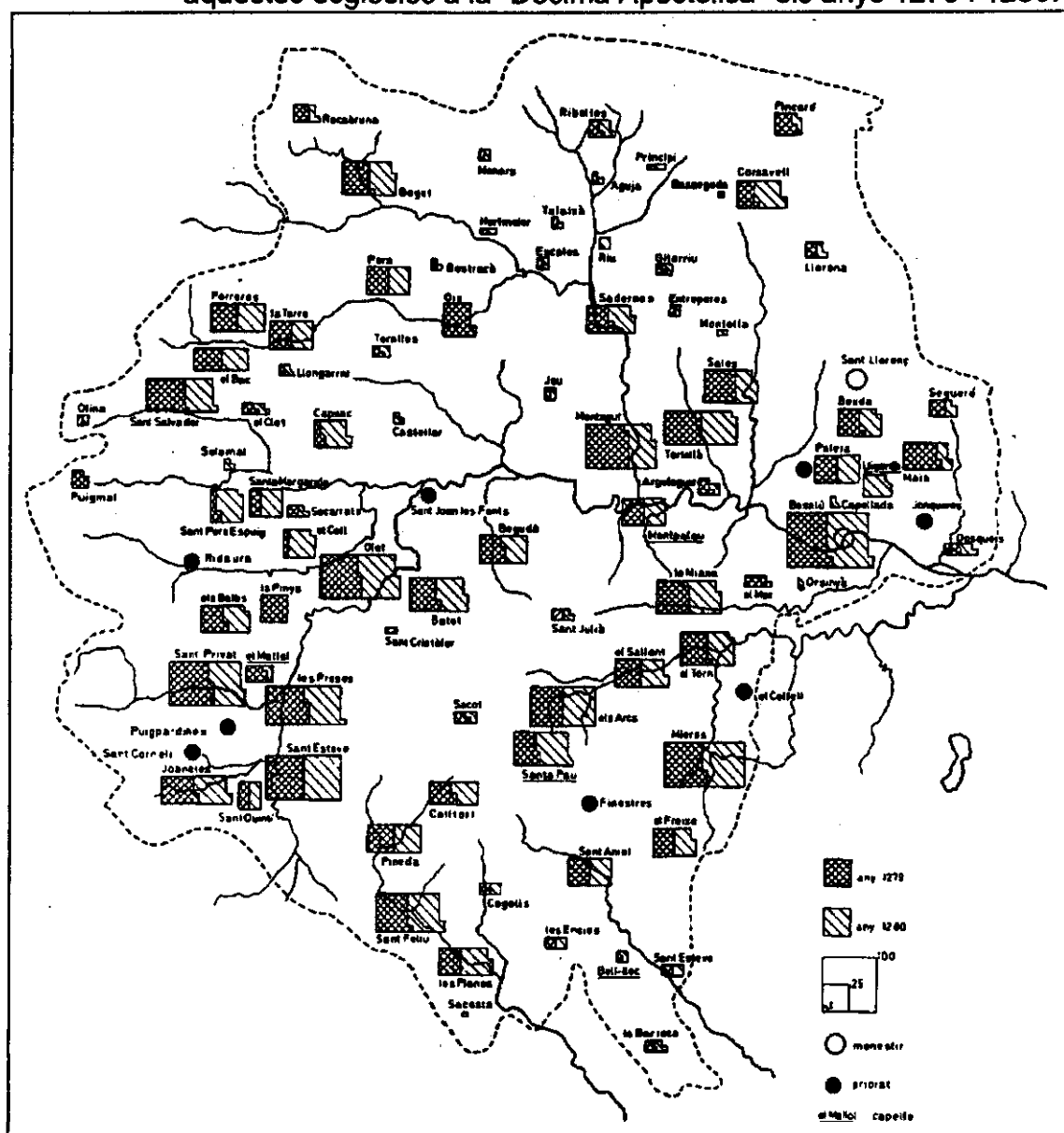
En aquesta època es veuen néixer formes especials d'ocupació del territori i de la propietat. Aquest seria el cas de l'artigament, del qual queden mostres a l'Alta Garrotxa, com són aquelles piles de rocs abandonades al mig del que avui tornen a ser densos boscos. Aquest era un tipus de contracte ben avantatjós per al propietari de terrenys forestals, només li calia esperar el

percentatge de benefici que li comportaria la parceria. D'aquesta manera, el nombre d'artigues es va multiplicar ràpidament.

Al mateix temps, l'accidentada topografia de molts indrets mancats de superfícies suficientment planes, una altra situació especialment evident a l'Alta Garrotxa, fa que es desenvolupi l'ocupació de rostos a partir de la construcció de terrasses i feixes (Bonnassie, 1979)

Així doncs, la vida a la muntanya a l'edat mitjana es desenvolupa en unes condicions ben difícils, moltes vegades agreujades per distintes obligacions existents, com era per exemple el delme, impost del deu per cent sobre els productes de la terra destinat a assegurar el manteniment del clergat i dels edificis religiosos. Aquesta era una prestació força onerosa per als camperols, especialment en zones com l'Alta Garrotxa, on la major part de les terres eren afeixades i per tant els camps eren de poca extensió i les collites minses (Pagès, 1988).

Figura núm. 8: Mapa de les esglésies més importants de la Garrotxa al segle XIII. S'hi representa també la quantitat de sous que pagaven aquestes esglésies a la "Décima Apostòlica" els anys 1279 i 1280.



Font: Bolòs, 1985, p.202.

Un exemple ben patent seria aquest mapa de la Dècima Apostòlica o delme, dels anys 1279 i 1280, que està estretament vinculat amb la riquesa i la població de les paròquies. Es fa evident que l'Alta Garrotxa era ja en aquell moment la zona més pobra i despoblada de la comarca, amb l'excepció de Beget, Oix, Corsavell, Sadernes, Porreres, la Torre i el Bac, que són les zones topogràficament menys accidentades i per tant on es va poder desenvolupar en millors condicions l'activitat agrícola i ramadera (Bolòs, 1988).

Així doncs, es veu com el món forestal està sotmès a una forta pressió que incideix negativament, tant pel que fa a la superfície ocupada per boscos, com a la qualitat estructural d'aquests boscos. Això, fins al punt que ja durant l'edat mitjana, davant la pressió de la gent, sorgiren prohibicions reials i senyoriales per limitar l'extracció de llenyes i la tala d'arbres.

5.4 ELS BOSCOS A L'EDAT MODERNA

A partir de la segona meitat del segle XVI els mateixos governants incrementen la pressió sobre els recursos forestals amb la política de reforçament del poder naval engegada per Felip II, que va suposar la necessitat d'invertir-hi la fusta dels millors arbres. Aquest procés va tenir una forta incidència a tot el Pirineu i també a la Garrotxa (Ballé, 1986).

Aquesta tendència es va reforçar durant el segle XVIII, ja que es mantingué una demanda creixent de fusta per a la construcció de vaixells però a més es produí un important increment demogràfic. Aquest increment demogràfic va comportar una extensió dels terrenys agrícoles i ramaders a partir de la realització de més rompudes. Així mateix, hi hagué un augment de la demanda de combustible en forma de llenya i de material de construcció en forma de fusta (Urteaga, 1987). La mostra més palpable de la coincidència d'aquests processos en el cas de Catalunya va ser l'alça en un 300% del preu de la llenya i el carbó vegetal entre 1740 i finals del segle XVIII (Vilar, 1966).

La situació de degradació de la qualitat dels boscos va provocar per exemple que el rei Ferran VI, el 31 de gener de 1748, promulgés l'anomenada *Ordenanza para la conservación y aumento de los Montes de Marina*. Aquesta disposició reial constava d'uns 80 articles que la converteixen en un veritable compendi de mesures tècniques de silvicultura amb l'objectiu d'intentar fer front a la necessitat manifesta de fusta per a embarcacions al país (Llongarriu, 1984). Aquest precepte concedia a la marina la jurisdicció dels boscos situats a 25 llegües, aproximadament 138 km de la costa. Aquest fet va determinar que la marina tingués sota la seva jurisdicció la meitat dels boscos de l'Estat, amb una explotació exhaustiva de tots aquells recursos forestals susceptibles de ser aprofitats (De Aranda, 1990).

Aquesta disposició fou aplicada a la vall del Bac a l'agost de 1753, a partir d'una inspecció ocular, previ avís de la necessitat d'elaborar una relació jurada de tots els arbres d'interès que hi havia en el territori visitat. Entre els arbres considerats importants destacaven (Llongarriu, 1984, p. 162):

Quexijos, Encinas, Alcorniques, Álamos blancos y negros, Chopos, Fresnos, Alisos, Olmos, Nogales, Hayas, Castaños y Pinos

És remarcable el fet que dels 1361 arbres inventariats només se'n consideren aptes i assenyalats com d'utilització immediata 74, xifra que representa el 5,6% del total. Això pot ser una bona mostra del precari estat de conservació en què possiblement es trobaven els boscos de l'Alta Garrotxa en aquesta època, fruit de les tales abusives que ja havien sofert. Un altre fet destacable, des d'un punt de vista d'evolució històrica de les característiques biogeogràfiques, és que en les finques d'on s'extreuen les dades desglossades per espècies existeix una notable presència de roures, fins al punt de ser l'arbre dominant entre els inventariats. En l'actualitat el roure ha perdut aquest protagonisme.

En aquest mateix document es recomana als propietaris de les finques visitades millorar l'estat dels boscos (Llongarriu, 1984, p.167) :

Plantando anualmente a su tiempo sesenta árboles de la calidad de los alamos negros, nogales y chopos que a este lugar por razón de vecindario le corresponden....que cada vecino plante a su tiempo tres árboles del genero que señale el visitador

Finalment, es deixa constància de les dificultats de comunicació existents a la zona i el problema associat que representa per a l'explotació forestal (Llongarriu, 1984, p. 166):

En todo este terreno no se encuentran carriles abiertos para la conducción de la maderas...cuyo coste al abrir el camino sera muy crecido por lo aspero y quebrado del terreno

No sembla que finalment aquesta *Ordenanza* tingués aplicació, i menys amb la mort de Ferran VI pocs anys després, i l'arribada de Carles III amb un tarannà completament diferent..

En el cas concret de Catalunya, aquesta pressió sobre els boscos per la construcció de vaixells encara es va fer més patent durant la segona meitat del segle XVIII, a causa de l'obertura de la "*Carrera de Indias*" als comerciants catalans. Aquest fet va estimular el creixement sostingut de la construcció naval a les drassanes catalanes fins als primers anys del segle XIX (Urteaga, 1987). La construcció de vaixells té un impacte quantitativament i qualitativament molt gran sobre els boscos, només cal pensar que per a la construcció d'un gran vaixell de 1.000 tones es necessiten 10.000 metres cúbics de fusta, i que la vida útil d'un vaixell de fusta se situa a l'entorn dels 20 anys (Bauer, 1991).

Una altra activitat que va tenir una incidència directa en la realitat forestal, com ja s'ha apuntat abans, fou la indústria metal·lúrgica, especialment dedicada a l'explotació del mineral de ferro que a Catalunya va disposar d'una forma típica: "la Farga". Aquestes estaven situades a les vores dels rius, per aprofitar la força hidràulica de l'aigua, i no gaire lluny del mineral de ferro i dels boscos. En el cas de l'Alta Garrotxa hi havia la presència de fargues a Beget, Sant Aniol i la vall del Bac. A part, n'hi havia d'altres situades en zones pròximes, com la vall de Bianya o Sant Llorenç de la Muga (Ballé, 1986; Bonnassie, 1979; Zamora, 1973).

Així mateix cal remarcar l'existència d'algunes mines al voltant del Bassegoda, tant a la zona de Ca l'Agustí (Gitarriu), com les anomenades mines de la Menera. Es tracta de mines de galena, és a dir, de sulfur de plom (SPb) que van ser explotades fins aproximadament a principis del segle XX (Lluch, 1980). Entre les diferents espècies forestals importants per a la mineria cal destacar el castanyer, i aquest podria ser el motiu de l'existència de castanyedes localitzades al voltant de Ca l'Agustí, a la vall de Riu, al mateix peu del Bassegoda.

Evidentment, a aquesta intensa explotació del bosc cal afegir-hi altres aprofitaments tradicionals, uns d'incidència més puntual, com culleraires, esclopers i artesans de les pipes, i altres quantitativament molt remarcables, com el carboneig destinat a l'obtenció de carbó vegetal, per ser utilitzat per cuinar o per escalfar, a part del carboneig amb l'objectiu de satisfer la demanda de les fargues. Tot plegat incideix d'una forma espectacular en el paisatge fins al punt que al final del segle XVIII Francisco de Zamora, en el seu llibre *Diario de los viajes hechos en Cataluña*, fa una afirmació tan contundent com (Ballé, 1986, p. 32):

Todos estos montes se ven destruidos continuamente con la carboneras para las herrerías, hechas sin orden ni regla y que caminan hacia su ruina.

5.5 ELS BOSCOS A L'EDAT CONTEMPORÀNIA

5.5.1 El segle XIX i la primera meitat del segle XX

En el segle XIX el procés de desamortització posa en mans de particulars antigues propietats forestals eclesiàstiques que foren explotades sense gaires miraments per poder pagar a l'Hisenda Pública els pagarés firmats moltes vegades com a part ajornada de la compra, o senzillament per rendibilitzar ràpidament la inversió (Ballé, 1986). L'impacte de la desamortització va ser tan gran que alguns autors l'ha arribat a definir com la destrucció forestal més greu en la història de l'Estat espanyol. Aquest procés va implicar que la propietat forestal pública fos mínima a partir d'aquell moment, va quedar situada entorn al 3%, i aquesta nova realitat va tenir una incidència clau en la política forestal futura (Bauer, 1991).

En una època caracteritzada pel creixement demogràfic es va conduir un increment de la pressió roturadora amb un impacte negatiu sobre la superfície ocupada per boscos. Des de l'administració es va intentar reaccionar per fer front a aquesta lamentable situació amb la promulgació d'un decret, el 18 de novembre de 1846, que creava definitivament l'Escola de Monts, la qual va començar a funcionar a principis de 1848, al castell de Villaviciosa de Odón, província de Madrid. Posteriorment, en concret el 1862, es va crear la "*Escuela Forestal de Vallombrosa*". L'objectiu d'aquestes escoles, fonamentades en la

tradició alemanya, era començar a racionalitzar les explotacions per assegurar el manteniment de la producció (Casals, 1988; Casals, 1996).

Si fins a aquest moment, i durant segles, les drassanes havien estat una de les fonts de demanda més importants de fusta de qualitat, a partir de la segona meitat del segle XIX s'hi afegí el ferrocarril, concretament per a la fabricació de travesses de tren. Especialment importants foren els requeriments ferroviaris durant el final del segle XIX i principis del segle XX, tot i que per exemple existeixen encara referències d'alguna compra de fusta per part de RENFE, amb aquest objectiu, a Beget, a la dècada de 1960 (Grabulosa, 1968).

Al final del segle XIX i principis del XX, aquesta desenfrenada explotació dels recursos forestals, en el cas concret de l'Alta Garrotxa, va ser observada amb clara desil·lusió i rancúnia per part de diferents autors, com Marià Vayreda o Cèsar Agust Torres:

...creuava clapes de soques negroses, socarrimades pels incendis dels pastors descuidats i maliciosos, o bé davastades pels collidors d'escorça que les deixaven nues i sagnoses a la mercè dels carboners i artigaires que les destrelajaven sense pietat... (Vayreda, 1982, p. 18).

... me feu passejar per uns i altres llocs, i a poc tornava a casa llassat i amb l'ànim més abatut que abans. Me semblà talment que aquella terra patia del meu propi mal, i que, igual que mon cos, s'arrossegava pel camí del cementiri. Ja no és aquella terra jovença i rumbosa com una núvia bosquerola que jo havia coneguda. Ses luxurioses arbredes van desaparèixer destrelajades per l'artigaire estúpid i pel carboner explotador de la ignorància i la misèria del propietari i, empaitada per la batuda, ha fugit també la fauna que abans li donava vida (Vayreda, 1982, p. 23).

Cert que en molts indrets, com la carn que rebrolla per sobre de l'os corcat i balit, se redreça encara, potent i ufanosa, la vegetació protestant de l'espolicació de què és víctima part de l'estupidesa humana, fent més punyidora amb la frescor de sos colors, la misèria i la soledat d'aquells llocs feréstecs (Vayreda, 1982, p. 24).

Era un trajecte ombrós i frescal, omat per la naturelesa y d'un efecte bellament sorprenent. La destralt dels dallaires ho ha destruït tot (Torràs, 1918, p. 62).

Els hermosos boscos de Monàs, propietat del Marquès d'Alfarràs estan dallant-se activament y la clotada ha perdut bona part de sons encants. la fosca y enèrgica verdor ha anat desapareixent y'ls grofolluts penyals mostren descarnadament s'espada lllisura i les baumes les boques de llurs misterioses cavitats (Torràs, 1918, p. 89).

Lo més notable de Bolòs eran els extensos y magnífics boscos que cobrian quasi per complert tota la vall. Eran molt espessos y entre llurs arbres n'hi havia de molt remarcables per llur magnitud y curpulència. Aquests boscos constituïts per una gran extensió d'hermosos pins y roures eran l'encís de l'encontrada. Se feien des de Camprodon constants excursions, al estiu no més que per admirar-los. Totes les vessants estaven atapeïdes per la galana arbreda y l'ombra suau, la frescor delectosa, la verdor ufana y l'entonació apacible no hi mancaven mai captivant l'esguard i l'esperit. Les hores hi transcorrien agradoses y lleugeres. S'hi respirava be y s'en sortia reconfortat espiritualment y físicament. Avui no'n queda més que l'enyoradís record pels que havien fruit aital bellesa. El bosc fou venut y la dalla inexorable'l va arrasar enterament, deixant vall i clotades, del tot cambiades, seques y tristes (Torras, 1923, p. 92).

5.5.2 De la segona meitat del segle XX a l'actualitat

Però aquesta situació ha canviat d'una forma ben notable en els darrers decennis (Nogué, 1985, p. 26):

A despit de llur aïllament i comunicació, han estat uns boscos tradicionalment aprofitats, sobreexplotats i degradats. Carboners, esclopers, resseguidors de boixerars i àdhuc constructores ferroviaris, se n'han servit una i altra vegada. Enmig el bosc i dalt de les muntanyes, l'obertura de clarianes aptes per a les pastures ha estat secularment una pràctica quotidiana en aquestes terres. D'una situació de sobrepastureig i deforestació excessiva hom ha passat, en pocs anys, a un estat d'abandó generalitzat que permet l'envaïment de landes i matollars i en alguns casos la reconstitució del bosc antic.

Els motius que expliquen aquesta situació són diversos, però podria destacar el declivi del carboneig amb l'arribada del butà i l'atracció que per a la mà d'obra suposava la indústria apareguda al llarg de la vall del Fluvià. D'una forma ben gràfica ho descriu Josep Pla (Pla, 1974, p. 443):

L'aparició del butà ha mort el carbó vegetal que produïa aquesta comarca. Quan hi havia aquesta producció, els homes d'aquests masos i d'aquests veïnats, avui abandonats, hi trobaven un jornal per passar l'hivern, que és una estació molt llarga. Treballaven en el bon temps a la seva terra, però després venia l'hivern, que no s'acaba mai. Amb els seus muls de bast feien tragines de llenya o de sarrions de carbó, feien de carboners o aterraven les plantes. Guanyaven fent tots o alguns d'aquests oficis, un jornal i quan el carbó s'acabà els jornals s'acabaren. Mantenir la família fou impossible i per això se n'anaren. Fou aquesta falta -al meu entendre- de jornals hivernals el que produí

despoblament de les valls de la Garrotxa més característiques. Paral·lelament l'atracció industrial d'Olot, de Banyoles, de Sant Joan les Fonts..., de Girona. La despoblació agafa una aspecte rodó ineluctable

El punt culminant del canvi en la dinàmica de l'activitat i la realitat forestal cal situar-lo, tal com fan diferents autors (Bolós, 1977; Nogué, 1985), a l'entorn de l'any 1950, amb el final progressiu d'allò que tantes vegades s' ha anomenat el paisatge tradicional (Nogué, 1985, p. 100):

Aquell paisatge de caràcter netament rural, aquell paisatge de boscos explotats i cultius avui desapareguts (fajol, mill, fenc...) aquell paisatge de masies escampades i habitades arreu...

Tot i això, el procés de despoblament i la pèrdua progressiva de la importància de les activitats tradicionals es pot fer extensiu fins al principi del segle XX, tal com ho posen de manifest alguns estudis (Fernández, 1993) i tal com es pot observar de forma ben clara en les dades demogràfiques recollides a continuació en una taula.

Taula núm. 23: Evolució de la població dels municipis que es situen dins els límits de l'Alta Garrotxa inclosos en en el PEIN (1950-91).

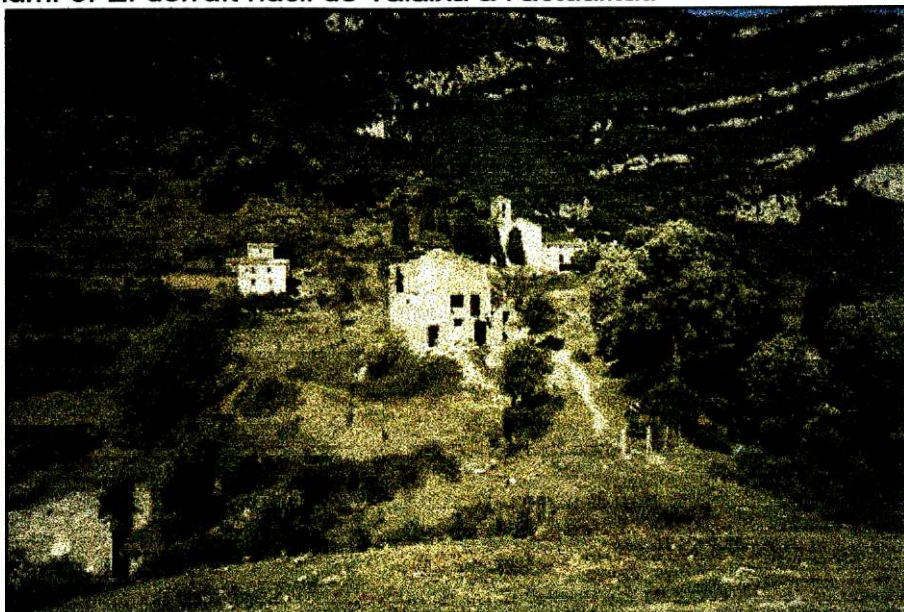
Municipis	1950	1960	1970	1981	1986	1991
Beuda	141	97	31	19	40	41
Montagut*	427	325	149	89	48	89
Sales de Llierca	71	45	6	6	8	9
La Vall de Bianya	224	134	77	29	33	22
Albanyà	246	159	40	23	24	11
Camprodon**	193	88	35	41	32	19
TOTAL	1302	848	330	207	185	191

* No inclou el nucli d'Oix (81 habitants.). ** No inclou el nucli de Beget (27 habitants).
Font: Generalitat de Catalunya (1994).

Però, això sí, ha estat especialment espectacular la pèrdua de població (vegeu taula núm. 23) a partir de la segona meitat d' aquest segle, fins al punt que en el període 1950-91 la població ha disminuït un 85,4%. Aquest descens ha estat especialment marcat en els 20 anys que van des del 1950 fins al 1970, amb

una reducció del 74,6%. En el darrer quinquenni (1986-91), es detecta una lleugera recuperació, fruit del desenvolupament d'activitats turístiques i l'arribada d'alguns neorurals.

Figura núm. 9: El derruït nucli de Talaixà a l'actualitat.



Font: Elaboració pròpia.

Si es comparen les dades de dinàmica de població amb les d'increment de la superfície forestal (vegeu taula núm. 23), s'observa una interessant correlació, com és lògic, entre l'augment de la superfície forestal i el descens de l'extensió de terreny destinat a prats i conreus. La superfície ocupada per bosc s'incrementa durant el període 1957-89 en un 69,89%. En contrapartida, les hectàrees ocupades per conreus i prats disminueixen un 71,56% i un 40,21% respectivament (Gordi i Vila, 1996).

Taula núm. 24: Canvis en els usos del sòl de l'Alta Garrotxa¹¹ (1957-89)

	Superfície en Ha. (1957)	% 1957	Superfície en Ha. (1989)	% 1989	Increment 1957-89	% 1957-89
BOSC:	14.703	41,35	24.979	70,25	10.276	69,89
-Bosc sense determinar	----	----	3.196	8,99	----	----
-Alzinar	----	----	9.467	26,62	----	----
-Roureda	----	----	4.454	12,53	----	----
-Bosc humit (Fageda...)	----	----	2.753	7,74	----	----
Pineda	----	----	4.743	13,34	----	----
Bosc de ribera	----	----	365,7	1,03	----	----
BOSQUIN ARBRES	10.429	29,33	4.400	12,38	-6.029	-57,80
BOSQUIN SENSE A	666	1,88	726	2,05	60,3	9,05
PRAI AMB ARBRES	4.749	13,36	2.889	8,12	-1.860	-39,17
PRAI SENSE ARBRES	565	1,59	332	0,93	-233	-41,25
CONREU	2.855	8,03	812	2,28	-2.043	-71,56
VEGETACIÓ SINGERA	1.484	4,17	1.273	3,58	-210	-14,19
ESTÈRIL (OCOS)	93	0,26	133	0,38	40	42,95
	35.561	100	35.561	100		

Font: Generalitat de Catalunya, 1991

¹¹ Aquestes dades provenen d'un estudi realitzat l'any 1991 (Generalitat de Catalunya, 1991) on l'àrea estudiada sobrepassa la superfície contemplada en el Pla d'Espais d'Interès Natural de Catalunya pràcticament en unes 4000 ha. En cap cas aquesta petita diferència pel que fa a l'àrea considerada disminueixen el valor il·lustratiu de la dinàmica d'expansió de les masses forestals de l'Alta Garrotxa en detriments de pastures i conreus.

Figura núm. 10: El típic paisatge agrest i forestal dominant a l'Alta Garrotxa. A la imatge el Puig de Bassegoda, la petita Vall de Riu i els Cingles de Gitarriu.



Font : Elaboració pròpia.

Tots aquests canvis biogeogràfics i paisatgístics que ha implicat la progressiva extensió de la superfície forestal en detriment de conreus i pastures es poden constatar tant a nivell quantitatiu, com s'ha vist anteriorment, i també en la mateixa memòria històrica de la població d'aquest territori. Alguns dels habitants de més edat de l'Alta Garrotxa han denotat de forma ben clara en la seva experiència personal aquest canvi de situació (Nogué, 1986, p. 95-96):

Recordo haver fangat i sembrat amb les meves pròpies mans molts trossos que avui són bosc. (Esteve)

Veus aquesta paret? Ara les veus enmig del bosc però no hi és perquè sí abans era una feixa. Això ha estat cultivat (Met)

Valga'm Deu! Valga'm Deu! si n'havia treballat de camps que avui són tot bosc! (Silvestre)

El bosc avança i es va menjant la pastura. Sort que el controlem, si no ja seria aquí. Veus aquest bosc d'aquí davant? No pot estar mes atapeït. Doncs bé jo recordo haver-lo vist ben pelat. El meu germà i un meu company el tallaren tot amb la picassa (Alexandre).

Taula núm. 25: Aprofitaments forestals en els municipis de la Garrotxa amb algun percentatge del terme municipal formant part de l'Alta Garrotxa (dades en m³ excepte alzina amb Tones).

MUNICIPI	1981	1982	1983	1984	Total
Beuda	Pins: 224 Roures: 0 Alzines: 685 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 285 Roures: 0 Alzines: 550 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 7 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 476 Roures: 0 Alzines: 540 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 1111 Roures: 0 Alzines: 1304 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 2096 Roures: 0 Alzines: 3079 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0
Montagut (Les dades de l'any 1981 no inclouen l'antic municipi d'Oix)	Pins: 86 Roures: 3 Alzines: 415 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 0 Roures: 18 Alzines: 705 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 8 Roures: 0 Alzines: 730 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 0 Roures: 83 Alzines: 1891 Castanyers: 81 Faigs: 64 Xops: 34 Verns: 20 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 94 Roures: 104 Alzines: 3741 Castanyers: 81 Faigs: 64 Xops: 34 Verns: 20 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0
Sales de Lierca	Pins: 419 Roures: 0 Alzines: 127 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 3 Restants: 13	Pins: 165 Roures: 0 Alzines: 147 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 163 Roures: 0 Alzines: 360 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 1442 Roures: 0 Alzines: 689 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 12 Verns: 0 Plàtans: 12 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 2189 Roures: 0 Alzines: 1323 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 12 Verns: 0 Plàtans: 12 Freixes: 3 Restants: 13
Sant Joan les Fonts	Pins: 0 Roures: 93 Alzines: 355 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 78 Verns: 12 Plàtans: 6 Freixes: 0 Restants: 14	Pins: 0 Roures: 46 Alzines: 297 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 92 Verns: 0 Plàtans: 18 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 0 Roures: 0 Alzines: 405 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 31 Verns: 4 Plàtans: 2 Freixes: 0 Restants: 11	Pins: 0 Roures: 10 Alzines: 2008 Castanyers: 16 Faigs: 0 Xops: 96 Verns: 29 Plàtans: 77 Freixes: 6 Restants: 12	Pins: 0 Roures: 149 Alzines: 3065 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 297 Verns: 45 Plàtans: 103 Freixes: 6 Restants: 37
Tortellà	Pins: 0 Roures: 0 Alzines: 176 Castanyers: 13 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 0 Roures: 0 Alzines: 45 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 35 Verns: 0 Plàtans: 2 Freixes: 0 Restants: 2	Pins: 0 Roures: 0 Alzines: 0 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 0 Roures: 0 Alzines: 0 Castanyers: 0 Faigs: 0 Xops: 0 Verns: 0 Plàtans: 0 Freixes: 0 Restants: 0	Pins: 0 Roures: 0 Alzines: 221 Castanyers: 13 Faigs: 0 Xops: 35 Verns: 0 Plàtans: 2 Freixes: 0 Restants: 2

Vall de Bianya	Pins: 114	Pins: 306	Pins: 762	Pins: 45	Pins: 1227
	Roures: 275	Roures: 101	Roures: 248	Roures: 284	Roures: 908
	Alzines: 1390	Alzines: 1430	Alzines: 1761	Alzines: 2758	Alzines: 7339
	Castanyers: 0	Castanyers: 0	Castanyers: 0	Castanyers: 0	Castanyers: 0
	Faigs: 176	Faigs: 89	Faigs: 341	Faigs: 188	Faigs: 794
	Xops: 255	Xops: 120	Xops: 567	Xops: 125	Xops: 1067
	Verns: 143	Verns: 75	Verns: 110	Verns: 52	Verns: 380
	Plàtans: 1	Plàtans: 5	Plàtans: 0	Plàtans: 0	Plàtans: 6
	Freixes: 0	Freixes: 0	Freixes: 0	Freixes: 0	Freixes: 0
	Restants: 223	Restants: 4	Restants: 11	Restants: 11	Restants: 249
Total	Pins: 843	Pins: 756	Pins: 1409	Pins: 2598	Pins: 5606
	Roures: 371	Roures: 165	Roures: 248	Roures: 377	Roures: 1161
	Alzines: 3148	Alzines: 3174	Alzines: 3796	Alzines: 8650	Alzines: 18768
	Castanyers: 13	Castanyers: 0	Castanyers: 0	Castanyers: 97	Castanyers: 110
	Faigs: 176	Faigs: 89	Faigs: 341	Faigs: 252	Faigs: 858
	Xops: 333	Xops: 254	Xops: 598	Xops: 267	Xops: 1452
	Verns: 155	Verns: 75	Verns: 114	Verns: 101	Verns: 445
	Plàtans: 7	Plàtans: 25	Plàtans: 2	Plàtans: 89	Plàtans: 123
	Freixes: 3	Freixes: 0	Freixes: 0	Freixes: 6	Freixes: 9
	Restants: 250	Restants: 6	Restants: 22	Restants: 33	Restants: 311

Font: Generalitat de Catalunya, 1990

Evidentment aquesta és una informació excessivament puntual per poder treure'n conclusions significatives. S'ha intentat disposar d'una sèrie més llarga, sense èxit.¹²

Aquesta és la nova realitat forestal que domina en l'actualitat l'Alta Garrotxa i que serà analitzada i valorada en aquesta tesi doctoral en dues de les seves valls més emblemàtiques, com són la vall d'Hortmoier i la vall de Sant Aniol.

¹² Cal dir que s'ha intentat aconseguir informació més completa sobre els rendiments forestals de l'Alta Garrotxa. Amb aquesta finalitat es van presentar distintes cartes a l'Oficina Comarcal del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca a la Garrotxa sol·licitant accedir a les fitxes que disposa aquest organisme sobre els resultats de les explotacions forestals i els aprofitaments autoritzats a l'Alta Garrotxa per tal de poder-los utilitzar, de forma exclusiva, en el desenvolupament d'aquesta tesi doctoral. Finalment es va tenir la desagradable sorpresa de la denegació d'aquest permís per part del Secretari General del DARP, Lluís Vázquez i Pueyo, segons es feia constar en darrer terme en una carta (Núm. de Sortida del Registre del DARP 057352) pel fet de no considerar-se adient facilitar aquestes dades.

Capítol 6: DISTRIBUCIÓ, CARACTERITZACIÓ I ANÀLISI DELS BOSCOS DE LES VALLS D'HORTMOIER I SANT ANIOL

6.1 INTRODUCCIÓ

En aquest capítol es presenta la distribució dels distints tipus de bosc amb un breu emmarcament ecològic, un concís enquadrament fitosociològic i finalment les seves característiques forestals. Tot plegat, amb la peculiaritat que els grans tipus de bosc (alzinars, rouredes, fagedes...) no són tractats d'una forma homogènia, com sol succeir en els estudis forestals, sinó que es ressegueixen les seves peculiaritats segons els diferents tipus que es poden diferenciar des d'una perspectiva fitosociològica. Inicialment, la informació es presenta per cada gran tipus de bosc, és a dir, per exemple, alzinars, rouredes... I posteriorment es desglossa la informació per a cada bosc segons la classificació fitosociològica.

Es creu que aquesta distinció pot donar una informació més detallada sobre l'estat dels boscos de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol que si es treballés les dades únicament d'una forma global. En aquest sentit cal pensar que els dominis de vegetació de les comunitats estan determinats per tot un seguit de variables, entre les quals destaquen les característiques litològiques i climàtiques que de ben segur incideixen en la dinàmica forestal i n'han deixat l'empremta en l'estructura d'aquests boscos. En el cas de les valls d'Hortmoier i Sant Aniol seria més adient parlar de les característiques microclimàtiques, com seria l'orientació, pel fet que estan situades en un espai reduït i amb una gran variabilitat geomorfològica i amb valls d'orientació diversa. Tanmateix, la situació actual està directament relacionada amb la intensiva explotació antròpica que han patit. Aquest aprofitament intensiu dels boscos s'ha desenvolupat a tot l'Alta Garrotxa des de temps immemorials, com s'explica en el capítol 5, però des de fa unes dècades aquestes masses forestals han perdut, de forma quasi completa, el seu paper tradicional com a font de recursos de la fusta i el carbó, i han quedat sotmeses a la seva pròpia dinàmica natural.

6.2 ELS ALZINARS.

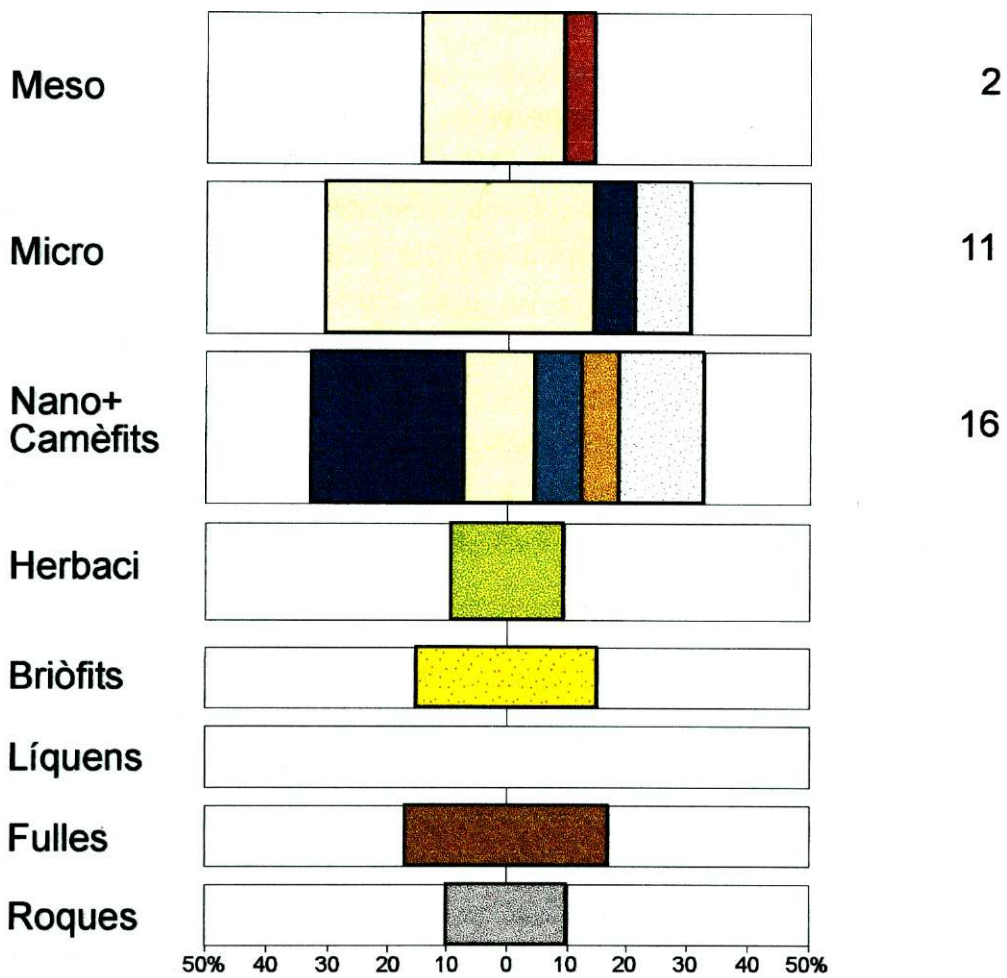
6.2.1 Alzinar de terra baixa calcícola.

6.2.1.1 Distribució i emmarcament ecològic.

Aquests boscos es concentren a la part més meridional de la vall de Sant Aniol ocupant 160,7 hectàrees que representen un 3,63% del total de la superfície forestal de l'àrea d'estudi. En concret s'estenen des de la mateixa entrada a la vall fins a l'alçada de la Gorga d'en Suví. Es troben tant alzinars d'aquesta mena orientats a l'est, des de la cota 350 m. fins a la cota 700 m., com a l'oest, també des de la cota 350 m. fins a la cota 500 m. Tot i això cal dir que predominen els orientats a l'est. El substrat litològic sobre el que es desenvolupen aquests boscos és calcari i amb un pendent mitjà, segons les dades de camp, de pràcticament el 20%.

6.2.1.2 Emmarcament fitosociològic.

Aquest tipus d'alzinar correspondria fitosociològicament a l'alzinar + pastura de jonça (*Quercetum ilicis galloprovinciale pistacietosum* + *Q. i. g. Viburnetosum* + *Plantagini-Aphyllanthesetum*) és propi del domini de l'alzinar calcícola amb marfull (*Quercetum ilicis galloprovinciale pistacietosum* + *Q. i. g. viburnetosum lantanae*) que és el bosc esclerofil·le típic de la mediterrània septentrional. Aquest bosc dominat de forma quasibé exclusiva per part de l'alzina es caracteritza per una densa estructura arbustiva acompanyada d'una important presència d'elements lianoides i un pobre estrat herbaci (Folch, 1986). Tant les espècies arbustives com lianoides presents tenen un marcat caràcter termòfil (Viñas, 1993).



6.2.1.3 Característiques forestals¹³.

a) Tipus de bosc.

De les 4 parcel·les analitzades hi ha un predomini majoritari de boscos mixtes, en concret en 3 de les 4 parcel·les elaborades. Aquests es caracteritzen per la presència combinada de peus nascuts de rebrot i de peus nascuts de llavor. El quart dels casos és un alzinar de rebrot.

b) Regeneració.

La regeneració de l'alzina (*Quercus ilex*) és sempre molt bona amb una gran quantitat de plançons que asseguren perfectament el futur d'aquests alzinars. En una de les parcel·les hi ha com a espècie acompanyant el roure martinenc (*Quercus humilis*) que manifesta un grau de regeneració regular amb la presència d'uns quants plançons que fan pensar en el manteniment del percentatge ja present d'aquesta mena d'arbre. En una altra de les parcel·les la espècie acompanyant és el pi roig (*Pinus sylvestris*) amb una nul·la regeneració que condemna aquesta espècie a la desaparició de l'alzinar un cop desapareguin els peus presents, a no ser que es produeixi una intervenció antròpica en sentit contrari.

c) Estratificació de la vegetació.

Pel que fa a l'estratificació de la vegetació el primer que destaca és el percentatge de recobriment arbori (71,25%) i arbusti (62,5%), així com dels nanofaneròfits+camèfits (65%) i microfaneròfits (60%) que expliquen una de les particularitats actuals d'aquests alzinars, la seva impenetrabilitat. A nivell arbori destaca el domini aclaparador de l'alzina (*Quercus ilex*) acompanyat per algun peu testimonial de pi roig (*Pinus sylvestris*) i roure martinenc (*Quercus humilis*) que no disposen de regeneració que n'asseguri el futur especialment en el cas del pi roig (*Pinus sylvestris*). Tal vegada és important fer notar la presència de boix (*Buxus sempervirens*) tant entre els nanofaneròfits+camèfits com entre el microfaneròfits, destacant especialment l'important nivell de recobriment que assoleix en el cas dels nanofaneròfits+camèfits, un gens menyspreable 25%, que li dona aquest alzinars un cert i relativament sorprenent caràcter submediterrani. Finalment també cal remarcar el moderat nivell de recobriment de l'estrat herbaci (18,75%), característica pròpia d'aquesta mena d'alzinars tal com s'explicita en el punt dedicat a l'emmarcament fitosociològic. En canvi és

¹³ Les informacions utilitzades en els quadres estadístics i en les gràfiques són el resultat de aplicar la mitja aritmètica a les dades recollides en les distintes parcel·les referides a aquest tipus de bosc. Aquest ha estat també el sistema utilitzat en tots els casos que es presenten més endavant.

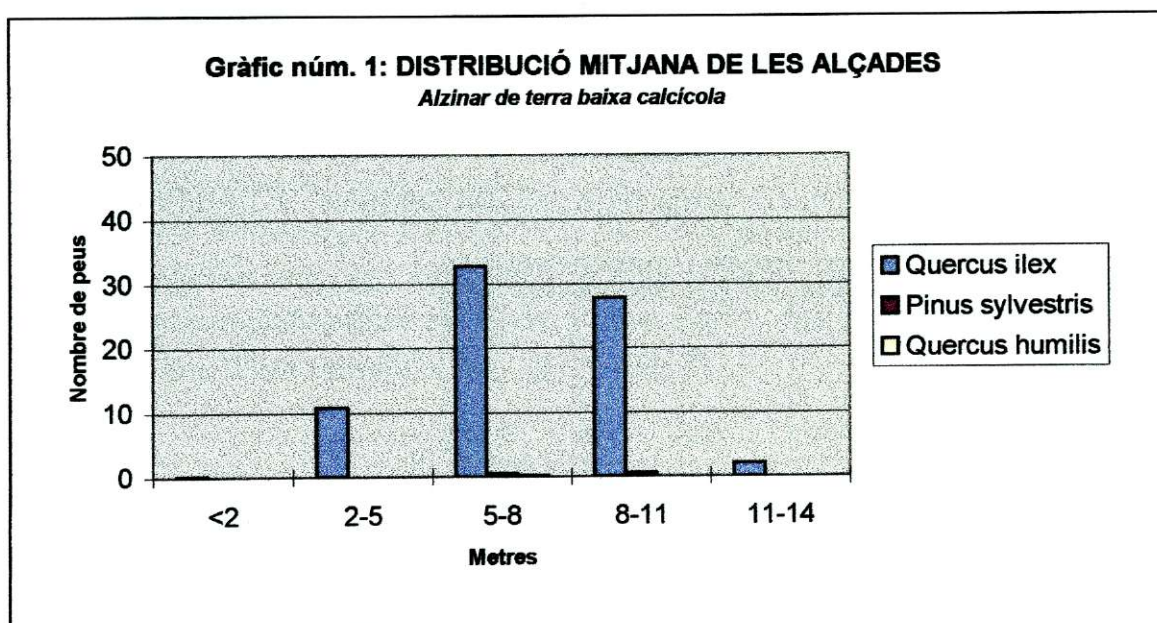
notable el nivell de recobriment que assoleixen els briòfits que es situa ni més ni menys que en el 30%, una xifra vinculada de ben segur al caràcter submediterrani d'aquests alzinars tal com ja ens apuntava la presència de boix (*Buxus sempervirens*). L'altra meitat del sòl està recobert en primer lloc per fulles (33,75%) i per altra banda roques (20%).

d) *Distribució de les alçades.*

Taula núm. 26: Distribució mitjana de les alçades (m.) en l'alzinar de terra baixa calcícola.

Especie	<2	2-5	5-8	8-11	11-14	TOTAL
Quercus ilex	0,25	10,75	32,75	27,75	2	73,5
Pinus sylvestris	0	0	0,5	0,5	0	1
Quercus humilis	0	0	0,25	0	0	0,25
TOTAL	0,25	10,75	33,5	28,25	2	74,75

Font: Elaboració pròpia.



Font: Elaboració pròpia.

Aquests és un tipus de bosc on els arbres no assoleixen importants alçades. La gran majoria es distribueixen entre els intervals de 5-8 metres (44,8%) i 8-11 metres (37,7%). Només el 2,67% dels peus superen els 11 metres.

e) *Distribució de classes diamètriques.*

Taula núm. 27: Distribució mitjana de les classes diamètriques (cm) en l'alzinar de terra baixa calcícola (peus).

Quercus ilex	45,25	24,5	3,5	73,25
Pinus sylvestris	0,5	0,25	0,25	1
Quercus humilis	0,25	0	0	0,25
TOTAL	46	24,75	3,75	74,5

Font: Elaboració pròpia.

La distribució de classes diamètriques posa de manifest que es tracta d'un bosc molt jove ja que cap dels peus supera els 20 cm de dbh. Tots els peus formen part del que es coneix amb el nom de perxada, concepte que s'utilitza per parlar dels peus de diàmetre normal fins a 20 cm a partir del qual ja es parla de fustal (Parés, 1992). D'aquests la majoria es situen entre la classe diamètrica de 5-10 cm, concretament el 61,7% dels peus, que rep el nom de perxada de vares. De la resta de peus, el 33,3% es situa en l'interval de 10-15 cm i només el 5% es situa en el de 15-20 cm

f) *Densitat.*

Taula núm. 28: Distribució mitjana de la densitat (peus/ha) en l'alzinar de terra baixa calcícola.

Quercus ilex	1.441	780	111	2.333
Pinus sylvestris	16	8	8	32
Quercus humilis	8	0	0	8
TOTAL	1.465	788	119	2.373

Font: Elaboració pròpia.