

VITTORIO GUALDI (*)

UOMO E AMBIENTE

Variazioni del clima verificatesi nell'area circum-mediterranea durante il *Pleistocene superiore* e loro effetti sulla vegetazione e sulla fauna

(*) For. Rest. Med. S.r.l., spin off dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro; info@forrestmed.com

L'area circum-mediterranea di studio, costituita dall'Europa meridionale, dall'Asia Sud-occidentale e dall'Africa Nord-orientale, fu interessata da ripetute variazioni del clima durante il Pleistocene superiore.

Gli studi condotti al riguardo, riferiti in particolare all'Interglaciale Riss-Würm e alla Glaciazione Würm, hanno evidenziato gli effetti di dette variazioni sulla vegetazione, che subì su vaste sub-aree intense modificazioni. Le analisi condotte in sequenze polliniche, ritrovate nei limi o nelle torbe del fondo di acque lacustri, hanno consentito di delineare i paesaggi vegetali a quel tempo più diffusi e indicare le specie dominanti nelle comunità di piante interessate.

I processi dinamici che riguardarono la vegetazione si riflessero sulla fauna, nel cui contesto risultarono favoriti gli erbivori nelle fasi climatiche fredde e poco piovose, durante le quali si diffusero le specie arbustive e ancor più quelle erbacee.

Parole chiave: Uomo e ambiente; Pleistocene superiore; effetti dei cambiamenti climatici.

Key words: Man and environment; late Pleistocene; climate change impacts.

Citazione: Gualdi V., 2016 - *Uomo e Ambiente. Variazioni del clima verificatesi nell'area circum-mediterranea durante il Pleistocene superiore e loro effetti sulla vegetazione e sulla fauna.* L'Italia Forestale e Montana, 71 (4): 247-259. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2016.4.06>

1. INTRODUZIONE

Le variazioni del clima, che si verificarono durante il *Pleistocene superiore* in Europa meridionale, Asia Sud-occidentale e Africa Nord-orientale, riunite a formare l'area circum-mediterranea di studio, ebbero significativi effetti sulla vegetazione e sulla fauna di numerose sub-aree e zone, influenzando sensibilmente anche sulle attività antropiche in esse praticate prima dall'*Homo erectus* e poi dall'*H. sapiens*, giunto (Cavalli-Sforza, 1996) dall'Africa 100.000 anni B.P. in Asia e 40.000 anni B.P. in Europa.

Si tratta, per quanto riguarda la stessa Europa, degli eventi glaciali e interglaciali riassunti nel prospetto n. 1, nel quale sono anche indicate le cronologie a essi riferite, di ordine calendariale¹, alpino², geologico, preistorico e antropologico.

¹ La cronologia di ordine calendariale, riportata nel prospetto n. 1, è espressa in milioni di anni.

Gli studi condotti al riguardo, riferiti all'intera Terra, hanno permesso di attribuire quelle variazioni all'inclinazione dell'asse terrestre, all'eccentricità dell'orbita anch'essa terrestre, alla precessione degli equinozi e a numerosi altri fattori.

L'inclinazione dell'asse terrestre rispetto alla perpendicolare al piano dell'*eclittica*³, all'attualità di 23° e 27', è in fase decrescente; essa, infatti, varia ciclicamente nel tempo fra circa 22° e 50' e circa 24° e 50' e viceversa, ogni 41.000 anni. Nelle fasi in cui quei valori sono crescenti, si verificano (Pinna, 1996) alle alte latitudini incrementi della radiazione solare estiva e decrementi di quella invernale.

L'eccentricità dell'orbita terrestre (e), all'attualità 0,0167, è anch'essa in fase decrescente; la stessa varia ciclicamente nel tempo fra quasi 0 e circa 0,50 e viceversa, ogni 100.000 anni, assumendo i più alti valori quando è massima (Pinna, l.c.) la differenza fra le distanze maggiori e minori della Terra dal Sole.

La precessione degli equinozi, dovuta alla forma non propriamente sferica della stessa Terra e alle forze gravitazionali esercitate su di essa dal Sole e dalla Luna, si completa ogni 25.800 anni. Nell'emisfero boreale, a differenza di quanto avviene in quello australe, gli inverni sono (Pinna, l.c.) meno freddi e le estati, meno calde, rispetto a quanto avverrebbe con orbite circolari.

Le variazioni del clima in esame discendono anche da fattori astronomici connessi alle "macchie solari"⁴, da quelli geologici correlati alle eruzioni vulcaniche⁵, da altri antropici dovuti alle alterazioni provocate dall'uomo nell'atmosfera⁶ e nell'*albedo*⁷ e da altri ancora riferiti agli spostamenti naturali di grandi masse d'aria e d'acqua, rispettivamente, nell'atmosfera⁸ e negli oceani⁹.

Gli studi sui climi del passato sono stati condotti tenendo proficuamente conto dei risultati delle ricerche svolte in vari ambiti disciplinari.

Si tratta, innanzitutto, del rapporto ($^{18}O/^{16}O$) fra due dei tre *isotopi stabili* dell'Ossigeno presenti sulla Terra, che, definito per i gusci dei foraminiferi ss.pp. che si erano depositati nel tempo sul fondo del Mare dei Caraibi, hanno

² Le denominazioni delle *Glaciazioni*, richiamate in questo lavoro, sono derivate da quelle delle località alpine maggiormente interessate dalle azioni dei ghiacci.

³ La denominazione del piano in esame, sul quale giace l'orbita terrestre, è discesa da quella di *eclissi*, in quanto sullo stesso piano si verificano gli allineamenti del Sole, della Terra e della Luna che la provocano.

⁴ Le variazioni delle radiazioni solari, ricorrenti ogni 11 anni per effetto delle "macchie solari", influenzerrebbero fra l'altro anche i processi climatici che si verificano nella *troposfera*, parte inferiore dell'atmosfera.

⁵ Le eruzioni vulcaniche immettono nella *troposfera* grandi quantità di polveri e anidride solforosa che raggiungono anche la *stratosfera*, parte superiore della stessa atmosfera: si formano così strati di particelle e aerosol, che riflettono verso l'alto frazioni significative della radiazione solare, raffreddando la *troposfera* e alterando i processi dinamici che in essa si sviluppano.

⁶ Il consumo da parte dell'uomo di quantità sempre crescenti di combustibili fossili, impiegati nel riscaldamento delle abitazioni, nella mobilità e nelle attività industriali, sta provocando un elevato accrescimento del tasso di anidride carbonica nell'aria, che da 280 parti per milione di volume nel 1880 ha superato, pur di poco, 400 parti all'attualità.

⁷ L'*albedo* consiste nel rapporto fra le quantità di radiazione solare incidente e quelle di radiazione diffusa.

⁸ Gli spostamenti di grandi masse d'aria nella *troposfera* producono elevate quantità di calore latente e sensibile, assicurando l'energia necessaria allo sviluppo dei processi climatici più volte richiamati.

⁹ Quelli di grandi masse d'acqua negli oceani agiscono sulla distribuzione del calore e dell'umidità sulla superficie terrestre, modificando i processi climatici che su di essa si sviluppano.

dato luogo (Chelazzi, 2013) alla cosiddetta “*Serie di Emiliani*”, ($MIS_1 - MIS_6$)¹⁰, risalente a circa 190.000 anni B.P. I risultati di quel rapporto con numero dispari sono risultati corrispondenti a fasi climatiche relativamente calde, a differenza di quelli con numero pari, riferiti a fasi relativamente fredde.

Prospetto 1 - Cronologie degli eventi glaciali e interglaciali, che si verificarono in Europa durante il *Pleistocene inferiore, medio e superiore*. Fonti: Broglio (l.c.).

calendariare	alpino	Cronologie di ordine		
		geologico	preistorico	antropologico
		<i>Olocene</i>		
0,0	<i>Glaciazione Würm</i>	<i>Pleistocene superiore</i>	<i>Paleolitico superiore</i>	<i>Aurignaziano</i>
	<i>Interglaciale Riss-Würm</i>			
	<i>Glaciazione Riss</i>	<i>Pleistocene medio</i>	<i>Paleolitico medio e inferiore</i>	<i>Musteriano</i>
	<i>Interglaciale Mindel-Riss</i>			
0,5	<i>Glaciazione Mindel</i>			
	<i>Interglaciale Günz-Mindel</i>	<i>Pleistocene inferiore</i>	<i>Industrie litiche remote</i>	<i>Acheuleano (Europa)</i>
1,0	<i>Glaciazione Günz</i>			
1,5		<i>Pliocene</i>		<i>Acheuleano (Africa)</i>
2,0				

¹⁰ La sigla *MIS* è costituita dalle iniziali di *Marine Isotope Stage*.

Altre importanti informazioni sulle variazioni climatiche del passato sono provenute (Chelazzi, l.c.) dagli studi sulle polveri, che, avuta origine sulle terre emerse, furono trasportate lontano dai venti, depositandosi sulle stesse terre o sul fondo degli oceani. Le variazioni spaziali e temporali delle correnti aeree, ricche di dette polveri, hanno provocato fra l'altro quelle climatiche in numerose delle aree e sub-aree interessate, secondo lo schema proposto dallo studioso richiamato "più venti, più aridità, più polveri".

I residui di piante C_3 ¹¹ e C_4 ¹², ritrovati sul fondo degli oceani e di altre distese d'acqua, hanno consentito di delineare (Chelazzi, l.c.) i paesaggi vegetali di determinate aree e sub-aree.

La fase temporale relativamente calda, che precedette la *Glaciazione Würm*, si contraddistinse ai suoi inizi della ricorrenza di bruschi abbassamenti della temperatura dell'aria, attribuiti (Chelazzi, l.c.) allo scioglimento dei ghiacci di numerosi *iceberg*, che, distaccatisi dalle grandi masse ghiacciate presenti fra l'America settentrionale, a Ovest, e la Groenlandia, a Est, furono trasportate a Sud a opera delle correnti marine, cosicché si liquefecero in tempi relativamente brevi. Alle longitudini interessate si formarono sul fondo della parte settentrionale dell'Oceano Atlantico molteplici strati di particelle litiche, che erano rimaste per lungo tempo incluse nei ghiacci. La loro analisi ha consentito di determinare fra l'altro le durate e le tipologie delle fasi climatiche, che si succedettero nel tempo, fra il *Terziario* e il *Pleistocene*.

In questo lavoro vengono considerati i più importanti aspetti delle variazioni del clima, che si verificarono durante il *Pleistocene superiore* nell'area circum-mediterranea di studio, e degli effetti da esse indotti nella stessa area sulla vegetazione e sulla fauna.

2. VARIAZIONI DEL CLIMA E LORO EFFETTI SULLA VEGETAZIONE

Durante il *Pleistocene superiore*, si verificarono in Europa l'*Interglaciale Riss-Würm* e la *Glaciazione Würm*, che in qualche modo interessarono anche l'Asia Sud-occidentale e l'Africa Nord-orientale.

Interglaciale Riss-Würm

L'*Interglaciale Riss-Würm* durò (Broglia, 1999) all'incirca 50.000 anni, fra i 130.000 e gli 80.000 anni B.P., durante i quali il clima dell'area circum-mediterranea di studio si caratterizzò di elevata instabilità, per il susseguirsi di fasi calde e fredde, anche in intervalli di tempo relativamente brevi.

Le stesse fasi si differenziano fra loro, specialmente in Europa meridionale, sia nelle temperature dell'aria, che nelle precipitazioni piovose, risultando determinanti per numerose espressioni della vegetazione.

¹¹ Le piante C_3 , con la trasformazione in carboidrati delle risorse disponibili, producono composti a 3 atomi di Carbonio.

¹² Le piante C_4 , con la trasformazione accennata, producono composti a 4 atomi di Carbonio.

Le ricerche condotte in sequenze polliniche ritrovate nei depositi della Grotta di "Caupé-Gorge", localizzata sul versante settentrionale dei Pirenei centrali, in Francia Sud-occidentale, hanno evidenziato (Girard *et* Renault-Miscovsky, 1979) le modificazioni compositive e strutturali della vegetazione, che, indotte dalle variazioni del clima, si verificarono a quel tempo nella zona.

Le modificazioni accennate, riassunte nella tabella n. 1, portarono all'affermazione nella stessa zona della *foresta* o *macchia-foresta* di *aghi-fille* e *platisclerofille sempreverdi* nelle fasi temperate e poco piovose e di *platifille decidue* nelle altre temperate e molto piovose.

Altre ricerche svolte in sequenze polliniche ritrovate nella Provence, in Francia Sud-occidentale, hanno dimostrato (Broglia *et* Kozłowski, 1986) che, durante le fasi climatiche calde e relativamente piovose dell'*Interglaciale* in esame, si diffuse nella zona la *foresta* di Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Miller) o la *macchia-foresta* di *platisclerofille sempreverdi*, dominate dalle querce ss.pp.

Tabella 1 - Fasi climatiche, che si susseguirono in Francia Sud-occidentale durante l'*Interglaciale Riss-Würm*. Fonti: Girard *et* Renault - Miskovsky (l.c.).

Denominazioni delle fasi	prima	seconda	terza	quarta
Durate delle stesse fasi in anni B.P.	130.000 - 116.000	116.000 - 111.000	111.000 - 85.000	85.000 - 80.000
Tipologie dei climi	temperato e poco piovoso	temperato e piovoso	temperato e poco piovoso	temperato e piovoso
Specie vegetali più diffuse	<i>aghi-fille</i> del genere <i>Pinus</i> L. e <i>platisclerofille sempreverdi</i> del genere <i>Quercus</i> L.	<i>platifille decidue</i> dei generi <i>Carpinus</i> L. e <i>Corylus</i> L. e felci ss.pp.	<i>aghi-fille</i> del genere <i>Pinus</i> e felci ss.pp., che si rarefecero nel tempo	<i>platisclerofille sempreverdi</i> e <i>platifille decidue</i> , entrambe del genere <i>Quercus</i> , e felci ss.pp.

Nella Penisola italiana le variazioni del clima dello stesso *Interglaciale* favorirono (Broglia *et* Kozłowski, l.c.) lo sviluppo della *foresta* di *aghi-fille*, come gli abeti ss.pp. e i pini ss.pp., e quella di *platifille decidue*, dominate dalle querce ss.pp.

Nella Penisola balcanica, le variazioni del clima più volte richiamate, anch'esse riferite all'*Interglaciale* in esame, provocarono la formazione di paesaggi forestali particolari. Nelle fasi climatiche temperate e molto piovose ebbe modo di formarsi (Broglia *et* Kozłowski, l.c.) in quella sub-area la *foresta* di *platifille decidue*, anch'esse dominate dalle querce ss.pp., cui si erano associati gli aceri ss.pp., il Carpino orientale (*Carpinus orientalis* Miller), il Nocciolo (*Corylus avellana* L.) e il Tiglio nostrano (*Tilia platyphyllos* Scop.), oltre l'Edera (*Hedera helix* L.). Si tratta di una peculiare espressione della *foresta* delle fasce collinari illiriche, oggi presente anche nel Gargano Nord-orientale¹³.

¹³ Si tratta di una particolare comunità di piante, dominate dal Cerro (*Quercus cerris* L.), composta anche dal Carpino orientale, dal Farnetto (*Q. frainetto* Ten.), dall'Orniello (*Fraxinus ornus* L.), dalla Roverella (*Q. pubescens*

Nell'Asia Sud-occidentale, il clima dell'*Interglaciale* tante volte richiamato si caratterizzò nelle sue prime fasi di elevata aridità, così come ha dimostrato (Broglia *et* Kozłowski, l.c.) l'elevato tasso accertato, quasi il 50% del totale, di specie arboree tolleranti l'aridità, presenti nella *macchia-foresta* delle fasce costiere del Libano e della Palestina, essenzialmente composta da querce ss.pp., cui si erano associati l'Olivastro (*Olea europaea* L., var. *oleaster* Hoffmg. *et* Link.) e il Pistacchio (*Pistacia vera* L.). Sulle fasce collinari interne degli stessi paesi, evidentemente meno piovose di quelle costiere, si affermò nello stesso periodo di tempo una *macchia-foresta*, con un tasso di specie arboree inferiore al 10% del totale, dominata dalla Mimosa (*Acacia dealbata* Link.).

In Africa Nord-orientale, il clima dell'*Interglaciale* di studio si differenziò a Nord da quanto invece avvenne a Sud, nel deserto sahariano. Infatti, il clima delle fasce costiere della Libia e dell'Egitto divenne molto piovoso, a differenza di quello delle fasce interne sahariane, che furono interessate (Broglia *et* Kozłowski, l.c.) da ripetute manifestazioni deflative, causa di accentuati approfondimenti in molteplici depressioni, comprese quelle caratterizzate dalla presenza di oasi. Lungo il corso del Fiume Nilo, si verificarono ripetuti fenomeni erosivi, dovuti all'elevata piovosità dell'epoca dell'Africa centro-orientale, nella quale quel Fiume ha origine.

Glaciazione Würm

La *Glaciazione Würm* si protrasse (Broglia, l.c.) per circa 70.000 anni, fra gli 80.000 e i 10.300 anni B.P., durante i quali si verificarono in Europa significative variazioni del clima, che provocarono non poche alterazioni nelle forme del rilievo per effetto delle azioni dei ghiacciai e delle acque di scorrimento superficiale conseguenti al loro scioglimento. Ciò determinò (La Greca, 1997) nella stessa Europa la distinzione di molteplici sub-aree e zone, delineate da Poser (1948) e qui di seguito richiamate, procedendo da Nord a Sud.

La sub-area con clima glaciale, dislocata a Sud dell'*inlandsis*¹⁴, si caratterizzò della diffusa presenza di suoli gelati, occupati dalla *tundra*¹⁵ durante l'intero anno o per gran parte di esso. La stessa sub-area è stata suddivisa nelle zone qui di seguito specificate:

- zona marittima, composta dall'Europa Nord-occidentale, con suoli interessati da disgelo soltanto d'estate, stagione piovosa quanto l'inverno;

Willd.), dal Sorbo comune (*Sorbus domestica* L.) e dal Sorbo ciavardello (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz), oltre che dall'Edera: la stessa comunità si caratterizza fra l'altro di una peculiare "impronta balcanica", assunta (Gualdi *et* Tartarino, 2001) dalla vegetazione forestale garganica, in generale, e da quella del complesso forestale regionale "Sfilzi, Caritate e Ginestra superiore e inferiore", in particolare.

¹⁴ *Inlandsis* è il termine della lingua norvegese riferito alle coltri di ghiacci, oggi presenti solo in Antartide e Groenlandia, che durante la fase più fredda della *Glaciazione Würm* si estesero a Sud, fino a coprire l'intera Europa settentrionale e parte di quella centrale.

¹⁵ La *tundra* è l'*unità fisionomica* della vegetazione maggiormente diffusa nelle sub-aree, i cui suoli restano ghiacciati per gran parte dell'anno: essa è composta da numerose *Briofite*, nonché da eriche ss.pp., mirtilli ss.pp., rovi ss.pp. e salici ss.pp., che assumono contenute dimensioni ipsometriche, nella generalità dei casi inferiori a 0,50 m.

- zona intermedia, costituita dalla parte dell'Europa centrale estesa a Nord della catena montuosa alpina, con suoli interessati da disgelo solo d'estate;
- zona continentale, formata dall'Europa centro-orientale, con suoli interessati da disgelo dalla fine della primavera agli inizi dell'autunno.

La sub-area con clima continentale, rappresentata dalla parte dell'Europa centro-orientale estesa a Sud della catena montuosa carpatica, si contraddistinse della presenza di suoli interessati da disgelo da maggio a settembre, occupati dalla foresta di *aghi-fille* o *platifille decidue*, e della ricorrenza di precipitazioni piovose estive addirittura maggiori di quelle invernali.

L'area con clima di transizione, da oceanico a continentale, localizzata sulla fascia di limitata larghezza estesa a Ovest e a Sud di quella con clima glaciale, fu improntata della presenza di suoli interessati da disgelo da metà primavera a metà autunno, occupati dalla *steppa*¹⁶ anche nella Pianura padana.

La sub-area con clima di transizione, da oceanico a mediterraneo, presente nelle penisole iberica, italica e balcanica, si caratterizzò della presenza di suoli, interessati da disgelo dall'inizio della primavera alla fine dell'autunno, sui quali si affermò la foresta di *aghi-fille* o *platifille decidue*, che non raggiunse le loro propaggini meridionali comprensive delle isole, occupate dalla foresta o *macchia-forestale* di *platisclerofille sempreverdi* o *platifille decidue*, propriamente *mediterranee*.

La *Glaciazione* in esame è stata suddivisa (Guiot *et al.*, 1989), sempre per quanto riguarda l'Europa, in due periodi: il primo di circa 55.000 anni, il secondo all'incirca di 15.000.

Il primo di essi si caratterizzò della successione di due fasi climatiche fredde e poco piovose, separate da un'altra temperata e poco piovosa e seguite da un'altra ancora calda e poco piovosa.

Il secondo periodo si contraddistinse invece del succedersi di sette fasi climatiche, definite dai botanici Blytt e Sernader rispettivamente per la Danimarca e la Svezia riportate nella tabella n. 2.

Durante la fase con clima glaciale, iniziata (Pinna, l.c.) circa 25.000 anni B.P. e terminata circa 7.000 anni dopo, si verificò la massima espansione dei ghiacci sulla Terra, che coprirono (Pinna, l.c.) circa il 12% della sua superficie, comprensiva di quella degli oceani.

Tabella 2 - Fasi climatiche, che si susseguirono in Francia centrale durante l'ultimo periodo della *Glaciazione Würm*. Fonti: Pinna (l.c.)

Denominazioni delle fasi	<i>Würm III</i>	<i>Interstadiale</i> di "Lascaux"	<i>Dryas antica</i>	<i>Interstadiale</i> di "Böling"	<i>Dryas media</i>	<i>Interstadiale</i> di "Alleröd"	<i>Dryas recente</i>
Durate delle stesse fasi in anni B.P.	25.000-18.000	18.000-16.000	16.000-13.300	13.300-12.300	12.300-11.800	11.800-10.800	10.800-10.300
Tipologie dei climi	glaciale	temperato	freddo	caldo	freddo	caldo	freddo

¹⁶ La *steppa* è l'*unità fisionomica* della vegetazione che contraddistingue le sub-aree delle medie latitudini, comprese fra la Pannonia, in Europa centro-orientale, e la Manciuaria, in Asia centro-orientale: si tratta di popolazioni di graminacee, che tollerano, sia il freddo invernale, che l'aridità estiva.

Le coltri di ghiaccio si estesero (Pinna, l.c.) su circa 40 milioni di km², raggiungendo lo spessore di circa 3.000 m in Europa settentrionale, in corrispondenza del Golfo di Botnia, nel Mare Baltico.

Altre consistenti coperture di ghiacci si formarono sui Pirenei, sulle Alpi e sui Carpazi: quelli alpini raggiunsero le isoipse 100 sui versanti settentrionali, ove il loro spessore raggiunse i 1.800 m, e quelle 500 sugli altri meridionali.

Le basse temperature delle fasi climatiche fredde, causa della formazione accennata delle coperture di ghiaccio, ebbero numerose conseguenze, fra le quali si ricordano:

- la sottrazione alla circolazione di grandi masse d'acqua;
- l'erosione delle unità litologiche ricoperte dai ghiacciai, che provocò la formazione di miriadi di particelle litiche;
- la discesa di molte specie vegetali dai piani altimetrici superiori a quelli inferiori;
- lo spostamento a Sud delle zone climatico-vegetazionali.

La sottrazione alla circolazione di grandi masse d'acqua determinò l'abbassamento di circa 100 m del livello dei mari, provocando fra l'altro, per la Penisola italiana e le numerose isole che la circondano, la congiunzione della Corsica alla Sardegna e il prolungamento della Pianura padana a Sud-Est, fino alla longitudine del Monte Conero (572 m s.m.), in corrispondenza del quale il Fiume Po raggiungeva il Mare Adriatico.

La formazione di particelle litiche fu seguita dal loro trasporto a distanza a opera dei venti: esse si depositarono su vaste sub-aree pianeggianti dell'Europa centro-orientale e dell'Asia centrale, formando su di esse ampie distese di suoli sciolti, i cosiddetti *loess*.

La discesa di molte specie vegetali dai piani altimetrici superiori a quelli inferiori interessò più d'una delle sub-aree coinvolte. Il fenomeno riguardò le specie montane e collinari, che, abbandonate le fasce di elezione divenute per loro troppo fredde, occuparono quella costiera. I risultati delle analisi svolte da Marchetti e Tangiorgi (1937) in sequenze polliniche conservatesi nelle torbe del fondo del Lago di Massaciuccoli, vicino a Viareggio (LU), hanno evidenziato fra l'altro che durante la *Glaciazione Würm* si diffuse in Versilia la *foresta* di Abete bianco (*Abies alba* Miller), Abete rosso (*Picea excelsa* Link) e Pino mugo (*Pinus mugo* Turrà).

Lo spostamento a Sud delle zone climatico-vegetazionali riguardò in Europa specialmente la *foresta* temperata, le cui specie trovarono condizioni favorevoli nelle penisole richiamate. Queste sub-aree costituirono dei veri e propri rifugi per numerose di esse, con particolare riferimento a quelle arboree, che poi ritornarono (Polunin *et* Walters, 1987) nuovamente a Nord, percorrendo durante l'*Olocene* la valle del Rodano, fra i Pirenei e le Alpi, e quella del Danubio, fra le stesse Alpi e i Carpazi.

Le abbondanti precipitazioni piovose che si verificarono all'epoca sulle sub-aree interessate provocarono ovunque elevati rigogli nelle varie espressioni della vegetazione.

Nelle fasi climatiche successive, rappresentate da quelle *interstadiali* di “Lascaux”¹⁷, “Böling”¹⁸ e “Alleröd”¹⁸, iniziò a verificarsi lo scioglimento dei ghiacci, che provocò la risalita dei livelli dei mari, fin quasi a quelli attuali. Gli studi sulle sequenze polliniche, relative alle fasi climatiche accennate, sono molto numerosi anche per l’Europa meridionale. Fra essi, si richiama quello condotto (Leroi-Gourhan, 1971) nella Penisola iberica, sulla fascia costiera del versante settentrionale dei Monti Cantabrigi, a poca distanza dalla Baia di Santander, nell’Oceano Atlantico. Si tratta di una ricerca palinologica, i cui risultati hanno evidenziato per la zona interessata la successione di fasi con clima temperato e poco piovoso, durante le quali si diffuse la *foresta* di *aghiifille* del genere *Pinus*, seguite da altre con clima temperato e piovoso, che favorirono la affermazione della *foresta* di *platifille decidue*, dei generi *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fraxinus*, *Quercus* e *Tilia*.

Per l’Italia centro-meridionale, vanno ricordate le ricerche svolte (Follieri *et* Magri, 1997), su sequenze polliniche conservatesi nei limi e in altri tipi di deposito formati sul fondo di numerosi laghi del Lazio e della Basilicata: si precisa al riguardo che il loro prolungamento temporale, indicato nella tabella n. 3, ha interessato anche fasi climatiche precedenti, rispetto a quelle più volte richiamate. I risultati delle ricerche accennate hanno evidenziato fra l’altro che durante la *Glaciazione Würm* si verificarono anche nelle zone considerate ripetute diffusioni di *aghiifille* della fascia montana, come l’Abete bianco e l’Abete rosso, il secondo presto scomparso, e di *platifille decidue* della stessa fascia, come il Faggio (*Fagus sylvatica* L.). Le diffusioni accennate furono intervallate da ripetute e prolungate contrazioni degli areali di distribuzione delle specie arboree interessate, seguite dall’insediamento della *landa*¹⁹, non di rado arborata, e addirittura della *prateria*²⁰. I paesaggi vegetali che così si formarono acquisirono i caratteri silvani soltanto durante 1/10 del tempo trascorso, per assumere nei restanti 9/10 quelli arbustivi ed erbacei.

Fra le numerose ricerche eseguite in Italia meridionale, va richiamata quella svolta dal 1961 a oggi nella Grotta del “Romito”, localizzata in territorio del Comune di Papasidero (CS), nell’ambito del bacino del Fiume Lao e del Parco Nazionale del Pollino. Si tratta di una ricerca multidisciplinare, avviata (Martini, 2011) da Paolo Graziosi, docente di *Antropologia* nell’Università degli Studi di Firenze, i cui risultati hanno evidenziato fra l’altro le modificazioni della vegetazione e della fauna avvenute nella zona, per effetto delle variazioni del clima che in essa si verificarono fra i 24.000 e gli 11.000 anni B.P.

¹⁷ La denominazione della fase climatica è provenuta da quella della località “Lascaux”, vicina a Montignac, centro urbano della Dordogne, unità amministrativa della Francia centrale: essa è diventata molto nota dopo il 1940, anno della scoperta nella stessa località di un sistema di grotte, sulle cui pareti è stato rinvenuto un gran numero di dipinti e disegni, che raffigurano esemplari in corsa di Bisonte delle steppe (*Bison priscus*), Bue primigenio (*Bos primigenius*), Cavallo (*Equus caballus gallicus*) e Cervo elafò (*Cervus elafus*), inseguiti da esseri umani, che praticavano l’esercizio della caccia con archi e frecce, oltre che con trappole.

¹⁸ Le denominazioni delle fasi climatiche sono derivate da quelle delle località “Böling” e “Alleröd”, rispettivamente danese e svedese, nelle quali sono stati ritrovati limi e altri tipi di deposito sul fondo di acque lacustri, contenenti sequenze polliniche dimostrative del verificarsi di fasi climatiche relativamente calde.

¹⁹ La *landa* è l’unità *fisionomica* della vegetazione prevalentemente composta da popolazioni di specie erbacee, cui si sono associate altre arbustive, che qualificano l’insieme.

²⁰ La *prateria* è l’unità *fisionomica* della vegetazione costituita soltanto da popolazioni di specie erbacee.

Tabella 3 - Risultati delle analisi eseguite nelle sequenze polliniche ritrovate nei limi del fondo dei laghi del Lazio e della Basilicata. Fonti: Follieri *et Magri* (l.c.)

Denominazioni dei laghi	Valle Castiglione	Lungo	Lagaccione	Baccano	Vico	Grande di Monticchio	Straccia-cappa	Albano
Localizzazioni degli stessi laghi	Campagna romana	Pigna del Velino	Monti Valsini	Monti Sabatini	Monte Fogliano	Monte Vulture	Monti Sabatini	Monte Cavo
Eventi climatici susseguitisi	<i>Intergl. Mindel-Riss</i>	<i>Glac. Riss</i>	<i>Intergl. Riss-Würm</i>	<i>Intergl. Riss-Würm</i>	<i>Intergl. Riss-Würm</i>	<i>Glac. Würm</i>	<i>Glac. Würm</i>	<i>Glac. Würm</i>
Durate delle sequenze polliniche in anni B.P.	250.000	150.000	100.000	90.000	90.000	74.000	60.000	30.000

Il clima dei primi 8.000 anni, molto freddo e poco piovoso, provocò in quella zona l'elevata riduzione della copertura del suolo, assicurata dalla *foresta* o *macchia-foresta*, che si erano in essa diffuse, nonché la scomparsa di un piccolo corso d'acqua, che, defluendo attraverso la Grotta di studio, aveva impedito (Colonese *et* Di Giuseppe, 2011) per molto tempo la sua frequentazione da parte dell'*Homo sapiens sapiens*.

Lo stesso clima nei successivi 5.000 anni divenne temperato e piovoso, cosicché i paesaggi forestali s'improntarono (Colonese *et* Di Giuseppe, l.c.) della presenza della *foresta* o *macchia-foresta* di *platifille decidue*, quali il Carpino nero (*Ostrya carpinifolia* Scop.), il Carpino orientale, l'Orniello, la Roverella e il Tiglio nostrano.

Gli studi sul clima, che contraddistinse l'Asia Sud-occidentale durante la *Glaciazione Würm*, hanno evidenziato il succedersi in essa di numerose fasi, fra cui le ultime cinque costituirono un significativo intervallo di tempo per gli aspetti considerati.

Quelle fasi, delineate nella tabella n. 4, ebbero inizio 32.000 anni e termine 10.300 anni B.P.: per esse sono specificate in quella tabella le durate e le tipologie climatiche, mentre per le ultime tre sono anche accennate le principali espressioni della vegetazione del tempo. Le variazioni climatiche in esame provocarono (Broglia *et* Kozłowski, l.c.) rilevanti modificazioni della vegetazione, evidenziate dalle variazioni del tasso delle specie arboree²¹, che assunse valori compresi fra il 6 e il 60% del totale.

²¹ Al tempo di studio si diffusero in Asia Sud-occidentale, costituita da Anatolia, Armenia, Siria, Libano e Palestina, numerose specie arboree, non poche delle quali appartenenti al genere *Quercus*, qui di seguito richiamate facendo riferimento ai paesi da esse occupati (Camus, 1936-54). Si tratta di: *Q. Aegilops* L., var. *castaneaefolia* Koch (Armenia), sub-sp. *Brantii* Lindley (Anatolia e Siria), sub-sp. *ithaburensis* Eig (Palestina), sub-sp. *Look* Kotschy (Anatolia, Siria, Libano e Palestina), sub-sp. *macrolepis* Camus (Anatolia), sub-sp. *Pyrami* Camus (Anatolia), sub-sp. *Ungeri* Camus (Anatolia e Palestina) e sub-sp. *Vallonea* Camus (Anatolia); - *Q. Aucheri* Jaub. et Spach (Anatolia); *Q. burgurluensis* Camus (Anatolia); *Q. calliprinos* Webb (Anatolia, Siria, Libano e Palestina); *Q. Cerris* L (Anatolia, Armenia, Siria e Libano); *Q. Ebenbergii* Kotschy (Anatolia, Siria e Libano); *Q. Farnetto* Ten. (Anatolia); *Q. ilex* L. (Anatolia, Siria e Libano); *Q. lanuginosa* Lamk. (Anatolia e Armenia); *Q. libani* Oliv. (Anatolia e Armenia); *Q. macranthera* Fisch. et Meyer (Armenia); *Q. regia* Lindley (Anatolia); *Q. pontica* Koch (Anatolia e Armenia) e *Q. Trojana* Webb (Anatolia).

Tabella 4 - Fasi climatiche, che si susseguirono in Asia Sud-occidentale durante l'ultimo periodo della *Glaciazione Würm*. Fonti: Broglio *et* Kozlowski (l.c.).

Denominazioni delle fasi	prima	seconda	terza	quarta	quinta
Durate delle stesse fasi in anni B.P.	32.000-24.000	24.000-21.000	21.000-15.000	15.000-12.000	12.000-10.300
Tipologie dei climi	temperato e piovoso	caldo e poco piovoso	temperato e poco piovoso	temperato e piovoso	freddo e poco piovoso
Specie vegetali più diffuse			specie steppiche, tranne che in Libano e Palestina, ove trovarono rifugio numerose specie della <i>foresta mediterranea</i>	specie arboree forestali	specie steppiche, tranne che in Anatolia, ove si diffuse la <i>foresta mediterranea</i>

Durante la *Glaciazione Würm*, si verificarono in Africa Nord-orientale due fasi climatiche, entrambe relativamente molto piovose, durante le quali si formarono (Broglio *et* Kozlowski, l.c.) numerosi laghi anche nelle zone desertiche della Libia.

3. EFFETTI DELLE MODIFICAZIONI DELLA VEGETAZIONE SULLA FAUNA

Le modificazioni compositive e strutturali della vegetazione, verificatesi durante il *Pleistocene superiore* nell'area circum-mediterranea di studio per effetto delle variazioni del clima, ebbero significativi effetti sulla fauna.

Nella Penisola iberica si diffusero (Altuna, 1971; Renault-Miskovsky, 1986) il Bisonte delle steppe, il Camoscio (*Rupicapra rupicapra*) e lo Stambecco (*Capra ibex*), fra i *bovidi*, il Capriolo (*Capreolus capreolus*), il Cervo elafò e la Renna (*Rangifer tarandus*), fra i *cervidi*, il Cinghiale (*Sus scrofa*), fra i *suidi*, il Rinoceronte delle steppe (*Dicerorhinus hemitoechus*), fra i *rinocerontidi*, il Cavallo, fra gli *equidi*, e, infine, il Mammuto lanoso (*Mammuthus primigenius*), fra i *proboscidi*.

La diffusione evidenziata si differenziò considerevolmente nelle varie subaree e zone interessate, al variare delle molteplici espressioni della vegetazione coinvolta, di tipo arboreo, arborescente, arbustivo ed erbaceo.

In Francia Sud-occidentale la fauna fu essenzialmente rappresentata (Renault-Miskovsky, l.c.) dalla Renna nelle fasi con clima freddo, durante le quali si era ampiamente affermata la *steppa*. Nelle fasi climatiche successive con clima temperato, rarefattasi la Renna, proliferarono (Renault-Miskovsky, l.c.) l'Asino selvatico (*Equus hydruntinus*), il Capriolo, il Cervo elafò e il Cinghiale.

I risultati delle ricerche svolte in Calabria nell'ambito della Grotta del "Romito", riferite alle variazioni del clima nell'intervallo di tempo specificato e agli ef-

fetti da esse indotti sulla vegetazione, hanno evidenziato che nei primi 8.000 anni dello stesso intervallo temporale proliferò (Colonese *et* Di Giuseppe, l.c.) nella zona lo Stambecco, che trovò sostentamento nelle comunità vegetali arbustive ed erbacee, favorite dal clima molto freddo dell'epoca.

Nei successivi 5.000 anni si affermarono, invece, il Bue primigenio, il Cervo elafò, il Cinghiale e il Cavallo, in conseguenza del clima temperato e piovoso di quel tempo, risultato favorevole allo sviluppo della *foresta* o *macchia-foresta* di *platifille decidue*.

La Grotta interessata dalla ricerca delineata è diventata molto nota con il ritrovamento in essa di un grande masso roccioso, sul quale un artista incise (Martini *et* Viliardi, 2011) 14.000÷12.000 anni B.P. un esemplare di sesso maschile di Bue primigenio.

Quel bovide era maggiormente presente, assieme al Cavallo, nella fascia costiera tirrenica, sottostante a quella collinare, ove è localizzata la Grotta di studio. Su quella fascia i cacciatori-raccoglitori del tempo si approvvigionavano (Lo Vetro *et al.*, 2011) dei diaspri loro occorrenti per realizzare le punte delle frecce e lance di legno, da colpo o getto, necessarie alle attività venatorie. Quei diaspri, va precisato, provenivano dai versanti del Monte Sirino (2005 m s.m.) e venivano trasportati a valle dalle acque del Fiume Noce, il cui bacino idrografico comprende anche il rilievo montuoso richiamato.

In Asia Sud-occidentale proliferarono durante la *Glaciazione* in esame (Broglia *et* Kozłowski, l.c.) l'Egagro (*Capra aegagrus*), il Cavallo e l'Orso delle caverne (*Ursus spelaeus*).

In Africa Nord-orientale, ove all'epoca di studio si era affermata la *savana*²², si diffusero (Broglia *et* Kozłowski, l.c.) l'Asino selvatico, il Bue primigenio, il Cammello (*Camelus ferus*), la Gazzella dorcade (*Gazella dorcas*) e il Rinoceronte delle steppe.

SUMMARY

Man and environment.

Climate variations in the circum-Mediterranean area occurring during the Late Pleistocene and effects on the vegetation and fauna

The circum-Mediterranean area in this study, made up of Southern Europe, South-West Asia and North-Est Africa, was affected by a series of climate variations, even during the Late Pleistocene.

Studies of the *Riss-Würm Interglacial* and *Würm Glaciation* have highlighted the effects of these variations on the vegetation, which underwent profound changes across vast sub-areas. Analysis of pollen sequences found in silt or peat on lake bottoms has enabled us to identify the plant landscapes prevalent at that time and to define the dominant species in the plant communities involved.

The dynamic processes affecting the vegetation were also reflected in the wildlife, with herbivores being favoured during the colder phases with little rainfall, during which shrub species, and especially, herbaceous species thrived.

²² La *savana* è l'unità *fisionomica* della vegetazione formata da popolazioni di alte erbe, qua e là dominate da alberi, anche di rilevanti dimensioni diametriche e ipsometriche.

BIBLIOGRAFIA

- Altuna J., 1971 - *Los Mamíferos del yacimiento prehistórico de Morin (Santander)*. In "Cueva Morin. Excavaciones 1966-1968". Ed. Patronato de las Cuevas prehistóricas de Santander, (8): 369-397.
- Broglio A., Kozłowski J., 1986 - *Il Paleolitico. Uomo, ambiente e culture*. Ed. Jaka Book, Milano, pp. 139-142, 177-181.
- Broglio A., 1999 - *Introduzione al Paleolitico*. Ed. Laterza, Roma-Bari, pp. 96-97, 140.
- Camus A., 1936-1954 - *Les Chênes. Monographie du Genre Quercus*. Vol. I-IV. Ed. Lechevalier, Paris (VI).
- Cavalli-Sforza L.L., 1996 - *Genes, peoples et langues*. Trad. in it. di Stubel E.; 1996 - *Geni, popoli e lingue*. Ed. Adelphi, Milano, pp. 104-107.
- Chelazzi G., 2013 - *L'impronta originaria. Storia naturale della colpa ecologica*. Ed. Einaudi, Torino, pp. 7-8, 8-12, 12-19.
- Colonese A.C., Di Giuseppe Z., 2011 - *Clima e ambiente a Grotta del Romito tra 24.000 e 10.000 anni fa*. In: Martini F. et Lo Vetro D. (a cura di); 2011 - *Grotta del Romito a Papasidero*. Ed. Editoriale progetto 2000, Cosenza. pp. 29-36.
- Follieri M., Magri D., 1997 - *Paesaggi vegetali del Quaternario in Italia centrale*. Biogeografia, (19): 57-68.
- Girard M., Renault-Miskovsky J., 1979 - *Analyse pollinique de la Grotte de Coupe-Gorge à Montmaurin (Haute Garonne)*. Bulletin de l'A.F.E.Q., (4): 175-189.
- Gualdi V., Tartarino P., 2001 - *Identificazione delle tipologie forestali della Puglia e proposizioni selvicolturali e assistenti loro riferite. Parte prima: Puglia settentrionale*. Rapporto di ricerca II. Ed. Università degli Studi di Bari e Regione Puglia, Bari. pp. 34-37.
- Guiot J., Pons A., De Beaulieu J.L., Reille M., 1989 - *A 140.000 year continental climate reconstruction from two European pollen records*. Nature, (338): 309-313.
- La Greca M., 1997 - *La situazione paleoclimatica nel Quaternario*. Biogeografia, (19): 18-25.
- Leroi-Gourhan A., 1971 - *Cueva Morin. Excavaciones 1966-1968*. Ed. Patronato de las Cuevas prehistóricas de Santander, (8): 359-364.
- Lo Vetro D., Nannini L., Trenti F., 2011 - *I manufatti in pietra*. In Martini F. et Lo Vetro D. (a cura di); 2011 - *Grotta del Romito a Papasidero*. Ed. Editoriale progetto 2000, Cosenza. pp. 57-64.
- Marchetti M., Tangiorgi E., 1937 - *Una torba glaciale del Lago di Massaciucoli (Versilia)*. Acta Horti Pisani, (1): 1-13.
- Martini F., 2011 - *Introduzione*. In Martini F. et Lo Vetro D. (a cura di), 2011 - *Grotta del Romito a Papasidero*. Ed. Editoriale progetto 2000, Cosenza. pp. 9-12.
- Martini F., Vigliardi A., 2011 - *I due massi incisi nel riparo*. In Martini F. et Lo Vetro D. (a cura di); 2011 - *Grotta del Romito a Papasidero*. Ed. Editoriale Progetto 2000, Cosenza. pp. 37- 42.
- Pinna M., 1996 - *Le variazioni del clima*. Ed. FrancoAngeli, Milano, pp. 47, 49-50, 76-86.
- Polunin O., Walters M.; 1985 - *A guide to vegetation of Britain and Europe*. Ed. Oxford University Press. Trad. in it. di Ferrari C., 1987 - *Guida alle vegetazioni d'Europa*. Ed. Zanichelli, Bologna. p. 17.
- Poser H., 1948 - *Boden und Klimaverhältnisse in Mittel und Westeuropa während des Würmszeit*. Erdkunde, (2): 53-68.
- Renault-Miskovsky J., 1986 - *L'environnement au temps de la préhistoire*. Ed. Masson, Paris. Trad. in it. di Girola L.; 1987 - *L'ambiente nella Preistoria*. Ed. Jaka Book, Milano; pp. 122, 150-160.