

## Applicazione delle tecnologie GIS per la ricostruzione della presenza umana nella Preistoria del Fucino (Abruzzo)

Silvano AGOSTINI<sup>1</sup>, Andrea IACOPINI<sup>2\*</sup>, Maria Vittoria MASSEROTTI<sup>2</sup>, Sergio BARSOCCHI<sup>2</sup> & Cosma Damiano PORCIA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Soprintendenza per i Beni Archeologici d'Abruzzo, Via dei Tintori 1, 66100 Chieti, Italia

<sup>2</sup> Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione "A. Faedo", Via Moruzzi 1, 56125 Pisa, Italia

<sup>3</sup> Via Gemignani 59, 56125 Pisa, Italia

\* E-mail dell'Autore per la corrispondenza: [a.iacopini@usl5.toscana.it](mailto:a.iacopini@usl5.toscana.it)

**RIASSUNTO** - *Applicazione delle tecnologie GIS per la ricostruzione della presenza umana nella Preistoria del Fucino (Abruzzo)* - Il progetto di applicazione della tecnologia GIS al bacino del Fucino prevede la realizzazione di un "Sistema Informativo Integrato per l'Archeologia", in grado di rispondere alle diverse esigenze della ricerca sul rapporto uomo-ambiente nella Preistoria. Allo stato attuale il progetto ha conseguito l'obiettivo di stimare quantitativamente l'evoluzione delle formazioni geomorfologiche da 20.000 anni fa ad oggi nel territorio in esame; i dati ottenuti, sotto forma di uno *shapefile* di quote altimetriche, sono stati elaborati sull'estensione Geostatistical analyst di ARCGIS 9.1 e hanno fornito un DEM (Digital Elevation Model) del Fucino che presenta significative differenze rispetto al territorio che conosciamo. Sulla base di queste nuove informazioni sono stati riconsiderati tutti gli elementi noti sul popolamento umano del territorio fino a 15.000 anni fa, con un approccio mirato alla comprensione delle dinamiche di utilizzo dell'ambiente secondo le economie del passato.

**SUMMARY** - *GIS technology application's project for reconstruction of human evidence in Prehistory of Fucino (Abruzzo)* - The project consists in application of GIS technology to the study of the Fucino basin (Abruzzo), in order to build up an "Integrated Computerized System for Archaeology", able to meet any requirements about the research of the relationship man-environment in Prehistory. At present, the project attained the result to esteem quantitatively the evolution of the geomorphologic since 20,000 years ago till today in the territory under examination; the obtained data, like a shapefile of altimetric quotes, have been elaborated by the extension Geostatistical Analyst of Arcgis 9.1 and they furnished a DEM (Digital Elevation Model) of the Fucino that shows relevant differences in comparison with the territory we know. On the basis of these new informations all the known elements about the human diffusion till 15,000 years ago have been reviewed, with an approach directed to the comprehension of the dynamics of utilization of the environment according to the economies of the past.

*Parole chiave:* Abruzzo, Fucino, Paleolitico superiore, GIS, DEM (Digital Elevation Model), paleoambiente

*Key words:* Abruzzo, Fucino, Upper Paleolithic, GIS, DEM (Digital Elevation Model), paleoenvironment

### 1. IL TERRITORIO DEL FUCINO (L'AQUILA, ABRUZZO)

La Piana del Fucino è una vasta pianura di circa 200 km<sup>2</sup> nel cuore della Marsica in Abruzzo (Fig. 1), con elevazione media tra i 650 ed i 700 m s.l.m.; rappresenta una depressione tettonica evolutasi a partire dal Pliocene medio, racchiusa quasi completamente tra i rilievi appenninici dei Monti Sirente (2347 m s.l.m.) e Velino (2487 m s.l.m.) a nord ed i Monti della Marsica a sud.

Si tratta di un vasto bacino endoreico, drenato in

origine da inghiottitoi carsici posti al suo margine occidentale presso la località "Le Petogne".

Una soglia situata a circa 720 m di quota separa il Fucino dalla Valle dell'Imele e dai piani Palentini, drenati invece nel bacino del Fiume Salto; a sud ovest si apre la Vallelonga, una valle stretta e lunga che dall'abitato di Trasacco si spinge in direzione sud-est fino ai confini del Parco Nazionale d'Abruzzo.

In questo territorio esisteva uno dei laghi più grandi dell'Italia centrale (Fig. 2), che aveva un'estensione massima di circa 165 km<sup>2</sup> e una profondità di 22 m, ed era soggetto a forti oscillazioni stagionali di livello (Socie-



Fig. 1 - Carta geografica con ubicazione del bacino del Fucino.

*Fig. 1 - Geographic map with Fucino basin.*



Fig. 2 - Foto d'epoca del Lago Fucino.

*Fig. 2 - Lago Fucino vintage photo.*



Fig. 3 - Aspetto attuale della Piana del Fucino (foto di A. Galotta, con vista rivolta a nord sui monti Sirente e Velino).

*Fig. 3 - Fucino plain current appearance (photo by A. Galotta, with view to North on Sirente and Velino mountains).*

tà Geologica Italiana 2003). Fra il 1852 e il 1878 il lago venne prosciugato per iniziativa del Duca Torlonia.

Le fonti scritte e quelle archeologiche testimoniano di un primo intervento di bonifica (forse finalizzato più alla regimazione delle acque che non al prosciugamento totale del lago) avvenuta già in età Giulio Claudia. Attraverso un collettore terminato nel 52 d.C., costituito da una galleria lunga 5,6 km sotto il Monte Salviano, le acque del lago venivano drenate nel Fiume Liri. Nel IV-V secolo, a seguito di un terremoto che danneggiò e rese non più funzionale il canale di adduzione delle acque alla galleria, la stessa si ostruì e il lago tornò rapidamente alla sua estensione naturale. Il percorso della galleria romana fu poi in gran parte ripristinato e riutilizzato dagli ingegneri idraulici che eseguirono i lavori di prosciugamento del lago alla fine dell'800.

La piana attuale (Fig. 3) corrisponde nel complesso all'area emersa dalla bonifica di fine '800 e alla fascia dei bassi terrazzi che un tempo orlavano il lago, in genere inferiori ai 720 m di quota.

Oggi il comprensorio del Fucino, in seguito alla riforma agraria del 1951, è sede di colture intensive di cereali, patate, legumi, barbabietole da zucchero, carote e ortaggi.

## 2. IL PALEOLITICO SUPERIORE NEL FUCINO

Nell'arco degli ultimi cinquant'anni il bacino del Fucino nella Marsica è stato oggetto di numerose ricerche di superficie, scavi archeologici e relativi studi

di laboratorio, da parte di studiosi afferenti a diverse università e alla Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Abruzzo (Agostini & d'Ercole 1995).

Questo impegno collettivo sul territorio ha permesso di approfondire le conoscenze sulla Preistoria dell'Abruzzo con rilevanti scoperte scientifiche. Nel territorio del Fucino le più antiche attestazioni di una presenza umana diffusa si hanno nel Paleolitico superiore a partire dall'Epigravettiano evoluto e con intensificazione nell'Epigravettiano finale. Ad oggi sono noti alla comunità scientifica i siti di Grotta Afra e Ciccio Felice, Grotta Maritza, Grotta di Ortucchio, Grotta La Punta, Grotta Tronci, Riparo Maurizio, Grotta La Cava, Grotta San Nicola (Radmilli 1956a, 1956b, 1959, 1963, 1964; Grifoni & Radmilli 1964; Radmilli 1965; Cremonesi 1968; Radmilli 1974b), Grotta Continenza (Barra & Grifoni Cremonesi 1991; Bevilacqua 1994; Grifoni Cremonesi 1998, 2001, 2003) e Riparo di Venere (Radi 1983); negli ultimi anni si è aggiunta Grotta di Pozzo (Mussi *et al.* 2003) e ritrovamenti di materiale sporadico, ancora non pubblicati (Fig. 4). I siti di Grotta del Fucino e delle aree limitrofe sono quelli che forniscono i dati per la sequenza cronostratigrafica e per la caratterizzazione culturale dell'Epigravettiano di tutto l'Abruzzo, con l'eccezione, per l'Epigravettiano evoluto, dell'insediamento all'aperto di Campo delle Piane a Montebello di Bertona, che dà il nome alla Cultura Bertonianiana del Paleolitico superiore abruzzese (Leopardi & Radmilli 1951-52; Radmilli 1954; Agostini & Olive 1997; Olive 2003).

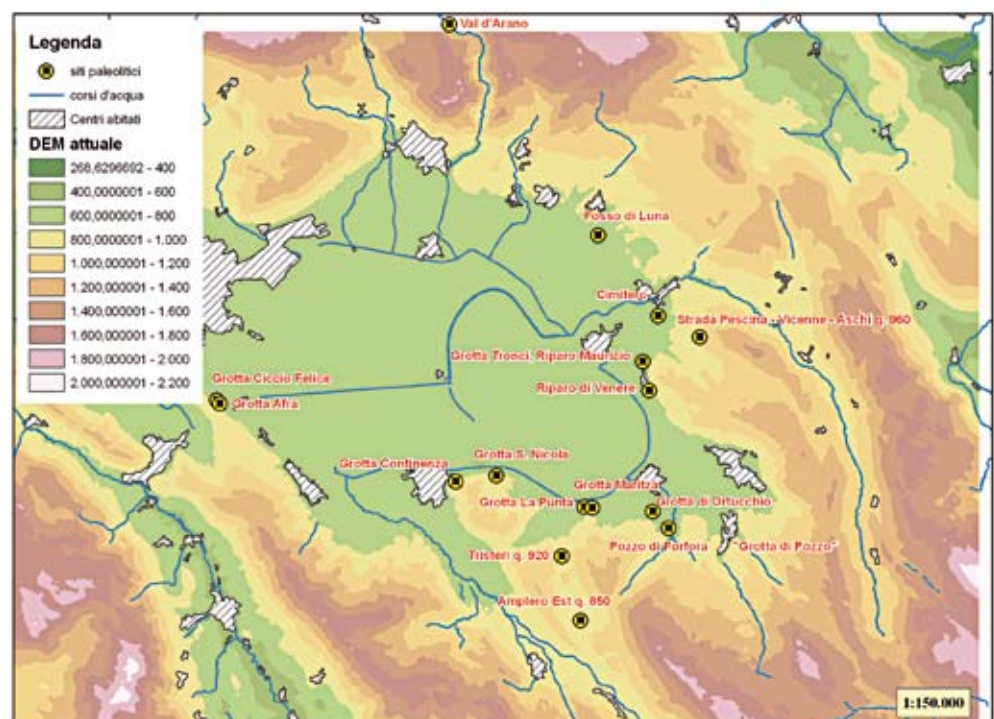
La fase più antica del Paleolitico superiore nel Fucino è documentata dai livelli di Grotta Tronci e Riparo Maurizio, che presentano alla base del deposito uno strato di ciottoli lacustri simili a quelli alla base delle stratigrafie di Grotta La Punta, Grotta Maritza e Riparo di Venere (Fig. 5).

In queste grotte ai livelli con ciottoli si sovrappongono anche un livello di ceneri vulcaniche datato intorno ai 14.000 anni BP, che corrisponde probabilmente ai tephra di Biancavilla Montalto (Mussi *et al.* 2000). Poiché lo strato di ceneri vulcaniche non è presente nel Riparo Maurizio e Grotta Tronci, che dovevano essere già colmate dal detrito di falda, le industrie dei due siti in oggetto dovrebbero essere anteriori ai 14.000 anni e attribuibili all'Epigravettiano evoluto. Le datazioni assolute disponibili per la fase più antica sono quelle del taglio 39 di Grotta La Punta con  $14.488 \pm 800$  BP.

I livelli successivi documentati nelle altre grotte sembrano appartenere già all'Epigravettiano finale, con clima più temperato e aumento di zone boschive, anche sulla base del cambiamento delle faune ivi attestato: passaggio da cavallo ed *equus hydruntinus* a cervidi e cinghiali (Wilkens 1991) e rarefazione di stambecco e camosci, con aumento di pesci e uccelli di lago. Le datazioni assolute disponibili per l'Epigravettiano finale del Fucino comprendono lo strato 11 della Grotta di Ortucchio ( $12.619 \pm 400$  BP), lo strato 39 di Grotta Continenza ( $11.724 \pm 65$  BP) e Grotta La Punta ( $10.580 \pm 100$  BP).

Fig. 4 - Distribuzione dei siti del Paleolitico superiore nel Fucino (Agostini *et al.* 2005).

Fig. 4 - Distribution of archaeological areas belonging to Upper Paleolithic in Fucino plain (Agostini *et al.* 2005).



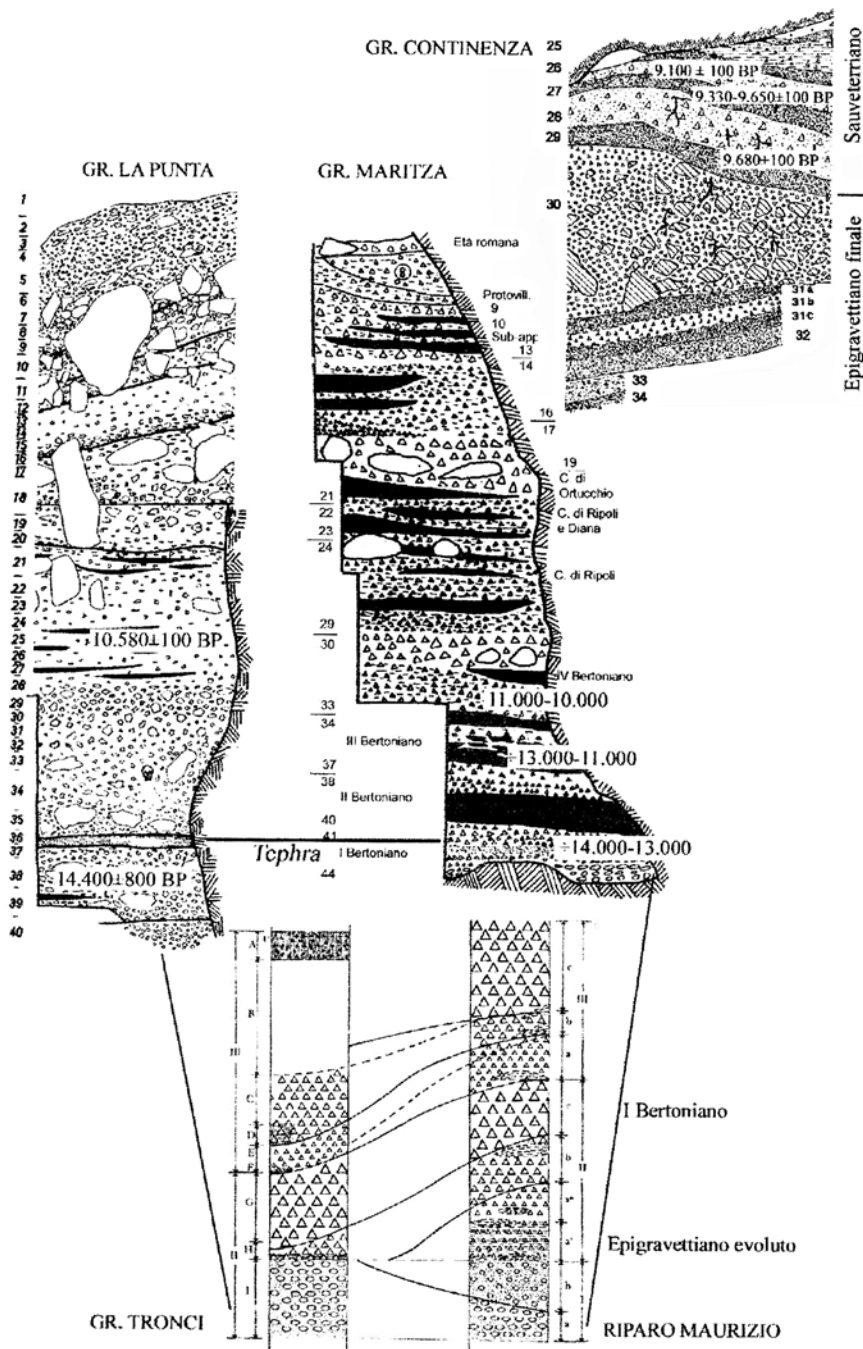


Fig. 5 - Correlazione delle stratigrafie delle Grotte (Tozzi 2003).

Fig. 5 - Caves stratigraphies correlation (Tozzi 2003).

### 3. IL PALEOAMBIENTE

#### 3.1. L'evoluzione climatica e paleoambientale

Le variazioni climatiche che hanno interessato l'area del Fucino dai 20.000 ai 10.000 anni fa seguono l'andamento generale del resto d'Italia e dell'Europa del Paleolitico superiore (Miskovsky 1987; Djinnian *et al.* 1999).

La fase iniziale tra i 20.000 e i 18.000 anni BP rientra pienamente nel periodo di massima espansione dei

ghiacci e del clima freddo-glaciale (Fig. 6), che corrisponde al massimo glaciale del Würm (Würm III della glaciazione würmiana), in base ai recenti studi sulle variazioni degli isotopi di ossigeno nei livelli delle carote di ghiaccio di Summit (Dansgaard *et al.* 1993). Secondo gli studi sugli effetti della glaciazione würmiana nell'Appennino (Trevisan 1940; Federici 1979; Giraudi 2003), in questo periodo i ghiacci scesero con lingue più o meno lunghe fino ai 750 m s.l.m. nell'area Tosco emiliana, 640 m s.l.m. nelle Alpi Apuane, 1100 m s.l.m. nel Gran Sasso e nel Parco Nazionale d'Abruzzo. Nello

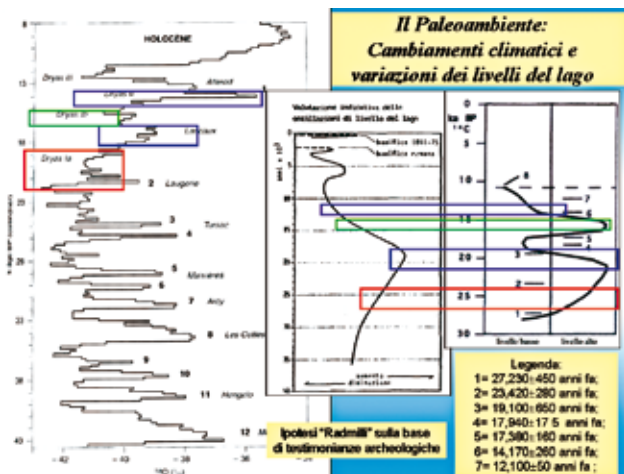


Fig. 6 - Correlazione tra i mutamenti climatici evidenziati dalla curva isotopica della carota di ghiaccio di Summit (Dansgaard *et al.* 1993) e le oscillazioni di livello del Lago Fucino.

Fig. 6 - Correlation among climatic changes, highlighted by isotope curve of Summit ice carot (Dansgaard *et al.* 1993) and Lago Fucino's level fluctuations.

stesso tempo la linea delle nevi permanenti (oggi collocata intorno ai 3000 m s.l.m.) era posta tra 1250 e 1550 m s.l.m. nell'Appennino settentrionale, tra 1550 e 1900 m s.l.m. nell'Appennino centrale e tra 1600 e 1800 m s.l.m. in quello meridionale. I ghiacciai del Fucino che scendevano dal Velino e dal Sirente avevano la particolarità di essere tra i pochi in Italia con esposizione meridionale; la maggior parte dei ghiacciai italiani infatti, si formò in valli glaciali rivolte a nord-est.

Sulla base di queste ricerche, si può ragionevolmente supporre che nel Fucino, dove la presenza del lago doveva comunque apportare un'azione mitigatrice, il limite delle nevi permanenti intorno ai 20.000-18.000 anni BP arrivasse più o meno alla quota di 1700-1800 m s.l.m. e le lingue di ghiaccio intorno ai 1400-1500 m s.l.m. (Frezzotti & Giraudi 1992).

Dopo la fase di massima espansione dei ghiacci, conseguente al picco di freddo glaciale, si hanno (Fig. 6) notevoli oscillazioni climatiche tra stadi temperati o interglaciali, come quelli di Lascaux, e stadi freddi-umidi o freddo-aridi (Dryas Ia, Ib, II), fino al Dryas III che rappresenta un nuovo cambiamento netto in senso freddo prima dell'inizio dell'Olocene.

Le successioni climatiche delle fasi più fredde sono ben indicate da ripetuti fenomeni di accumulo di detriti di falda sui versanti calcarei dei rilievi circostanti il Fucino, a seguito dello spostamento verso l'alto della vegetazione e dei fenomeni di crioclastismo (Giraudi 1991, 1995c); gli effetti delle variazioni climatiche sulla flora e conseguentemente sulla fauna so-

no ben evidenti dai resti archeozoologici rinvenuti nei livelli delle grotte del Fucino, in particolare a Grotta Tronci e Riparo Maurizio, Grotta La Punta, Grotta di Ciccio Felice, Grotta di Ortucchio, Grotta Maritza e Grotta Continenza (Wilkins 1991; Alahique & Recchi 2001, 2003).

Gli studi hanno confermato un graduale passaggio, dalle fasi più antiche a quelle più recenti, da faune di grossa taglia e di clima freddo, come cavallo ed *Equus Hydruntinus*, stambecco e camoscio, a faune di clima più temperato e di ambienti di foresta, come cervo e cinghiale, nonché un aumento di resti di trota e uccelli acquatici.

### 3.2. L'evoluzione dei livelli del Lago Fucino

I dati di riferimento per una ricostruzione delle oscillazioni di livello del Lago Fucino derivano principalmente da studi di natura geologica, paleoclimatica (Giraudi 1991, 1995a, 1995b, 1995c) e archeologica (Radmilli 1977). Secondo Radmilli, in base a considerazioni sui periodi di occupazione delle Grotte del Fucino, il lago arrivò ad una quota più alta di 710 m s.l.m. prima dei 18.000 anni BP, in corrispondenza probabilmente con la deposizione dei livelli di ciottoli lacustri a Grotta Tronci, La Punta, Maritza e Riparo di Venere; dopo quel periodo il livello delle acque scese sotto i 710-695 m s.l.m., permettendo all'uomo di abitare le stesse grotte. Da un punto di vista fisico, le oscillazioni del lago del Fucino e quindi gli spostamenti delle linee di riva sono dovute a cause tettoniche e climatiche. Per capire l'influenza della tettonica basti pensare che indicatori di livello coevi risultano ubicati a quote nettamente diverse a causa delle dislocazioni subite. Di conseguenza, le quote dei livelli lacustri sono apparenti – non indicano cioè il reale livello raggiunto dal lago –, ma non avendo misure degli spostamenti effettivi subiti costituiscono comunque un punto di riferimento.

I fattori tettonici (Galadini & Messina 1994; Michetti *et al.* 1996; Galadini *et al.* 1997) possono aver influenzato le variazioni di livello negli ultimi 30.000 anni, modificando le condizioni del bacino rispetto agli inghiottitoi carsici; invece, le variazioni di livello di durata inferiore a qualche millennio sono direttamente dipendenti dall'andamento delle precipitazioni, oltre che dall'attività degli inghiottitoi. Per questo motivo, le scansioni dei cambiamenti climatici sono particolarmente importanti per capire gli effettivi andamenti del livello lacustre e gli studi geologici sui fenomeni erosivo/deposizionali sono fondamentali sotto questo aspetto (Giraudi 1991, 1995b, 1995c). Dalla correlazione cronologica tra le fasi deposizionali di detrito dei versanti, lo sviluppo di suoli e le fasi di espansione

dei ghiacciai presenti nel bacino di alimentazione del Lago del Fucino, si è osservato che le fasi di aumento del lago nel periodo subito precedente i 20.000 anni BP e quelle comprese tra i 17.000 ed i 15.000 anni BP (Fig. 6) corrispondono, rispettivamente, all'ultimo massimo glaciale del Pleistocene superiore e ad una fase di espansione glaciale successiva a questo.

#### 4. LA PROBLEMATICA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA

La Piana del Fucino è stata interessata dalla deposizione di sequenze alluvionali e lacustri di circa 1000 metri di spessore tra il Pliocene superiore e l'Olocene (Bertini & Bosi 1976; Zarlenga 1987; Agostini & Rossi 1989b, 1991; Bosi & Messina 1991; Bosi *et al.* 1995; Agostini *et al.* 2001; Bosi *et al.* 2003; Sagri *et al.* 2004).

Anche se l'evoluzione quaternaria del bacino è connessa all'attività di faglie normali e trastensive che lo bordano a nord e ad est, le quali hanno determinato l'imposizione del bacino secondo una geometria tipo *half-graben*, ai cambiamenti idromorfoclimatici vanno ricondotte le condizioni specifiche che di volta in volta hanno determinato la deposizione ed i caratteri delle sequenze alluvionali e di quelle lacustri, la crescita degli apparati di conoide e la produzione dei depositi di versante. Mentre le sequenze deposizionali pertinenti ai cicli più antichi (Pliocene medio-Pleistocene medio e superiore iniziale) affiorano sospese ma ben conservate solo sul margine settentrionale e orientale

del bacino, la sequenza ed i cicli del Pleistocene superiore finale e dell'Olocene affiorano in posizione di poco elevata sulla piana attuale o completamente sepolti sotto i depositi lacustri di età storica e sono stati studiati grazie ai numerosi sondaggi (di seguito denominati pozzi e sezioni a stratigrafia nota) eseguiti per la ricerca di acqua (Fig. 7). Le successioni deposizionali sono composte da alternanze di sabbie e silt, da argille in cui sono intercalati conglomerati, livelli di limi calcarei e megabrecce. In particolare, la successione del Pleistocene superiore finale e Olocene è costituita soprattutto da unità spesso in rapporto di eteropia, di *facies* lacustre, alluvionale e di conoide, e di differenti *facies* di depositi di versante.

#### 5. IL PROGETTO DI RICERCA

Il progetto denominato "Un GIS per il Fucino" è stato avviato nel 2001, nell'ambito di una serie di ricerche sulle possibilità applicative delle tecnologie GIS (Geographical Information System) per lo studio della Preistoria del Fucino (L'Aquila, Abruzzo), condotte dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici d'Abruzzo con il supporto dell'Università di Pisa (Tesi di Scuola di Specializzazione) e del Dipartimento del CNUCE - CNR di Pisa, oggi ISTI - CNR.

Dopo una fase iniziale dedicata ad analisi funzionali *infra-site* delle paleosuperfici paleolitiche (Grifoni Cremonesi *et al.* 2002), il gruppo di ricerca del progetto, composto da geologi, archeologi e informatici, si è focalizzato sulla ricostruzione dell'evoluzione ge-

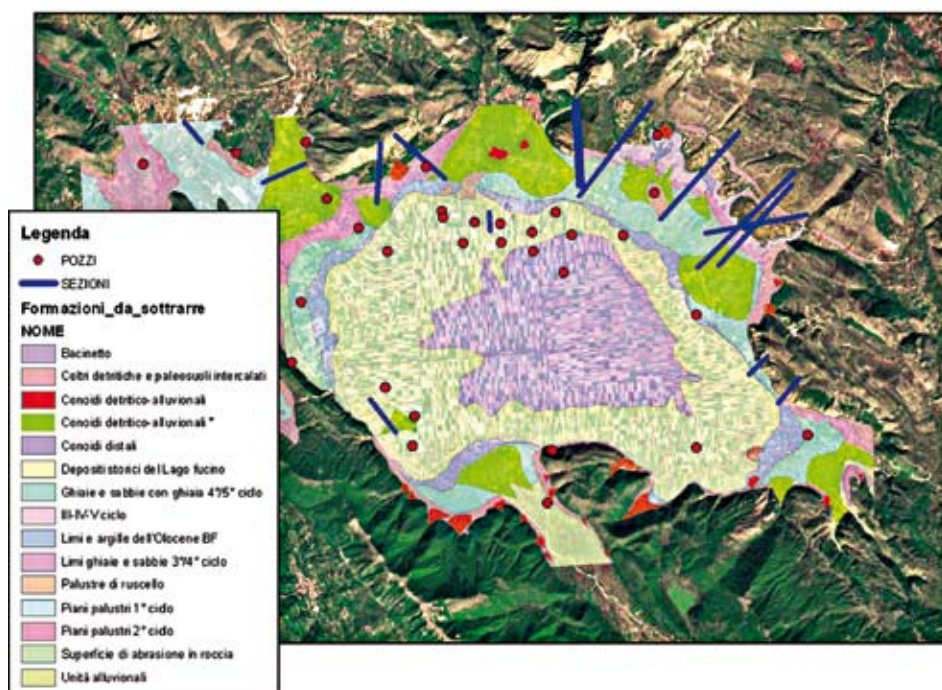


Fig. 7 - La geomorfologia del Fucino con ubicazione di pozzi e sezioni a stratigrafia nota.

Fig. 7 - Fucino geomorphology with known stratigraphy wells and sections.

omorfologia e paleoambientale del Fucino per studiare il rapporto uomo-territorio-ambiente nelle sue molteplici dinamiche (Agostini *et al.* 2005, 2006). Questa attenzione verso aspetti del territorio e dell'ambiente che possono aver avuto influenze sull'evoluzione socio-economica e culturale dell'uomo è stata ispirata dai principi dell'Archeologia Ambientale (Butzer 1982).

Uno dei principali presupposti dell'Archeologia dell'ambiente, derivante dall'Ecologia, nasce dalla constatazione che qualunque cambiamento del clima e dell'ambiente può porre nuovi problemi e opportunità a tutti gli organismi viventi, uomo compreso. In questo senso l'Archeologia dell'ambiente, cercando di ricostruire e analizzare i diversi ecosistemi (habitat) corrispondenti alle culture umane, tende allo studio dell'ecologia umana (Butzer 1982). In Italia già agli inizi del XX secolo la scuola fiorentina di Mochi e più avanti insigni studiosi come E. Tongiorgi, A.C. Blanc (Blanc 1939, 1956), P. Graziosi e A.M. Radmilli (Radmilli 1960) applicarono le metodologie dell'Ecologia preistorica per lo studio del rapporto uomo-ambiente.

Lo stesso Radmilli introdusse nelle sue ricerche sulla Preistoria del Fucino l'apporto delle discipline naturalistiche e delle allora recenti tecniche di analisi per la ricostruzione del paleoambiente (si ricordano gli studi della sedimentazione ciclica del pietrisco, la granulometria, l'archeozoologia, le datazioni radiometriche). Negli ultimi anni lo sviluppo delle tecnologie GIS, permettendo una migliore conoscenza del territorio, fornisce un nuovo apporto all'Archeologia dell'ambiente e alla metodologia multidisciplinare. Il presente lavoro dimostra come tale contributo sia fondamentale nel caso del Fucino.

La ricerca attuale si basa sulla seguente impostazione: con l'apporto di informazioni relative all'evoluzione geomorfologica, ai livelli paleolacustri, al limite delle nevi nelle fasi anaglaciali e cataglaciali del Pleistocene/Olocene, alle variazioni di vegetazione (Magri & Follieri 1991) e faune, è possibile simulare dei modelli semplificati di paleoambiente, nei quali calare le realtà evidenziate dagli scavi. In particolare, le informazioni paleoambientali possono essere correlate ai cambiamenti nell'industria litica (in termini di tipologia, tecnologia e materie prime utilizzate) e nelle modalità di frequentazione delle grotte (anche da analisi *infra-site*), per verificare eventuali rapporti fra l'evoluzione del clima/paleoambiente e la variazione dei sistemi socio-economici.

Potenzialmente, si possono ricavare modelli di utilizzo e sfruttamento delle risorse del territorio da parte dei frequentatori delle grotte fucensi nel Paleolitico.

Questa impostazione della ricerca si deve misura-

re con l'oggettiva difficoltà di "ricostruire" dei modelli semplificati del paleoambiente di un dato territorio, a partire proprio dalla geomorfologia del passato colta nelle sue fasi più significative in termini di evoluzione; nel caso di un territorio "unico" come quello del Fucino, caratterizzato fino alla fine dell'800 dalla presenza di un grande lago in una conca intermontana, le variabili da considerare anche solo per le dinamiche geologiche sono molteplici. Per questo acquistano particolare importanza nella presente fase di lavoro gli apporti scientifici forniti dai geologi e le possibilità offerte dalle tecniche geostatistiche integrate nei sistemi GIS più avanzati, in particolare i moduli Geostatistical Analyst, Spatial Analyst e 3D Analyst di ArcInfo Desktop (Mitas & Mitasova 1999; Kravtchuk 2003); infatti, sulla base dei DEM (Digital Elevation Model) del territorio è possibile simulare ricostruzioni in 3D dei paesaggi, letti nella loro evoluzione temporale, focalizzando l'attenzione sui momenti più significativi in relazione alle caratteristiche socio-economiche delle culture umane (cfr. il passaggio Paleolitico-Mesolitico).

## 6. LA MODELLAZIONE GEOMORFOLOGICA IN ARCGIS

Sulla base delle informazioni ricavabili dagli studi geologici e geomorfologici sul Fucino (vedi § 5) e dalle stratigrafie di pozzi e sezioni per la ricerca dell'acqua (Fig. 7), i geologi hanno affrontato un impegnativo lavoro preliminare per "quantificare" l'evoluzione delle formazioni geomorfologiche dai 20.000 anni fa a oggi nel territorio in esame.

I dati ottenuti, sotto forma di uno *shapefile* di quote altimetriche, sono stati elaborati con interpolazione statistica (Mitas & Mitasova 1999) sull'estensione Geostatistical analyst di ARCGIS 9.1 e hanno fornito un DEM (Digital Elevation Model) della paleo-geomorfologia del Fucino che presenta significative differenze rispetto al territorio che conosciamo oggi. Le maggiori variazioni si hanno in corrispondenza delle grandi conoidi di origine fluvio-lacustre del Fucino, come quelle di Avezzano, Celano e Trasacco (Figg. 8-9). Infatti, le analisi delle stratigrafie di pozzi e sezioni geologiche hanno fornito indicazioni per ridurre le quote in corrispondenza delle conoidi fino ad un massimo di 50 m s.l.m., per risalire ai 20.000 anni fa in un momento precedente la loro formazione. Sempre con l'ausilio delle funzioni Spatial Analyst e 3D Analyst di ArcGIS è stato simulato un lago alla quota di 710 m s.l.m. sui due DEM disponibili, quello con le quote altimetriche odierne e l'altro costituito dalla

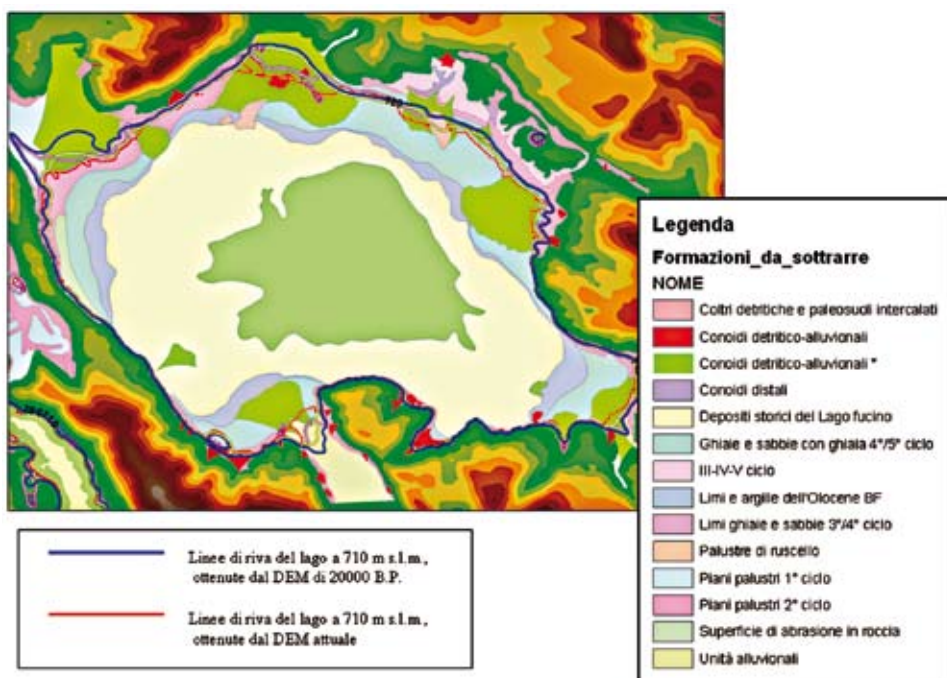


Fig. 8 - Formazioni geologiche interessate da rimodellazione in ArcGIS. È visibile in rosso il perimetro del lago a 710 m s.l.m., calcolato sul DEM di oggi, confrontato con la medesima situazione del livello del lago nella ricostruzione del territorio di 20.000 anni B.P., evidenziata in blu.

*Fig. 8 - Geological formations reshaped with ArcGIS. We see the lake perimeter at 710 meters above sea level, coloured in red, processed on present DEM, compared with the same lake level situation in the 20,000 years B.P. ground simulation, highlighted in blue.*

paleomorfologia stimata dai geologi. La differenza di estensione (Fig. 8) tra i due ipotetici laghi è superiore ai 6,3 km<sup>2</sup>, a favore di quello ipotizzato sulla morfologia ricostruita di 20.000-18.000 anni fa; le acque del lago a partire dalle rive erano profonde più di 1-2 m, per cui difficilmente per la fase di 20.000-18.000 anni fa si possono immaginare aree paludose molto estese, se non per la fascia rivierasca di Avezzano, Trasacco e Gioia dei Marsi o in altre zone di fondovalle con ipotetica presenza di acqua, come per esempio nella Valle Roveto.

Impostando alcune viste prospettiche 3D su ArcScene di ArcGIS 9.1, è risultato evidente che la paleomorfologia del territorio comportava non solo modifi-

che all'estensione possibile del Lago Fucino, ma anche forme diverse delle terre emerse nel senso di una acclività maggiore o minore in misura considerevole rispetto allo stato attuale.

Per esempio, nel caso dell'area oggi occupata dal centro urbano di Trasacco, ipotizzando un livello del lago a 710 m s.l.m. per la morfologia di 20.000 anni da oggi, rispetto ad una medesima altezza delle acque sulla morfologia attuale, avremmo avuto un avanzamento della riva lacustre di oltre 1 km verso l'interno (Fig. 9a, 9b).

Queste evidenze, pur considerando le approssimazioni del modello, danno subito l'idea dell'importanza di una ricostruzione della paleomorfologia del territo-

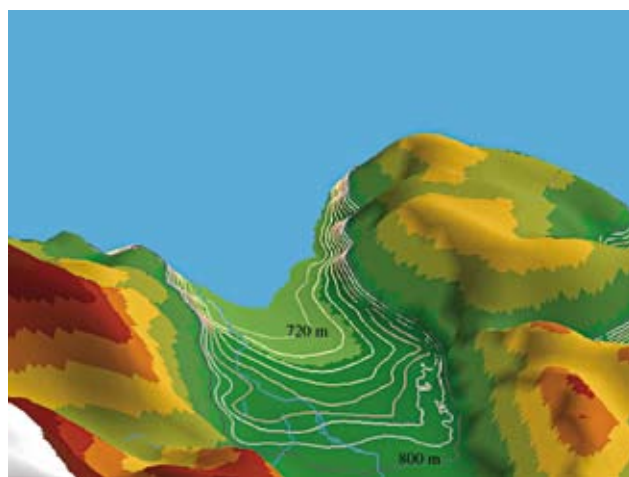
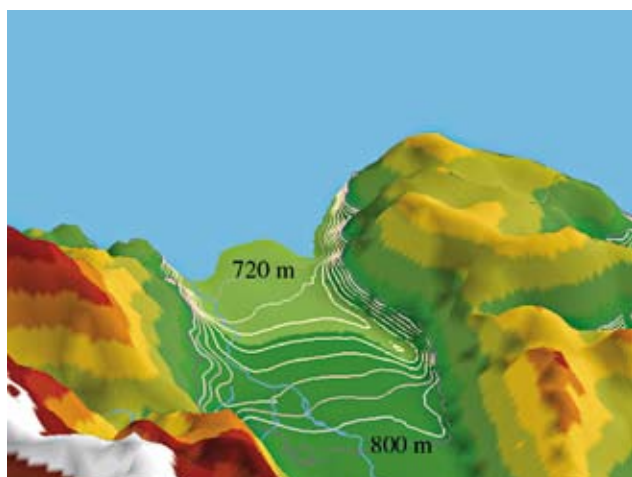


Fig. 9 - Differenze di morfologia e linee di riva presso Trasacco.

*Fig. 9 - Geomorphology and lakeside lines differences near Trasacco.*



rio per stimare l'estensione del Lago Fucino e considerare il suo rapporto con le popolazioni epigravettiane che si insediarono sulle sue rive subito dopo il massimo glaciale del Würm III (vedi § 3).

## 7. CORRELAZIONI TRA PALEOMORFOLOGIA, PALEOAMBIENTE E CULTURE UMANE

Sulla base delle considerazioni precedenti, questo primo tentativo di correlazione tra le conoscenze sulle culture del Paleolitico superiore del Fucino e le caratteristiche della paleomorfologia e dell'ambiente sembra offrire molti spunti interpretativi. È doveroso premettere che in questo lavoro si devono tenere presenti alcune criticità:

1. l'approssimazione insita nel modello di paleomorfologia del territorio (DEM), dovuta all'interpretazione dei geologi che si sono basati sulle informazioni disponibili a oggi e alle tecniche geostatistiche utilizzate in ArcGIS per l'interpolazione dei dati di quote altimetriche, suscettibili di un ordine di errore di qualche decina di metri nelle fasce altimetriche più alte;
2. la carenza di informazioni relative alle culture umane più antiche.

Il filo conduttore è in ogni caso il cambiamento climatico dal massimo glaciale di 20.000 anni fa fino agli inizi dell'Olocene, con l'analisi dei possibili scenari derivanti dalle oscillazioni di livello del lago, delle nevi e dei ghiacci, e le conseguenze in termini di mutamenti degli elementi floristici e faunistici che popolarono il territorio; questi ultimi dati ovviamente derivano dalle ricerche archeobotaniche e archeozoologiche a oggi note (Wilkens 1991; Alahique & Recchi 2001).

Per i livelli del lago, in considerazione delle oscillazioni suggerite dal prof. Radmilli (Radmilli 1977) e degli studi geologici e paleoclimatici (Giraudi 1991, 1995a, 1995b, 1995c), in base ai quali le fasi di innalzamento del livello sono corrispondenti alle variazioni climatiche in senso freddo (Fig. 6), sono stati scelti tre periodi di studio:

1. la fase intorno ai 20.000-18.000 anni fa, pari a circa 710 m s.l.m.;
2. una prima fase di calo del livello delle acque a un livello di 695 m s.l.m., tra i 18.000 e i 15.000 anni da oggi, considerando che ci furono delle oscillazioni climatiche che interessarono anche i livelli del lago (Dryas Ib, Fig. 6);
3. una seconda e più incisiva fase di abbassamento delle acque a 680 m s.l.m. per i 15.000-14.000 an-

ni BP, importante anche in relazione al livello di ceneri vulcaniche intercalate a livelli preistorici in alcune grotte e ripari del Fucino (Fig. 5), che costituisce un ottimo strato guida per l'area fucense.

Per la fase più antica della storia geomorfologica e paleoambientale del Fucino, corrispondente a 20.000 anni da oggi, l'assenza di attestazioni archeologiche in merito a una presenza umana (Radmilli 1977, 1997) può essere significativamente correlata a un contesto di un lago di notevole estensione, con livelli delle acque oscillanti tra i 700-710 m s.l.m. e oltre (Radmilli 1977; Giraudi 1991, 1995b), e un livello delle nevi permanenti che doveva aggirarsi intorno a 1700-1800 m s.l.m. (vedi § 3.1). I ghiacciai che scendevano verso sud dal Monte Velino e dal Massiccio del Sirente probabilmente arrivavano con i loro fronti fino a 1500 m s.l.m. (Trevisan 1940; Federici 1979). Forse in questo periodo o poco prima il lago raggiunse livelli tali (Fig. 6) da formare il livello a ciottoli lacustri che si trova alla base di alcune delle grotte e dei ripari che nei periodi successivi conservano attestazioni di una occupazione umana (Grifoni & Radmilli 1964; Radmilli 1977, 1997).

Sulla base di questi dati, seppure incompleti, si può dedurre che il bacino del Fucino non permetteva in quella fase insediamenti più o meno stabili. Tra i 18.000 e i 16.500 anni BP il clima fu interessato da un'evoluzione in senso temperato, mentre il livello del lago iniziò a calare (Fig. 5). Ipotizzando per questo periodo una quota del lago di 695 m s.l.m. – che probabilmente non fu la più bassa raggiunta in questa fase (Radmilli 1977) –, tale da permettere all'uomo di occupare anche i ripari e le grotte posti più in basso, si ha una situazione molto più favorevole per l'insediamento umano (Fig. 10): la superficie a disposizione per l'uso del territorio risulta molto più ampia, sia confrontando il lago con l'estensione precedente a 710 m s.l.m., sia considerando il corrispondente ritiro dei ghiacci e del limite delle nevi permanenti di 100, 200 m.

In base allo stato attuale delle conoscenze sulle culture del Paleolitico superiore del Fucino (Radmilli 1997; Tozzi 2003), si ipotizza che proprio dopo i 18.000 anni fa ebbe inizio la frequentazione da parte dell'uomo di alcune grotte e ripari sul versante orientale del lago, più precisamente la Grotta Tronci e il Riparo Maurizio (Radmilli 1997, Fig. 10).

Lo studio dei resti archeozoologici presenti nei livelli con frequentazioni umane, cronologicamente databili prima dei 14.000 anni BP, dà informazioni relative a un periodo di clima prevalentemente freddo-secco: si rinvennero, infatti, animali di grossa taglia, in particolare cavallo ed *Equus Hydruntinus* (Wilkens

1991; Alahique & Recchi 2003), caratteristici di ambienti aperti e pianeggianti. Sono pure presenti i cervidi, e l'uro e gli stambecchi, tipici di ambienti di foresta i primi, delle zone aperte di media e alta montagna i secondi. I cervidi potrebbero anche testimoniare fasi più temperate del clima, precedenti il ritorno di un picco di freddo secco (Dryas Ib) verso i 16.000 anni da oggi (Fig. 6). Per il resto ci sono scarse attestazioni di raccolta di molluschi, caccia agli uccelli palustri e pesca, benché l'abbassamento di livello del lago rispetto ai 710 m s.l.m. avesse creato ambienti di acque basse e di zone paludose, a distanza di pochi chilometri dai due siti (Fig. 10). In ogni caso, le informazioni relative alla fauna, specialmente le caratteristiche degli habitat favorevoli alla vita di queste specie animali, forniscono preziose indicazioni per le analisi. Infatti, il DEM di 18.000 anni BP è stato rielaborato con funzioni specifiche dei modelli GRID di ArcGIS per ottenere una carta delle pendenze (SLOPE) del territorio, con distinzione tra zone pianeggianti e alture o pendii; a queste diverse zone è stata correlata un'ipotetica distribuzione degli animali individuati nei due siti di Riparo Maurizio e Grotta Tronci (Fig. 11), sulla base dei rispettivi habitat.

Con questa rielaborazione è stata ottenuta una potenziale "mappa delle zone di caccia", in grado di fornire molte informazioni per comprendere le strategie umane di sfruttamento delle risorse territoriali: per esempio risulta evidente che gli uomini di Grotta Tronci e Riparo Maurizio ebbero a disposizione tutto lo spettro alimentare fornito da ambienti di pianura aperta (zona pianeggiante tra Pescina, Cerchio e Collarmele), am-

bienti di riva, di pendii montani e di valli fluviali probabilmente coperte da bosco (valle del Fiume Giovenco) nel raggio di soli 10 chilometri dal sito.

In base allo studio sulle età di morte degli animali (Wilkins 1991; Alahique & Recchi 2003), sembra che la stagione preferita per la frequentazione della Grotta Tronci fosse l'estate, con caccia preferenziale al cavallo ed *Equus* (Alahique & Recchi 2003); nell'attiguo Riparo Maurizio, invece, sono stati ritrovati resti di uro e camoscio cacciati principalmente nel tardo inverno e primavera. Secondo alcuni studiosi (Bietti 2003), Grotta Tronci potrebbe essere considerata come un *unicum* con Riparo Maurizio, in un rapporto funzionale che vedrebbe quest'ultimo come sito residenziale o principale, per la stagionalità di utilizzo più lunga e l'abbondanza di resti faunistici. Anche le industrie litiche sono sostanzialmente omogenee, a sostegno della verosimiglianza di questa ipotesi.

La successiva fase cronologica tra 16.500 e 15.000 anni BP dovrebbe corrispondere ad un periodo di clima generalmente freddo-secco, denominato Dryas Ib (Fig. 5), in corrispondenza del quale probabilmente si verificò un abbassamento del limite di nevi permanenti e un nuovo innalzamento di livello del lago. Questo innalzamento non portò comunque ad una nuova invasione delle "grotte basse" da parte del lago; infatti, non vi sono tracce di livelli a ciottoli o limi lacustri nelle fasi recenti di Grotta Tronci e Riparo Maurizio poste a 700 m s.l.m.

Si può dunque supporre che il lago rimase al di sotto di questa quota, permettendo agli uomini di Grotta Tronci e Riparo Maurizio di continuare a occupare an-

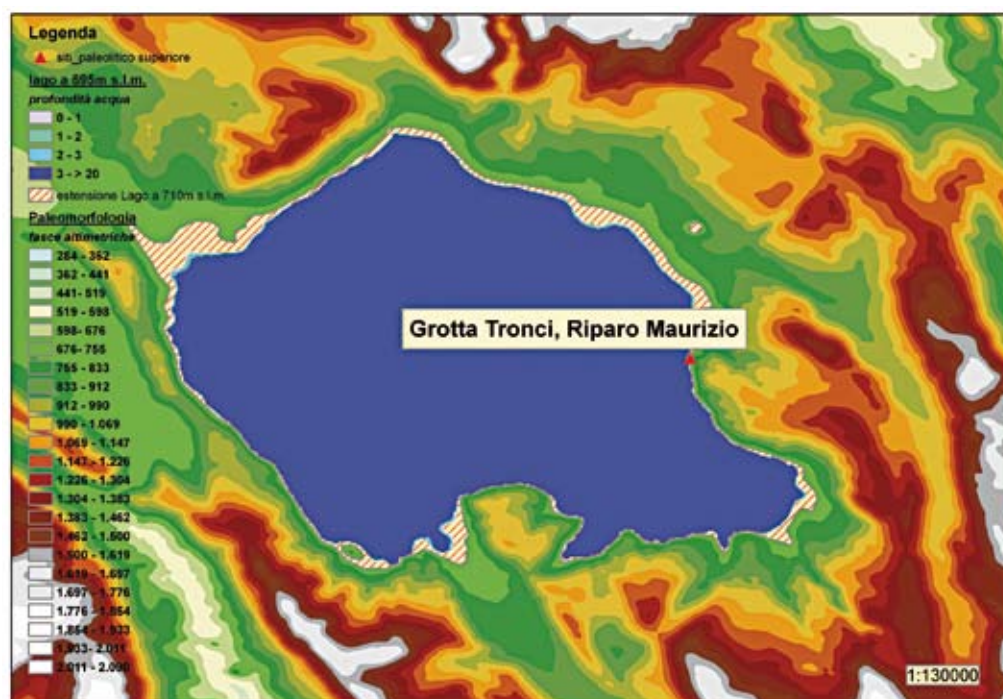


Fig. 10 - Territorio intorno ai 18.000-16.500 anni B.P., con lago a 695 m s.l.m.

Fig. 10 - The region at 18,000-16,500 years B.P., with lake at 695 meters above sea level.

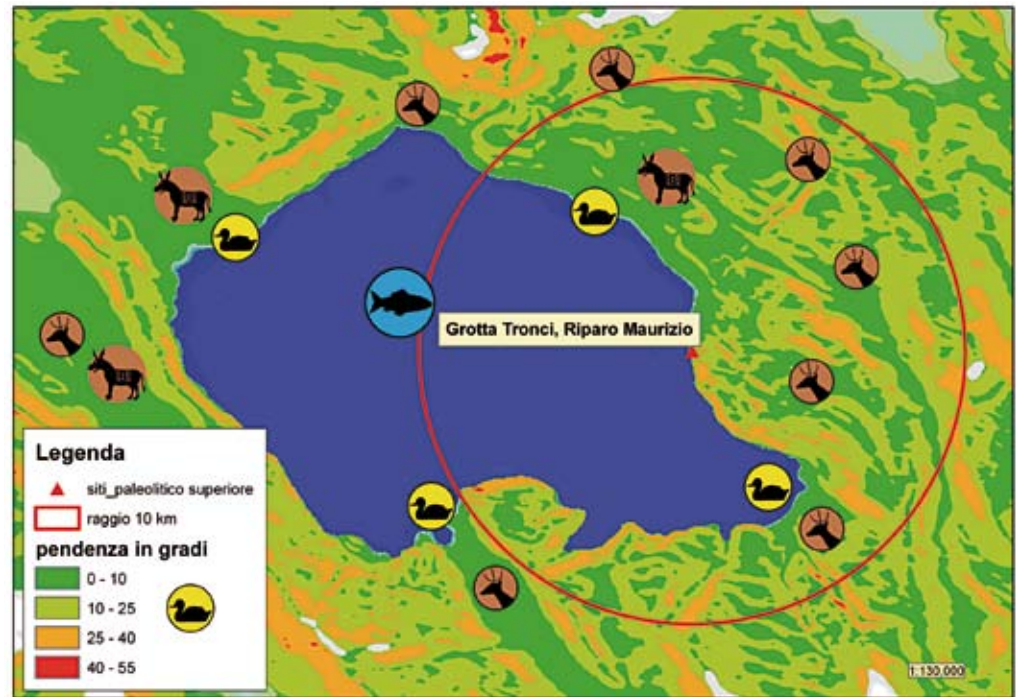


Fig. 11 - Mappa delle zone di caccia tra i 18.000 e i 15.000 anni da oggi, con carta delle pendenze e distribuzione della fauna secondo l'habitat.

Fig. 11 - Hunting zones map, between 18,000 and 15,000 years B.P., with slope maps and fauna distribution related to its habitat.

che stagionalmente i due siti, fino a quando non furono completamente ostruiti dal detrito di falda. Anche la presenza consistente di fauna di ambienti aperti e di clima freddo secco, quali gli equidi, potrebbe portare a ipotizzare una fase di occupazione intensa dei due siti da 17.000-16.500 anni BP a 15.000 BP.

Secondo Bietti (Bietti 2003), solo dopo questa fase fredda l'uomo iniziò veramente a popolare il territorio del Fucino, in quanto le prime datazioni assolute disponibili sono quelle di Grotta La Punta con 14.488

±800 BP. Il clima infatti è sensibilmente più temperato e corrisponderebbe al primo interstediale riconoscibile, quello di Bølling. Il lago in questa fase scese sensibilmente di livello (Fig. 6): per la simulazione del paleoambiente è stata scelta pertanto una situazione con un livello delle acque a 680 m s.l.m. (Fig. 12).

Come si vede in figura 12, la fascia di territorio libera da nevi e dalle acque del lago è sensibilmente più ampia rispetto ai momenti in cui il lago arrivò alle quote di 710 e 695 m, come maggiori sono le zone

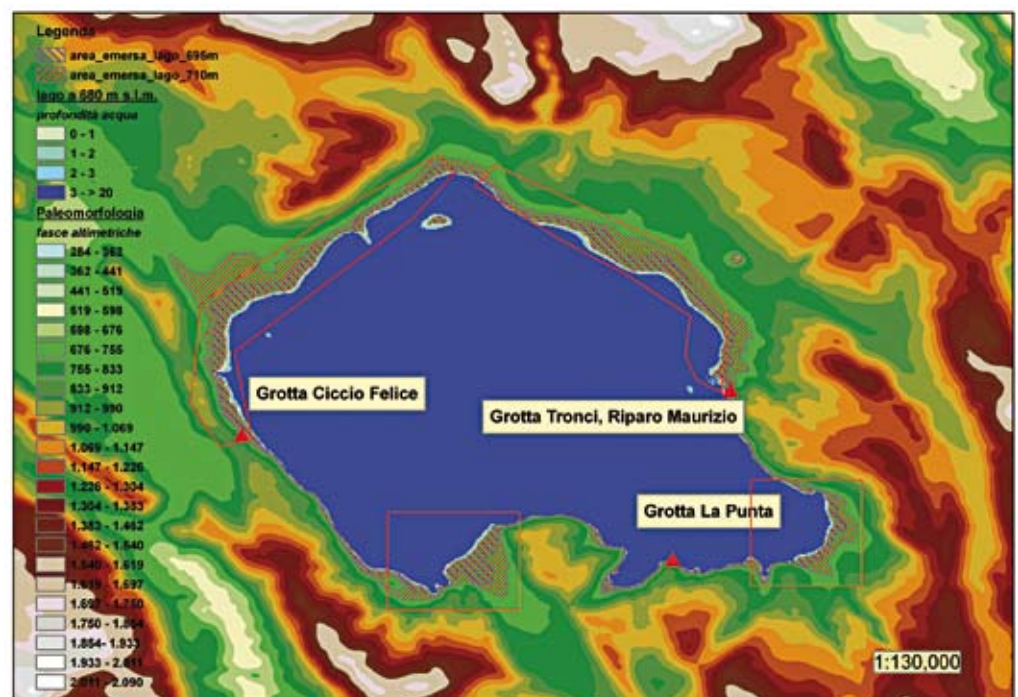


Fig. 12 - Il territorio del Fucino intorno a 15.000-14.000 anni fa, con lago a 680 m s.l.m., ritiro delle nevi e dei ghiacci, probabili zone di acque basse-paludi.

Fig. 12 - The Fucino region at 15,000-14,000 years B.P., with lake at 680 meters above sea level, snow and glaciers retreat, shallow waters (marshlands) simulated areas.

di riva con acque basse che potevano favorire l'habitat per gli uccelli palustri, i molluschi ecc. (vedi riquadri rossi). I siti paleolitici coinvolti nell'analisi territoriale sono ancora quelli di Riparo Maurizio e Grotta Tronci, con l'aggiunta del taglio 39 di Grotta La Punta, che è fornito della datazione di laboratorio più antica tra quelle attualmente disponibili per il Fucino, pari a  $14.488 \pm 800$  BP. È stata inserita nell'indagine anche la Grotta di Ciccio Felice perché la sua fauna presenta ancora i caratteri del clima freddo del periodo precedente, con equidi, anche se comincia a diventare rilevante la frequenza di cervidi.

Per ricostruire la carta delle pendenze con distribuzione delle faune secondo l'habitat è stato ipotizzato anche un livello delle nevi permanenti intorno ai 1800 m s.l.m., considerando la tendenza verso il miglioramento climatico che è indicata di riflesso dalla stessa diminuzione del livello del lago (vedi § 3.2, Fig. 5). La mappa che ne risulta differisce da quella relativa ai 18.000-16.500 anni da oggi per la maggiore estensione delle aree pianeggianti o di debole pendio, in seguito al ritiro delle acque del lago. Il cambiamento climatico in senso più temperato che caratterizza questo periodo comporta un abbassamento della vegetazione e una maggiore copertura forestale a favore della fauna composta da cervidi e cinghiali. La presenza di fasce costiere con acqua poco profonda, più o meno lungo tutto il bordo del lago (Fig. 12-13), favorì gli uccelli acquatici e tutte le altre specie viventi caratteristiche di zone umide o paludose. Per questo periodo Grotta La Punta non ha restituito resti di grandi mammiferi, ben-

si di micromammiferi e uccelli acquatici, il che porterebbe a pensare che i frequentatori del sito sfruttassero per la caccia le zone di riva presso l'odierna Lecce nei Marsi o presso Trasacco, entrambe rientranti nel raggio di 10 chilometri dal sito (Fig. 13). Anche Riparo Maurizio intorno ai 14.000 anni BP mostra una situazione di fauna dove gli uccelli acquatici sono diffusi, segnando una tendenza che poi si affermerà nelle epoche successive nell'economia dei siti paleolitici del Fucino (Wilkins 1991; Alahique & Recchi 2001). La Grotta di Ciccio Felice presenta invece resti di uro, cacciato in inverno e a primavera; sono state rinvenute *in loco* alcune parti dell'animale, a indicare che la macellazione iniziale doveva avvenire nei pressi del luogo di caccia, considerate anche le grandi dimensioni della preda. Per gli uomini della Grotta di Ciccio Felice probabilmente il territorio ideale di caccia fu il piano dell'odierna Avezzano, caratterizzato da un'ampia zona pianeggiante; quest'area quasi sicuramente era attraversata da uno o più corsi d'acqua, data la formazione odierna della grande conoide di Avezzano, per l'appunto di origine fluvio-lacustre.

Sulla base delle correlazioni tra il paleoambiente (vedi § 5) e le stesse evidenze archeologiche, si può ragionevolmente ipotizzare che intorno ai 15.000-14.000 anni BP il territorio del Fucino poteva ospitare potenzialmente tre gruppi umani distinti, insediati a Grotta di Ciccio Felice, Grotta La Punta e Grotta Tronci - Riparo Maurizio, poiché ognuno di questi siti aveva a disposizione, entro un raggio di 10 chilometri, una medesima varietà di habitat e fonti di cibo (Fig. 13).

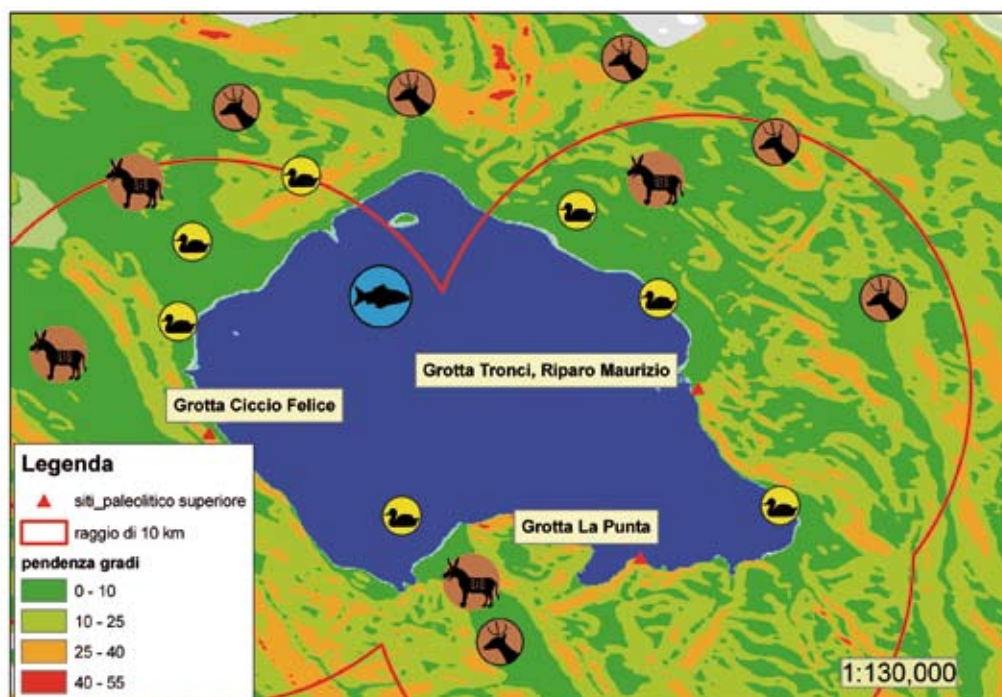


Fig. 13 - Mappa delle zone di caccia tra i 15.000 e i 14.000 anni fa, con carta delle pendenze e distribuzione della fauna secondo l'habitat.

*Fig. 13 - Hunting zones map, between 15,000 and 14,000 years B.P., with slope maps and fauna distribution related to its habitat.*

## BIBLIOGRAFIA

- Agostini S. & d'Ercole V., 1995 - *Dalle bande di cacciatori alla formazione degli stati territoriali dell'Età del ferro*. In: Burri E., (a cura di) *Il Lago Fucino e il suo emissario*. CARSA ed., Pescara: 114-125.
- Agostini S. & Olive M., 1997 - Gli ultimi cacciatori del Paleolitico superiore in Abruzzo. In: *De rerum natura* 17-18. Ed. COGESTRE, Pescara: 58-68.
- Agostini S. & Rossi M.A., 1989 - Il quadro geoambientale. In: *Dallo scavo al museo: il sito protostorico delle Paludi di Celano*. TECNOCONSUD, Pescara: 23-26.
- Agostini S. & Rossi M.A., 1991 - Insediamento e necropoli dell'età del bronzo di Celano. Gli elementi geoarcheologici. In: Irti U., Grossi G., Pagani V. (a cura di), Atti del I Convegno di Archeologia "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità", Archeoclub d'Italia, sezione della Marsica, Avezzano, 1989: 154-156.
- Agostini S., Galadini F., Galli P. & Messina P., 2001 - Stratigrafia, morfologia e aspetti sismotettonici del Bacino del Fucino. In: *Il Tesoro del Lago - L'Archeologia del Fucino e la Collezione Torlonia*. Carsa Edizioni, Pescara: 12-16.
- Agostini S., Iacopini A., Masserotti M.V., Barsocchi S. & Porsia C.D., 2005 - Applicazione del GIS per la ricostruzione del popolamento antico nell'area del bacino del Fucino (Abruzzo). In: Atti della 9ª Conferenza Nazionale ASITA, Catania 15-18 novembre 2005: 25-30.
- Agostini S., Iacopini A., Masserotti M.V., Barsocchi S. & Porsia C.D., 2006 - Sviluppi dell'Applicazione delle tecnologie GIS per la ricostruzione del popolamento antico nell'area del bacino del Fucino (Abruzzo). In: Atti della 10ª Conferenza Nazionale ASITA, Bolzano 14-17 novembre 2006: 19-24.
- Alahique F. & Recchi A., 2001 - La grotta di Ortucchio ed il Fucino alla fine del Paleolitico: analisi tafonomica e zooarcheologica delle mammalofaune e delle avifaune. In: Grossi G., Irti U., Malandra C. (a cura di), Atti del II Convegno di Archeologia in ricordo di Antonio Mario Radmilli e Giuliano Cremonesi "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità.", Archeoclub d'Italia, sezione della Marsica, Celano, 1999: 56-69.
- Alahique F. & Recchi A., 2003 - Sfruttamento delle risorse faunistiche durante le fasi più antiche dell'occupazione nel Fucino. In: Atti XXXVI Riunione Scientifica I.I.P.P., Chieti - Celano, 27-30 settembre 2001: 53-64.
- Barra A. & Grifoni Cremonesi R., 1991 - Gli scavi nella Grotta Continenza. In: Irti U., Grossi G., Pagani V. (a cura di), Atti del I Convegno di Archeologia "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità", Archeoclub d'Italia, sezione della Marsica, Avezzano, 1989: 54-64.
- Bertini T. & Bosi C., 1976 - Sedimenti continentali probabilmente pliocenici nella valle del Salto e nella conca del Fucino (Rieti-L'Aquila). *Bollettino della Società di Geologia Italiana*, 95 (4): 767-801.
- Bevilacqua R., 1994 - La Grotta Continenza di Trasacco. I livelli mesolitici ed epigravettiani. *Rivista di Scienze Preistoriche*, XLVI: 3-39.
- Bietti A., 2003 - Considerazioni sulla fauna e sulla funzione dei siti del Tardiglaciale in Abruzzo. In: Atti XXXVI Riunione Scientifica I.I.P.P., Chieti - Celano, 27-30 settembre 2001: 117-126.
- Blanc A.C., 1939 - Paleontologia umana. In: *Un secolo di progresso scientifico italiano. 1839-1939*. Società Italiana per il Progresso delle Scienze, vol. V, Roma: 205-223.
- Blanc A.C., 1956 - *Origine e sviluppo dei popoli cacciatori e raccoglitori*. Scientia ed., Roma: 229 pp.
- Bosi C. & Messina P., 1991 - Ipotesi di correlazione fra successioni morfo-litostigrafiche plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese. *Studi di Geologia di Cam.*, vol. spec., 1991 (2): 257-264.
- Bosi C., Galadini F. & Messina P., 1995 - Stratigrafia plio-pleistocenica della conca del Fucino. *Il Quaternario*, 8 (1): 83-94.
- Bosi C., Galadini F., Giaccio B., Messina P. & Sposato A., 2003 - Plio-Quaternary continental deposits in the latium-abruzzese apennines: the correlation of geological events across different intermontane basins. *Il Quaternario*, 16 (bis): 55-76.
- Butzer K., 1982 - *Archaeology as Human Ecology*. Cambridge University press: 378 pp.
- Cremonesi G., 1968 - Contributo alla conoscenza della preistoria del Fucino: la Grotta di Ortucchio e la Grotta La Punta. *Rivista di Scienze Preistoriche*, XXIII (1): 145-203.
- Dansgaard W., Johnsen S.J., Clausen H.B., Dahlisen D., Gundestrup N.S., Hammer C.U., Hvidberg, C. S., Steffensen, J. P., Sveinbjornsdottir, Jouzel, J. and Bond, G., 1993 - Evidence for general instability of past climate from a 250 kyr ice-core record. *Nature*, 364: 218-220.
- Djindjian F., Koslowsky J. & Otte M., 1999 - *Le Paléolithique supérieur en Europe*. Ed. Armand Colin, Paris: 474 pp.
- Federici P.R., 1979 - Una ipotesi di cronologia glaciale würmiana, tardo e post-würmiana nell'Appennino Centrale. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, 2: 196-202.
- Frezzotti M. & Giraudi C., 1992 - Evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del conoide complesso di Valle Majelama (massiccio del Velino, Abruzzo). *Il Quaternario*, 5 (1): 33-50.
- Galadini F. & Messina P., 1994 - Plio-Quaternary tectonics of the Fucino basin and surroundings areas (central Italy). *Giornale di Geologia*, ser. 3, 56 (2): 73-79.
- Galadini F., Galli P. & Giraudi C., 1997 - Paleosismologia della Piana del Fucino (Italia centrale). *Il Quaternario*, 10: 27-64.
- Giraudi C., 1991 - Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo) negli ultimi 30.000 anni. In: Irti U., Grossi G., Pagani V. (a cura di), Atti del I Convegno di Archeologia "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità", Archeoclub d'Italia, sezione della Marsica, Avezzano, 1989: 17-44.
- Giraudi C., 1995a - Origine ed evoluzione geologica recente

- del bacino del Fucino. In: Burri E. (a cura di), *Il Lago Fucino e il suo emissario*. CARSA ed., Pescara: 14-34.
- Giraudi C., 1995b - Late Pleistocene and Holocene lake-level variations in Fucino Lake (Abruzzi, Central Italy) inferred from geological, archaeological and historical date. In: Harrison S.P., Frenzel B., Huckriede U., Wei M.M. (eds), *Paleohydrology as reflected in lake-level changes as climatic evidence for Holocene times*. Special Issue, ESF, Strasbourg: 1-17.
- Giraudi C., 1995c - I detriti di versante ai margini della Piana del Fucino (Italia centrale): significato paleoclimatico ed impatto antropico. *Il Quaternario*, 8 (1): 201-210.
- Giraudi C., 2003 - Middle Pleistocene to Holocene Apennine glaciations (Italy). *Il Quaternario*, 16 (1 bis): 37-48.
- Grifoni Cremonesi R., 1998 - Alcune osservazioni sul rituale funerario nel Paleolitico superiore della Grotta Continenza. *Rivista di Scienze Preistoriche*, XLIV: 395-410.
- Grifoni Cremonesi R., 2001 - Antonio Mario Radmilli e la ricerca preistorica nella Marsica. In: Grossi G., Irti U., Malandra C. (a cura di), *Atti del II Convegno di Archeologia in ricordo di Antonio Mario Radmilli e Giuliano Cremonesi "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità"*, Archeoclub d'Italia, sezione della Marsica, Celano, 1999: 17-20.
- Grifoni Cremonesi R., 2003 - La Grotta Continenza di Trasacco: note sui livelli epigravettiani. In: Atti XXXVI Riunione Scientifica I.I.P.P., Chieti - Celano, 27-30 settembre 2001: 81-89.
- Grifoni R. & Radmilli A.M., 1964 - La Grotta Maritza ed il Fucino prima dell'età romana. *Riv. Sc. Preist.*, XIX: 53-127.
- Grifoni Cremonesi R., Iacopini A., Tarantini M., Bisconti M., Carnevale G. & Marcolini F., 2002 - Analisi informatizzata di una Paleosuperficie epigravettiana della Grotta Continenza (Trasacco - AQ) In: *Analisi Informatizzata e trattamento dati delle strutture di abitato di Età Preistorica e Protostorica in Italia*. Edizioni ETS, Pisa: 83-99 (Collana ORIGINES dell'I.I.P.P., XX).
- Krivoruchko K., 2003 - *Introduction to Modeling Spatial Processes using Geostatistical Analyst*. ESRI Press, Redlands: 1-27
- Leopardi G. & Radmilli A.M., 1951-52 - Giacimento preistorico all'aperto di Campo delle Piane (Pescara). *Bullettino di paleontologia italiana*, a. VIII, p. IV: 89-92.
- Magri D. & Follieri M., 1991 - Primi risultati delle analisi polliniche dei sedimenti lacustri della Piana del Fucino. In: Irti U., Grossi G., Pagani V. (a cura di), *Atti del I Convegno di Archeologia "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità"*, Archeoclub d'Italia, sezione della Marsica, Avezzano, 1989: 45-53.
- Michetti A.M., Brunamonte F., Serva L. & Vittori E., 1996 - Trench investigations of the 1915 Fucino earthquake fault scarps (Abruzzi, Central Italy): Geological evidence of large historical events. *Journal of Geophysical Research*, 101: 5921-5936.
- Miskovsky J.R., 1986 - *L'ambiente nella Preistoria*. Jaca Book, Milano: 200 pp.
- Mitas L. & Mitasova H., 1999 - Spatial Interpolation. In: Longley P., Goodchild M.F., Maguire D.J. & Rhind D.W. (eds) *Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Application*. Wiley: 481-492.
- Mussi M., Coubray S., Giraudi C., Mazzella G., Toniutti P., Wilkens B. & Zampetti D., 2000 - L'exploitation des territoires de montagne dans les Abruzzes (Italie centrale) entre Tardigraciare et Holocène ancienne. Actes de la Table Ronde Epipaléolithique e Mésolitique, Losanne 21-23 novembre 1997. *Chaiers d'Archéologie romande*, 81: 277-284.
- Mussi M., Melis R.T. & Mazzella G., 2003 - Grotta di Pozzo (Prov. L'Aquila): oscillazioni climatiche e presenza umana tra Tardiglaciale e Olocene. In: Atti XXXVI Riunione Scientifica I.I.P.P., Chieti - Celano, 27-30 settembre 2001: 65-79.
- Olive M., 2003 - Nuove ricerche sul sito epigravettiano di Campo delle Piane (Montebello di Bertona, Provincia di Pescara) In: Atti XXXVI Riunione Scientifica I.I.P.P., Chieti - Celano, 27-30 settembre 2001: 91-103.
- Radi G., 1982 - L'industria bertoniana del Riparo di Venere. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, s. A., vol. LXXXIX: 189-207.
- Radmilli A.M., 1954 - Una nuova facies del Paleolitico superiore italiano presente in Abruzzo. *Bullettino di Paleontologia Italiana*, 64: 73-105.
- Radmilli A.M., 1956a - Il Paleolitico Superiore nella Grotta Clemente Tronci presso Venere dei Marsi, Territorio del Fucino. *Bullettino della Società di Geologia Italiana*, LXXV: 94-116.
- Radmilli A.M., 1956b - Preistoria e Protostoria marsicana. Gli scavi nella Grotta di Ciccio Felice. *Rivista di Scienze Preistoriche*, XI: 31-52.
- Radmilli A.M., 1959 - Appunti di Preistoria Marsicana: gli scavi nella Grotta La Punta. Territorio del Fucino. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, s. A., LXVI, Pisa: 422-432.
- Radmilli A.M. 1960 - Considerazioni sul Mesolitico italiano. *Annali dell'Università di Ferrara*, vol. I, sezione 15: 29-48.
- Radmilli A.M., 1963 - Il Paleolitico superiore nel riparo Maurizio. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, s. A., LXX, Pisa: 220-243.
- Radmilli A.M., 1965 - *Abruzzo Preistorico: il paleolitico inferiore-medio abruzzese*. Sansoni, Firenze: 117 pp. (Collana ORIGINES dell'I.I.P.P., VII).
- Radmilli A.M., 1974 - Il Paleolitico Superiore nel Riparo Maurizio. Contributo per una datazione del detrito di falda nel Fucino. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, s. A., LXX: 220-243.
- Radmilli A.M., 1977a - *Storia dell'Abruzzo dalle Origini all'Età del Bronzo*. Giardini, Pisa: 457 pp.
- Radmilli A.M., 1997b - *La vita in Abruzzo ventimila anni fa: il Paleolitico Superiore*. Edizioni ES, Pisa: 275 pp.

- Sagri M., Martini I.P., Pascucci V., Cavinato G.P. & Sandrelli F., 2004 - Sedimentary and tectonic evolution of selected neogene-quaternary basins of the Apennines (Italy). Field Trip Guide Book-P15, 32nd International Geological Congress. Florence-Italy, 20-28 August 2004: 1-4.
- Società Geologica Italiana, 2003 - *Guide Geologiche Regionali, Abruzzo*. BE-MA editrice, Roma: 1-337.
- Tozzi C., 2003 - Il Paleolitico dell'Abruzzo. In: Atti XXXVI Riunione Scientifica I.I.P.P., Chieti - Celano, 27-30 settembre 2001: 7-27.
- Trevisan L., 1940 - I limiti nivali attuali e würmiani in Italia in rapporto alla temperatura e alla quantità di precipitazioni, con ipotesi sui fattori che determinarono la glaciazione würmiana. *Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano*, ser. 1, 20: 49-63.
- Zarlenga F., 1987 - I depositi continentali del Bacino del Fucino (L'Aquila, Italia centrale). *Geol. Rom.*, 26: 223-253.
- Wilkens B., 1991 - Resti faunistici ed economia preistorica nel bacino del Fucino. In: Irti U., Grossi G., Pagani V. (a cura di), Atti del I Convegno di Archeologia "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità", Archeoclub d'Italia, sezione della Marsica, Avezzano 1989: 147-153.

