

CONSERVAZIONE DEI CONSORZI DI ONTANO NERO DEI MONTI DEL GENNARGENTU (SARDEGNA)

(*) Ente Foreste della Sardegna, Cagliari

(**) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

In Sardegna, con formazioni riparie, l'ontano nero, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, vegeta alla confluenza dei fiumi e, lungo gli stessi, dal mare fino alle testate sui rilievi montuosi. Nel complesso dei Monti del Gennargentu (Sardegna centrale) queste formazioni costituiscono, insieme ai boschi vetusti di roverella, gli ultimi relitti di una vegetazione forestale un tempo assai più estesa, oggi fortemente ridotta e minacciata. Attraverso l'impiego di metodi GIS ed analisi cartografiche multitemporali viene analizzato il dinamismo di queste formazioni negli ultimi 30 anni. Rilievi demografici e dendrometrici all'interno di *transect* hanno consentito l'analisi della distribuzione spaziale orizzontale, dell'ampiezza e della distribuzione verticale delle chiome, nonché, con l'applicazione di un sistema di indici basato sulle relazioni tra soggetti vicini, mediante utilizzo del software NBSI (*Neighbourhood Based Structural Indices*) v.1.0., dei rapporti nello spazio orizzontale (indici *UAI* e *DIST*) e di dominanza dimensionale (indice *DBHDM*) che hanno fornito utili indicazioni sulla caratterizzazione della diversità strutturale e sulle tendenze gestionali.

Parole chiave: conservazione, *Alnus glutinosa*, foresta riparia, indici strutturali, Gennargentu-Sardegna.

Key words: conservation, *Alnus glutinosa*, riparian forest, structural indices, Gennargentu-Sardinia.

Mots clés: conservation, *Alnus glutinosa*, forêt riveraine, index structurels, Gennargentu-Sardaigne.

1. PREMESSA

La conservazione della biodiversità intraspecifica riveste notevole importanza nel caso di specie a grande areale che, essendo state oggetto, nella loro storia evolutiva, di forti pressioni selettive, possono dimostrare strategie di adattamento capaci di consentire il superamento di impatti negativi non perfettamente noti, ma sempre possibili in futuro. In questi casi il valore di popolazioni isolate o marginali distinte per la presenza di particolari *gene-pool* devono ricevere particolare attenzione di conservazione (Giannini e Raddi, 1998). E' il caso dell'ontano nero, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, il cui areale interessa tutta Europa, da Ovest in Portogallo ad Est in Crimea, spingendosi a Nord oltre il 65° di latitudine in Scandinavia e a Sud fino alle regioni del Bacino del Mediterraneo tra cui le grandi isole (Pignatti, 1982; Schwarz, 1993; Gellini e Grossoni, 1997). In Sardegna, con formazioni pure e miste (Schmid, 1946; Camarda e Valsecchi, 1997), estese quasi 3000 ettari (INFC, 2005), l'ontano nero vegeta alla confluenza dei fiumi e, lungo gli stessi, dal mare, nel climax delle foreste miste di sclerofille sempreverdi, fino alle testate sui rilievi montuosi più alti, nel climax degli arbusti montani prostrati (Arrigoni, 1968 & 1988). Nei Monti del Gennargentu (Sardegna centrale) questa specie forma, insieme ai boschi vetusti di roverella, gli ultimi relitti di una vegetazione forestale che un tempo doveva essere assai più estesa e che oggi, nel complesso risulta fortemente ridotta e minacciata (Citterio *et al.*, 2007). Per questi motivi con il presente lavoro si è voluto analizzare il dinamismo spazio/tempo di questi consorzi forestali nella porzione più elevata dei Monti del Gennargentu, procedendo secondo un approccio multitemporale che ha previsto l'utilizzo di dati telerilevati in momenti successivi. Attraverso la realizzazione di *transect* sono state inoltre individuate le principali caratteristiche strutturali dei boschi oggetto di indagine e analizzati i rap-

porti spaziali e di dominanza dimensionale tra i singoli alberi, applicando un sistema di indici basato sulle relazioni tra soggetti vicini, al fine di trarre indicazioni utili per una corretta gestione conservativa della biodiversità e più in generale del valore ambientale e paesaggistico del principale complesso montuoso della Sardegna.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Area di studio

L'area oggetto di studio è rappresentata dalla porzione più elevata dei Monti del Gennargentu che si estende su oltre 10000 ha a partire dall'isoipsa di 1200 m s.l.m. (comprendente le massime quote dell'isola: Punta Lamarmora, 1834 m s.l.m. e Bruncu Spina, 1829 m s.l.m.). Il paesaggio geologico è dominato in prevalenza da rocce metamorfiche paleozoiche determinate dall'orogenesi ercinica ed in particolare da scisti quarzoso-sericitici o filladico-quarzitici (Porcu, 1982) che generano suoli in genere superficiali rientranti tra i *Lithic*, *Dystric* e *Typic Xerorthents* (Aru *et al.*, 1991). Dal punto di vista climatico l'area può essere inquadrata nell'ambito del clima mediterraneo freddo (Giacobbe, 1958; Pinna, 1954; Arrigoni, 1968 e 1988). La specificità ambientale ed i caratteri del clima consentono nell'area la sopravvivenza di resti di una flora montana di origine terziaria, che la Sardegna doveva ancora ospitare su più vaste superfici in epoca glaciale, rappresentati da *Quercus pubescens* Willd., *Taxus baccata* L., *Ilex aquifolium* L., *Populus tremula* L., e altre entità non xerotermitiche come *Ribes sandaloticum* Arrig., *Helleborus argutifolius* Viv., *Paeonia mascula* (L.) Miller ssp. *Russii* (Biv.) Cullen et Heywood, *Rhamnus alpina* L., *Digitalis purpurea* L., *Gentiana lutea* L., *Daphne oleoides* Schreber, *Scrophularia umbrosa* Dumort., *Ranunculus plataniifolius* L. (Arrigoni, 1988). Il paesaggio forestale odierno del Gennargentu è molto diverso da quello che esisteva in pas-

sato quando doveva essere rivestito da boschi almeno fino alle quote di 1600-1700 m s.l.m. e non è escluso che consistenti nuclei forestali fossero presenti fin presso le zone di cresta. Oggi a quote superiori i 1200 m s.l.m. si ritrovano solamente boschi relitti di roverella e, lungo le sponde dei torrenti, consorzi ripari dominati da ontano nero (Citterio *et al.*, 2007) riferibili all'associazione riparia *Glechoma-Alnetum glutinosae* Arrig., con *Epilobium lanceolatum* Seb. et Mauri, *Glechoma sarda* (Beg.) Beg., *Polistysticum setiferum* (Forsskal) Woynar, *Carex microcarpa* Bertol. ex Moris, *Hypericum hircinum* L. (Arrigoni, 1988), rientrante nella serie dinamica denominata geosigmeto sardo-corso, edafoigrofilo, calcifugo e oligotrofico, rappresentata, nello stadio maturo, da micro-mesoboschi edafoigrofilo caducifogli in forma di foreste a galleria, di recente comprese tra le aree naturali e sub-naturali regionali protette come beni paesaggistici (Regione Sardegna, 2007).

2.2 Analisi cartografiche multitemporali, tipologiche e strutturali dei popolamenti

Lo studio del dinamismo è avvenuto secondo un approccio multitemporale (Citterio *et al.*, 2007) che ha previsto l'utilizzo di dati telerilevati in momenti successivi impiegando a tale scopo foto aeree ERSAT del 1977, georiferite utilizzando come base di riferimento la Carta Tecnica Regionale, ortofoto digitali AIMA del 1997 e copertura satellitare IKONOS 2005. Attraverso fotointerpretazione a video, con applicativo GIS, delle immagini telerilevate del 1977, 1997 e 2005, si è proceduto a delineare, per poligoni omogenei (Carfagna e Gallego, 1999; Citterio *et al.*, 2007; Seda, 2007), la distribuzione dei boschi ripari di ontano nero rilevata rispettando i requisiti minimi della definizione di bosco contenuta nel D.L.vo 227/2001 (De Natale *et al.*, 2003), pari a 0,2 ha di superficie, 20 m di larghezza media e 20 % di copertura. Ciò ha consentito la redazione di apposita cartografia in scala 1:10000 alle date 1977, 1997 e 2005. Attraverso la sovrapposizione delle suddette carte è stato possibile pervenire alla redazione di una carta riepilogativa delle informazioni sulle variazioni di superficie e di copertura nell'intervallo di tempo considerato. Mediante la localizzazione a terra, con GPS, di dodici *transect*, ciascuno di 1000 m² di ampiezza (20x50 m), sempre comprendente tutta la sezione alveale (Baronti *et al.*, 2007), sono stati eseguiti rilievi demografici e dendrometrici i cui dati hanno consentito l'analisi della distribuzione spaziale orizzontale, dell'ampiezza e della distribuzione verticale delle chiome, nonché, con l'applicazione di un sistema di indici basato sulle relazioni tra soggetti vicini in modalità *reference tree* (rispetto ad un dato albero o ceppaia di riferimento), mediante utilizzo del software *NBSI (Neighbourhood Based Structural Indices)* v.1.0. (Calvani *et al.*, 2005), dei rapporti nello spazio orizzontale tra alberi e ceppaie (indici *UAI* e *DIST*) e di dominanza dimensionale (indice *DBHDM*) tra tutti i fusti censiti (Lamonaca e Corona, 2007).

3. RISULTATI

Lo studio cartografico multitemporale ha posto in evidenza che dal 1977 al 2005 la superficie dei boschi ripari di ontano nero ha avuto un incremento (43 ha), passando da 135 ha nel 1977 a 178 ha nel 2005, pari a circa il 32 % del totale dall'inizio del periodo monitorato (Figura 1 e Tabella 1), an-

corchè in modo non uniforme nei diversi territori comunali interessati, risultando infatti praticamente nullo nel Comune di Fonni e, viceversa, cospicuo nel Comune di Villagrande dove, dall'inizio del periodo monitorato, ha superato il 50 %. In termini di copertura percentuale sulla superficie di indagine quest'ultimo indice, pur passando da 1,34 % a 1,77 %, resta comunque basso confermando la distribuzione localizzata e ristretta di questi boschi. In Tabella 2 sono riportati i principali risultati relativi ai rilievi demografici e dendrometrici. In generale i popolamenti sono caratterizzati da una densità assai variabile. Prevalgono valori medi di 900 fusti ad ettaro, di cui oltre il 50 % di origine agamica, 34 cm di diametro medio, 90 m² ha⁻¹ di area basimetrica e 13 m di altezza media. Le differenze più elevate si riscontrano tra i popolamenti di Arzana e Fonni con densità intorno ai 700 fusti ad ettaro e valori di area basimetrica da 50 a 60 m² ha⁻¹ ed i popolamenti di Desulo e Villagrande che presentano valori maggiori di densità (oltre 1000 fusti ad ettaro) e di area basimetrica (105-140 m² ha⁻¹) anche per la presenza di individui di più grosse dimensioni. In Figura 2 sono documentati i grafici delle distribuzioni del numero di fusti per classi diametriche e come evidenziato anche in Figura 3 si distinguono popolamenti di tipo A, tendenzialmente monoplani con struttura tipica di cedui invecchiati (a Desulo e Fonni), e popolamenti di tipo B, caratterizzati da strutture articolate e variabili (ad Arzana e Villagrande). Tra gli indici strutturali considerati (Tabella 3), i valori dell'indice *UAI* (quasi tutti intorno a 0,5) segnalano distribuzioni spaziali di alberi e ceppaie di tipo casuale, sebbene con differenze significative tra comuni, in particolare tra Arzana (0,393) e Fonni (0,575), ed anche all'interno di questi. La distanza dai primi alberi o ceppaie vicini varia, considerando tutti i *transect*, tra 1,4 m (a Desulo) e 3,6 m (ad Arzana), con valori più frequenti prossimi a 2 m. I valori dell'indice *DBHDM* (sempre compresi tra 0 e 1) non evidenziano un'accentuata dominanza dimensionale solo ad Arzana (tra 0,286 e 0,333), viceversa rilevata a Desulo e soprattutto a Fonni (0,688).

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Con il presente lavoro si è voluto esaminare il dinamismo dei consorzi di ontano nero dei Monti del Gennargentu (Sardegna) negli ultimi 30 anni. Lo studio ha evidenziato, innanzitutto, un incremento dell'estensione di questi boschi rivelatosi peraltro diverso tra i singoli comuni. Come già verificato da Citterio *et al.* (2007) per i boschi di roverella, ciò può essere messo in relazione con le variazioni dell'attività antropica nell'intervallo di tempo considerato. I rilievi hanno mostrato situazioni strutturali eterogenee sottolineate da distribuzioni diametriche e indici spaziali differenti. Ciò nonostante è stato possibile individuare due distinte tipologie di popolamenti: popolamenti con struttura tipica di cedui invecchiati e popolamenti a struttura articolata e variabile, con presenza sia di piante giovani che di maggiore età. Nelle condizioni esaminate tali tipologie possono considerarsi unità culturali di riferimento in un'ottica gestionale che, previa attenta valutazione dei possibili interventi, con particolare riguardo per quelli lungo le sponde dei torrenti (Andrich, 2008; Baronti *et al.*, 2007), agevoli l'evoluzione verso strutture complesse (Ciancio, 1999). Il fatto che questi straordinari ecosistemi siano stati recentemente compresi tra le aree naturali

e sub-naturali regionali protette come beni paesaggistici (Regione Sardegna, 2007) deve far riflettere sull'importanza di adottare strategie di gestione che favoriscano innanzitutto la conservazione della dinamica strutturale, prevedendo in particolare la pianificazione di interventi finalizzati alla conservazione della biodiversità ed alla protezione ambientale

(Giannini e Susmel, 2006). Considerato che la sostenibilità a lungo termine risulta strettamente correlata sia ai processi evolutivi che a quelli demografici, notevole importanza dovrebbe avere anche l'integrazione delle informazioni eco-strutturali con quelle genetiche (Citterio *et al.*, 2007).

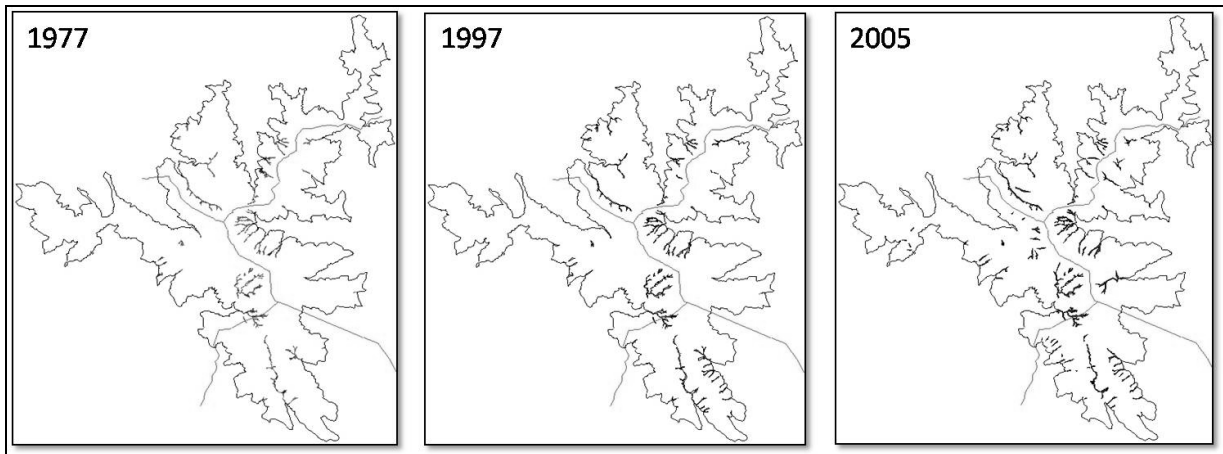


Figura 1. Dinamismo spazio/tempo dei boschi di ontano nero negli anni 1977-2005.

Figure 1. Space/time succession of European alder during 1977-2005 years.

Figure 1. Dynamisme espace/temps des bois d'aune noir dans les années 1977-2005.

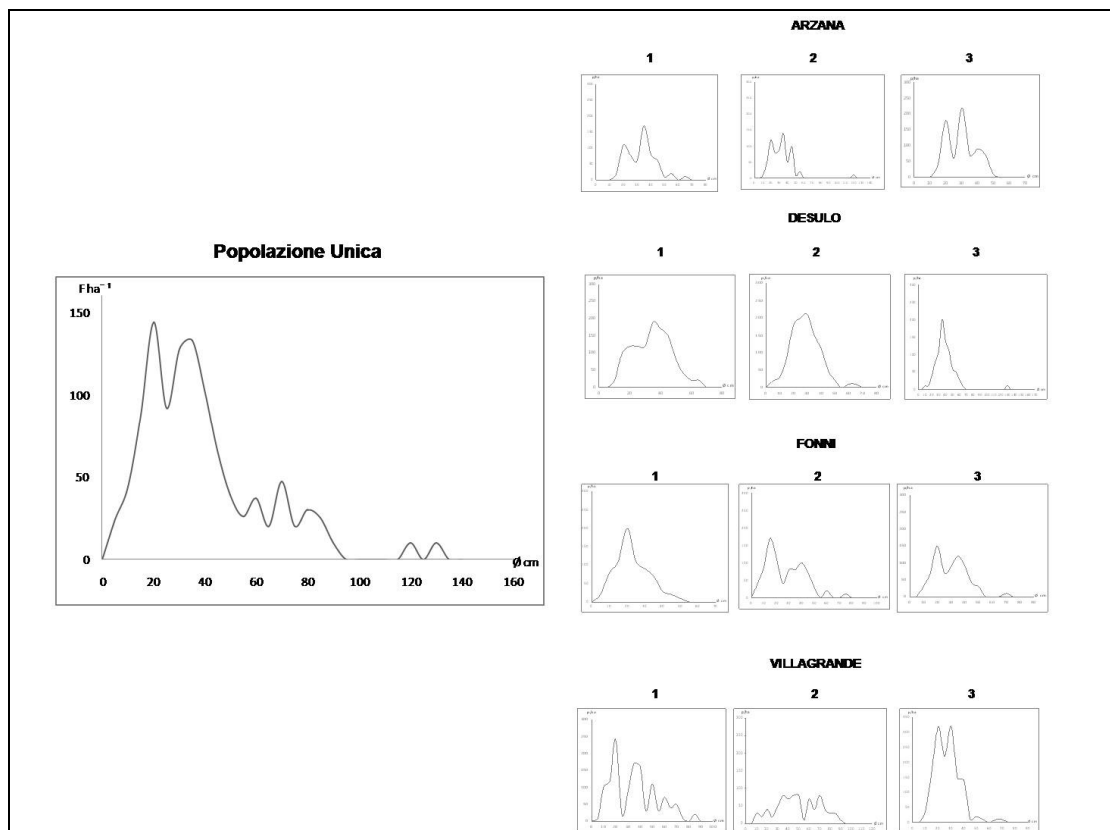


Figura 2. Distribuzione del numero dei fusti per classi diametriche.

Figure 2. Dbh distribution.

Figure 2. Distribution du nombre de tiges par classe du diameter.

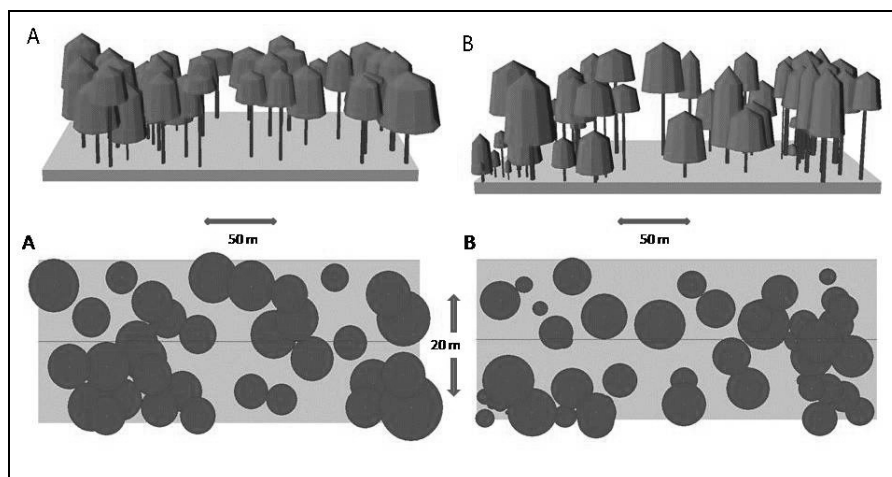


Figura 3. Sezioni orizzontali e profili verticali dei popolamenti.
 Figure 3. Spatial relationships of the stands.
 Figure 3. Sections horizontales et profils verticaux des populations.

Anno	Comuni				
	Fonni	Desulo	Villagrande	Arzana	Totale
1977	38,7 Ha	35,4 Ha	32,2 Ha	28,7 Ha	135 Ha
1997	37,3 Ha	39,5 Ha	33 Ha	40,2 Ha	150 Ha
2005	38,5 Ha	47,9 Ha	50,2 Ha	41,4 Ha	178 Ha

Tabella 1. Superfici dei boschi di ontano nero.
 Table 1. European alder stands surfaces.
 Tableau 1. Surfaces des bois d'aulne noir.

Comuni (popolamenti)	Diametro medio (cm)	Numero ceppaie ($N\ ha^{-1}$)	Numero fusti ($N\ ha^{-1}$)	Area basimetrica ($m^2\ ha^{-1}$)	Altezza media (m)
Arzana	33	170	680	60,89	12
Desulo	35	240	1030	105,27	13
Fonni	28,5	183	760	51,16	11
Villagrande	40,5	313	1157	141,12	15
Medie generali	34	227	907	89,61	13

Tabella 2. Principali risultati dei rilievi demografici e dendrometrici nei popolamenti considerati.
 Table 2. Average values of field parameters in the stands.
 Tableau 2. Principales resultants démographiques e dendrométriques dans les populations considérés.

Transect		UAI *		DIST **		DBHDM ***	
N.	Comune	Valori medi	CV %	Valori medi	CV %	Valori medi	CV %
1	Arzana	0,393	50	3,651	40	0,286	127
2	Arzana	0,396	32,5	2,485	24	0,333	115
3	Arzana	0,531	30	2,507	32,5	0,313	140
1	Desulo	0,429	32,5	1,469	67,5	0,441	80
2	Desulo	0,568	28,5	2,297	36,5	0,409	74
3	Desulo	0,510	35,5	1,968	37	0,413	78,5
1	Fonni	0,438	28,5	2,502	46	0,688	46
2	Fonni	0,575	29,5	1,942	52,5	0,475	87,5
3	Fonni	0,500	41	2,118	6,5	0,563	91,5
1	Villagrande	0,448	54,5	1,630	80	0,396	96,5
2	Villagrande	0,500	38	2,765	45	0,469	87,5
3	Villagrande	0,508	40	1,605	58,5	0,408	84,5

* Indice di distribuzione spaziale (Uniform Angle Index) $UAI\ i = \frac{1}{4} \sum Z_j$
 ** Distanza (in m) dai primi alberi o ceppaie vicini (DIST) $DIST\ i = \min |Z_j|$
 *** Indice di dominanza diametrica (DBH Dominance Modified) $DBHDM\ i = \frac{1}{4} \sum Z_j$

Tabella 3. Valori degli indici strutturali UAI, DBHDM e DIST.
 Table 3. Data of structural indices (UAI, DBHDM and DIST).
 Tableau 3. Valeurs des index structurels UAI, DBHDM e DIST.

SUMMARY

EUROPEAN ALDER STANDS CONSERVATION AT THE GENNARGENTU MOUNTAINS (SARDINIA)

The recent human impact has determined a strongly alteration of the forest on the Gennargentu mountains in Sardinia. At the present, in this area the European alder, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, riparian forest can be considered a relic ancient forest. In this study, the space/time succession of stands were analyzed in 1977-2005 years by GIS software and by multitemporal cartographic analyses. Some data about the stand structure and to quantify some aspects of the structural diversity of the European alder riparian forest are also reported. We analyzed the spatial relationships and the size dominance among single trees, by applying a set of neighbourhood-based indices (UAI, DBHDM, DIST). In the examined conditions, these indices are an effective support tool of the stand structure and to describe the successional phases of the stands.

RÉSUMÉ

CONSERVATION DES BOIS D'AULNE NOIRE DES MONTAGNES DU GENNARGENTU (SARDAIGNE)

En Sardaigne, avec des formations riveraines, l'aulne noir, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, vegete à la confluence des fleuves et, à leurs bords, du mer jusqu'aux sommets des reliefs montueux. Dans le complexe des montagnes du Gennargentu (Sardaigne central) ces formations constituent, ensemble avec les anciens bois du chêne pubescent, les dernières épaves d'une vegetation forestière un temps beaucoup plus étendue, aujourd'hui fortement reduite et menace. Avec l'utilisation des methodes GIS e les analyses cartographiques multitemporels s'analyse le dynamisme espace/temps ces formations dans les demieres 30 (trente) ans. Des reliefs démographiques e dendrométriques all'interieur du transect ont permis l'analyse de la distribution spatial horizontale, de la larger et de la distribution vertical des chevelures, ainsi que, avec l'application d'un système d'index fondé sur les rapports parmi des sujets proches, à travers l'usage du software NBSI (*Neighbourhood Based Structural Indices*) v.1.0., des rapports dans l'espace horizontal (index UAI e DIST) e de dominance dimensionnelle (index DBHDM) qu'ils ont fourni des indications utiles pour la caractérisation de la différence structurelle et par consequent aux buts directoriaux.

BIBLIOGRAFIA

- Andrich A., 2008 – *La gestione della vegetazione ripariale nei torrenti montani*. Alberi e Territorio, 3: 18-22.
- Arrigoni P.V., 1968 – *Fitoclimatologia della Sardegna*. Webbia, 23: 1-100.
- Arrigoni P.V., 1988 – *Area culminale del Gennargentu*. In: "Biotopi di Sardegna". Delfino editore, Sassari, p. 267-286.
- Aru A., Baldaccini P., Vacca A., 1991 – *Carta dei suoli della Sardegna*. Regione Autonoma della Sardegna.
- Baronti F., Bianchi L., Calamini G., Guarnieri A., Maltoni A., Paci M., Preti F., Salbitano F., Tani A., 2007 – *Biomassa e gestione della vegetazione di sponda: il caso del torrente Ripopolo (LI)*. L'Italia Forestale e Montana, 5-6: 355-368.
- Calvani P., Corona P., Lamonaca A., 2005 – *Quantificazione della diversità strutturale in soprassuoli forestali*. EM Linea Ecologica, 5: 6-9.
- Carfagna E., Gallego F.J., 1999 – *Thematic maps and statistics*. In: "Land cover and land use information systems for European Union policy needs". Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, p. 219-228.
- Ciancio O., 1999 – *I moduli culturali nella gestione dei boschi*. In: "Nuove frontiere nella gestione forestale". A cura di Ciancio O., Acc. It. Sci. For., Firenze, p.15-28.
- Citterio G., Puxeddu M., Giannini R., 2007 – *La foresta relitta di roverella dei Monti del Gennargentu, Sardegna*. Forest@, 4 (1):11-18 [online] URL:<http://www.sisef.it/>.
- De Natale F., Gasparini P., Puzzolo V., Tosi V., 2003 – *Stima del grado di copertura forestale da ortofoto e applicazione della definizione di bosco negli inventari forestali*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 289-300.
- Desole L., 1966 – *Distribuzione geografica dell' Ilex aquifolium L. e del Taxus baccata L. in Sardegna*. Bull. Ist. Bot. Univ. Sassari, 7: 3-67.
- Gellini R., Grossoni P., 1997 – *Botanica Forestale*. Vol. II: 5-200. CLUSF, Firenze.
- Giacobbe A., 1958 – *Ricerche ecologiche sull'aridità nei paesi del Mediterraneo occidentale*. Webbia, 14: 81-159.
- Giacomini V., 1968 – *Le paysage végétal de la Sardaigne septentrionale*. Vegetatio, 15: 213-222.
- Giannini R., Raddi P., 1998 – *Genetica e conservazione di piante forestali relitte e minacciate*. Atti del 4° Convegno Nazionale "Biodiversità. Germoplasma locale e sua valorizzazione". Alghero, 8-11 Settembre 1998, p.159-169.
- Giannini R., Susmel L., 2006 – *Foreste, boschi, arboricoltura da legno*. Forest@, 3 (4):464-487 [online] URL:<http://www.sisef.it/>.
- INFC, 2005 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale - Corpo Forestale dello Stato. CRA - Istituto per l'Assesamento Forestale e per l'Alpicoltura.
- Lamonaca A., Corona P., 2007 – *Analisi multilivello della diversità strutturale di una faggeta con caratteri di vetustà*. L'Italia Forestale e Montana, 3: 177-194.
- Pignatti S., 1982 – *Flora d'Italia*. Vol. I. Edagricole, Bologna.
- Pinna M., 1954 – *Il clima della Sardegna*. Libreria Goliardica, Pisa.
- Porcu A., 1982 – *Idrogeologia del Gennargentu*. Bollettino Società Sarda Scienze Naturali, 21: 103-122.
- Regione Sardegna, 2007 – *Piano Forestale Ambientale Regionale*. Relazione generale (All. II).
- Schmid E., 1946 – *Flora und Vegetation der Gebirge Sardiniens*. In: Das Pflanzenkleid der Mittelmeerlander, a cura di Rikli M., p. 556-571.
- Sedda L., 2007 – *Analisi delle dinamiche delle coperture del suolo in alcuni sistemi agroforestali della Provincia di Nuoro. Il caso delle sugherete*. In "Sugherete e filiera del sughero in Provincia di Nuoro". A cura di Poddine A. e Sedda L., Univ. Sassari, p. 77-91.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.N., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1964-1980 – *Flora Europaea*. Vol.1-5. Univ. Press. Cambridge.