

G. BIANUCCI (\*), W. LANDINI (\*), M. MASONI (\*\*)

## CENSIMENTO E VALUTAZIONE DEI SITI PALEONTOLOGICI (PALEOSITI): UN ESEMPIO PER LA PROVINCIA DI PISA

**Riassunto** - Questo lavoro si inserisce tra le iniziative svolte in questi ultimi anni in Europa, e in parte anche in Italia, mirate alla salvaguardia ed alla valorizzazione del patrimonio geologico. Con un approccio metodologico innovativo per quanto riguarda il settore paleontologico, sono stati elaborati un database informatizzato, una carta digitale e un criterio di valutazione per i paleositi del territorio della Provincia di Pisa. Le principali voci considerate per la costruzione del database sono la localizzazione del giacimento, la tipologia (estensione, uso del suolo, ecc.), lo stato di conservazione, il grado d'interesse e la data della scoperta. Nella scheda sono state inoltre inserite voci relative ai dati bibliografici, alle informazioni geologiche e all'elenco completo di tutte le specie fossili rinvenute, con dati dettagliati sulla frequenza, lo stato di conservazione e l'ambiente di deposizione. Il database è stato costruito in modo tale da rendere semplice l'aggiornamento dei dati, eventualmente anche da parte di persone non esperte della materia, e la ricerca e la fruizione di tutte le informazioni contenute al suo interno. In aggiunta al database è stata costruita una scheda html contenente la descrizione e la documentazione fotografica di tutti i paleositi.

Tutti i paleositi censiti sono stati georeferenziati e informatizzati nel sistema GIS della Provincia di Pisa in modo da poterli localizzare e visualizzare su differenti basi topografiche e/o tematiche.

I siti censiti sono stati valutati sulla base del loro interesse scientifico, didattico, storico ed escursionistico utilizzando una nuova proposta di parametrizzazione qui presentata in dettaglio.

Al termine del lavoro sono stati individuati oltre cento paleositi localizzati in maniera eterogenea sul territorio pisano e sono state riconosciute presenti oltre 1500 specie fossili tra invertebrati, vertebrati e piante.

Alcuni paleositi hanno un'ampia estensione areale (esempio: Orciano Pisano), mentre altri sono rappresentati da affioramenti delimitabili in aree circoscritte, rappresentati, ad esempio, da pareti di cave, o versanti di rilievi soggetti ad erosione naturale (esempio: Agnano). Sono stati censiti anche siti di ritrovamenti puntuali di particolare rilevanza (generalmente vertebrati).

Con questo lavoro è stato messo in evidenza come i paleositi possano presentare potenzialità ed interessi di natura diversa. Due paleositi, Agnano e Orciano Pisano, si contraddistinguono per l'elevato interesse scientifico: il primo è famoso per le impronte triassiche dinosauriane mentre l'altro per la fauna pliocenica sia di vertebrati che di invertebrati marini. Ben nove località sono di grande importanza storica in quanto segnalate già dall'800 e citate in molte pubblicazioni. Il sito dei Monti di San Giuliano, si contraddistingue per l'elevato interesse escursionistico perché situato in un'area naturale protetta di elevato interesse paesaggistico e con altre emergenze sia naturalistiche che artistiche. I paleositi a maggior potenzialità didattiche sono localizzati nei dintorni di

San Miniato e in altre colline pisane dove affiorano sedimenti incoerenti plio-pleistocenici con abbondanti molluschi fossili. Agnano e i Monti di S. Giuliano sono risultati i siti a maggior interesse totale.

**Parole chiave** - Geositi, Database, GIS, Paleontologia, Toscana, Italia.

**Abstract** - *Census, evaluation and valorization of the paleontological sites: an example for the Province of Pisa.* This study is included among the initiatives carried out in these last years in Europe, and partly also in Italy, to the safeguard and the valorization of the geologic patrimony. An informatized database, a digital map and a criterion for the evaluation of the paleosites located in the Province of Pisa have been realized using an innovative methodological approach, at least as regards the paleontological field. The main fields considered in the construction of the database are: the location of the fossil deposit; the typology (extension, use of the ground, etc.); the state of preservation; the interest degree and the date of discovery. Moreover, fields relative to the bibliographical data, the fossils collected, the geologic information and the complete list of all the species reported, with details on the frequency, the state of preservation and depositional environment have been included in each record. The database has been constructed in such way to make as simple as possible its update, eventually also by people not skilled in paleontology, and the search and fruition of all the information contained. In addition to the database an HTML page has been constructed for each site providing its description and the photographic documentation.

All the paleosites considered have been included in the informatized geologic map (GIS) of the Pisa Province to allow their localization on different topographic or thematic maps the territory.

The paleosites considered have been evaluated on the basis of their scientific, didactic, historical and turistic-naturalistic interest using a newly proposed series of parameters here described in detail.

By the end of this research more than one hundred of paleosites, heterogenously spread in the Pisa territory had been described and mapped. More than 1,500 species of fossil invertebrates, vertebrates and plants had been listed.

Some paleosites have a wide areal extension (e.g.: Orciano Pisano), whereas others consist in outcrops located in well delimited areas as, for example, quarry walls or relief portions subject to natural erosion (e.g.: Agnano). Sites represented by punctual findings of particular importance (generally vertebrates) have been also described.

This work has evidenced how the paleosites may present different potentialities and interests of various natures.

Two paleosites, Agnano and Orciano Pisano, emerge for their high scientific interest: the former is famous for the dinosaurs

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa, via S. Maria 53, I-56126 Pisa.

(\*\*) Provincia di Pisa, Sistema Informativo Territoriale Polo Scientifico e Tecnologico, via Giuntini 13, 56023 Navacchio (Pisa).

Triassic footprints and the latter for its Pliocene fauna of both marine vertebrates and invertebrates. Nine localities are of great historical importance, being already known in the 19<sup>th</sup> century and cited in many ancient publications.

The site of San Giuliano mountains is characterized by its high turistic-naturalistic value, being situated in a protected area of great naturalistic and landscape beauty with elements of both environmental and artistic interest. The paleosites of greatest didactic potentiality are located in the area of Saint Miniato and generally on the Pisa hills, where Plio-Pleistocene loose sediments very rich in fossil molluscs frequently outcrop. Agnano and the San Giuliano mountains resulted as the sites with the highest total interest.

**Key words** - Geosites, Databases, GIS, Paleontology, Tuscany, Italy.

## INTRODUZIONE

Nonostante che il patrimonio geo-paleontologico sia stato oggetto di ammirazione e catalogazione già a partire dall'illuminismo settecentesco, è solo nella seconda metà del novecento che vengono attivate convenzioni internazionali per la protezione della natura. La moderna politica di conservazione in pratica ha inizio con la «Convenzione di Stoccolma» adottata dall'Unesco nel 1972 (Zarlenga, 1999). In Europa la prima associazione per la protezione dei siti di interesse geologico è stata costituita solo nel 1988 e diventa nel 1993 ProGeo, con l'obiettivo principale di compilare una Carta dei geositi europei.

Nel 1995 la JUGAS (*International Union of Geological Science*) decide di creare un gruppo di lavoro per fornire un supporto scientifico a queste iniziative di conservazione. Nasce così il progetto Geosites (Wimbledon, 1996, 1999a,b) con lo scopo di produrre un inventario sistematico con aggiornamento continuo a livello mondiale. Tra gli obiettivi di maggiore interesse quelli di natura metodologica per l'individuazione delle linee di intervento per la selezione, valutazione e conservazione dei siti (Wimbledon, 1999b). La pesatura di questi criteri e la valutazione comparata in territori diversi è ancora un problema di non facile soluzione, sebbene siano già state tracciate linee guida di valutazione a livello europeo sulla base di criteri di valutazione condivisi, quali 1) il valore del sito da un punto di vista scientifico, 2) il suo valore da un punto di vista didattico, 3) il suo valore storico e 4) il valore estetico e culturale (Harley, 1999).

Il concetto di geosito acquisisce nella sua accezione moderna significati e potenzialità nuovi che superano la storica visione del «Monumento naturale» o quello statico di «Emergenza», diventando elemento di Geodiversità, di conoscenza del territorio, di risorsa socio-economica e culturale.

La definizione del patrimonio geologico, le forme d'indagine e quelle di gestione rappresentano pertanto oggi gli strumenti essenziali d'intervento per lo sviluppo di corrette politiche territoriali nell'ambito della geoconservazione (Poli, 1999a,b).

In Italia il sistema di pianificazione a livello locale costituisce ancora uno dei mezzi d'intervento più efficaci. Ed è in un ambito d'intervento puntuale sul terri-

torio che si inserisce il presente lavoro di censimento e valutazione dei siti paleontologici (paleositi) del territorio pisano, frutto della collaborazione tra la Provincia di Pisa ed il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, il cui obiettivo finale è quello di elaborare un database ed una carta digitale dei siti paleontologici.

Il presente lavoro, riferito esclusivamente ai paleositi, trova a livello nazionale ed internazionale ancora limitati riferimenti (Bianucci *et al.*, 2003). In questa specifica branca della geoconservazione in Europa sono stati avviati alcuni progetti, come la lista dei geositi di piante paleozoiche fatto da Cleal & Thomas (1997). Alcuni Stati, come ad esempio la Spagna, hanno già dato inizio ad un progetto nazionale che prevede tra l'altro la creazione di un database dei siti paleontologici e anche un programma per la loro protezione (Meléndez & Soria-Llop, 1999). Per quanto riguarda l'Italia alcune iniziative per proteggere il patrimonio paleontologico sono state intraprese dalla Commissione Paleontologica e dal Ministero dei Beni Culturali e Ambientali (Pelosio, 1999). Inoltre in alcuni meeting nazionali è stata dedicata una sessione per la valorizzazione e la preservazione del patrimonio paleontologico (ad esempio nel 2° Forum italiano di Scienze della Terra, FIST, Geoitalia, Bellaria, 20-23 Settembre, 1999).

## MATERIALI E METODI

Per il raggiungimento degli obiettivi perseguiti in questo lavoro sono stati elaborati i seguenti prodotti finali:

- database informatizzato;
- schede HTML di tutti i paleositi, predisposte per essere inserite nel sito Internet della Provincia di Pisa;
- carta digitale dei paleositi a scala 1:10.000;
- scheda valutazione dei siti.

## Database

Nella prima fase è stata costruita una scheda per l'inserimento dei dati di ogni singolo giacimento, in linea con quelle già esistenti e utilizzate in Europa e in Italia per altri tipi di geositi, ma adattata alle peculiarità locali del territorio ed alle specificità del suo patrimonio paleontologico.

Nel database sono stati inseriti tutti i dati relativi ai giacimenti paleontologici censiti desunti dall'analisi bibliografica, da ricerche personali in corso, da verifiche su collezioni conservate presso musei naturalistici e dai sopralluoghi effettuati in tutte le località fossilifere.

Le principali voci considerate nella costruzione della scheda riguardano la tipologia del giacimento, la data della sua scoperta, la sua importanza, lo stato di conservazione e la proposta di un'eventuale protezione e/o valorizzazione. Nella scheda sono state inoltre inserite voci relative ai dati bibliografici, alle informazioni geologiche e all'elenco completo di tutte le specie fossili rinvenute, con dati dettagliati sulla frequenza, lo stato di conservazione e l'ambiente di deposizione. È

The screenshot shows a software window titled 'paleosito'. It contains the following fields and data:

- Codice Paleosito: G0002
- Nome Paleosito: Agnano
- Comune: S. Giuliano Terme
- Fossili caratteristici: Orme Vertebrati
- Località: Valle della Polla (Agnano)
- Altri fossili presenti: (empty)
- Estensione: Areale
- Area protetta: no
- Esposizione: Artificiale superficiale
- Stato di conservazione: Buono
- Tipo di Giacimento: Attivo
- Proposta protezione/valorizzazio: Necessaria
- Uso del suolo: Roccia affiorante
- Data Scoperta: 1881
- Interesse scientifico: 9
- Interesse Storico: 10
- Grado di interesse scientifico: Internazionale
- Interesse Escursionistico: 6
- Altro tipo di interesse: Escursionistico, Dide
- Interesse Didattico: 6
- Interesse Totale: 23

At the bottom, there are two tables for 'Inserimento Formazioni' and 'Inserimento Bibliografia':

Inserimento Formazioni	
	Codice FORMAZIONE
▶	110540
*	

Inserimento Bibliografia	
	Codice BIBLIOGRAFIA
▶	B0008
	B0010
	B0013
	B0014
	B0091
	B0130
*	

Fig. 1 - Database: maschera d'inserimento dei dati generali di un paleosito.

inoltre previsto l'inserimento di indicazioni relative alla collocazione degli eventuali reperti raccolti in ogni giacimento.

In particolare:

- *Codice Paleosito*: codice alfanumerico distintivo di ogni paleosito (G0001, G0002, ecc.).
- *Nome Paleosito*: generalmente è il nome della località o centro abitato più vicini al paleosito o del punto di ubicazione del paleosito. Nel caso di un paleosito ad ampia estensione geografica, il nome può essere dato dal principale centro abitato incluso in quell'area (ad esempio: Orciano Pisano) o dal nome dell'eventuale elemento morfologico in cui esso si estende (esempi: Valle della Sterza e Monti di S. Giuliano).
- *Data della scoperta*: anno in cui sono stati scoperti per la prima volta reperti fossili in quel determinato sito; è ricavata dalla bibliografia e/o dagli archivi delle collezioni paleontologiche dei musei.
- *Ubicazione*
  - *Comune*: comune in cui è ubicato il paleosito.
  - *Località*: località, centro abitato, valle, monte, ecc. in cui è ubicato il paleosito.
- *Interesse del Paleosito*: valore da 0 a 10 che esprime il grado d'interesse scientifico, storico, escursionistico, didattico e totale del paleosito; il grado di

interesse per ogni ambito è stato calcolato sulla base dei criteri esposti nella valutazione dei siti.

- *Estensione*: può essere di tipo puntuale o areale.
- *Tipo di Paleosito*: il paleosito è considerato *attivo* se contiene ancora fossili relativamente frequenti e, quindi, facilmente individuabili; *quiescente* se potenzialmente contiene ancora fossili, ma il loro ritrovamento è reso poco probabile dalla loro scarsa concentrazione; *inattivo* se l'affioramento fossilifero non è più esistente o se i fossili al suo interno sono esauriti.
- *Area Protetta*: viene specificato se il paleosito si trova o meno all'interno di un'area protetta.
- *Stato di Conservazione*: indica lo stato di conservazione del paleosito e può variare tra ottimo, buono, discreto e cattivo.
- *Esposizione*: viene indicato se l'affioramento del giacimento fossilifero è da imputare a fenomeni naturali riferibili prevalentemente all'erosione, sia superficiale (naturale superficiale) che sotterranea (naturale sotterranea), o se si è verificato in seguito ad attività antropiche, sia superficiali che sotterranee (artificiale superficiale e artificiale sotterranea).
- *Uso del suolo*: viene indicato l'uso del suolo nell'area del paleosito (roccia affiorante, terreno incolto, terreno coltivato, ecc.).





Fig. 4 - Database: maschera d'inserimento della bibliografia di un paleosito.

- *Bibliografia del fossile*: eventuali riferimenti bibliografici. Per ogni pubblicazione vengono riportati, l'anno di pubblicazione, gli autori, il titolo, il nome della eventuale rivista ed il numero delle pagine.
- *Formazioni*: formazione/i geologiche affioranti nell'area del paleosito in cui si ritrovano e/o sono stati ritrovati i fossili.
- *Bibliografia*: principali riferimenti bibliografici relativi al paleosito. Per ogni pubblicazione vengono riportati, l'anno di pubblicazione, gli autori, il titolo, il nome della eventuale rivista ed il numero delle pagine.

La scheda elaborata è stata predisposta per il trattamento informatico dei dati con l'uso del programma «Microsoft Access», in collaborazione con il Gruppo «SIT» della Provincia di Pisa. In particolare, con la creazione di apposite maschere (Figg. 1-4), sono state semplificate le operazioni di inserimento e modifica dei dati anche per eventuali aggiornamenti futuri da parte di personale non competente sulla materia. Inoltre il database informatizzato è stato costruito in modo da facilitare la ricerca e la filtrazione dei dati di tutti i paleositi inseriti.

#### Schede HTML

Per ogni paleosito è stata compilata una scheda sintetica con testi ed immagini, realizzata in formato HTML per facilitarne l'eventuale fruizione in internet. In ciascuna scheda vengono riportati i seguenti dati:

- *Cenni Storici*: dati sulla scoperta e riferimenti bibliografici relativi al paleosito.
- *Descrizione del Sito*: ubicazione, accessibilità e descrizione geologica dell'affioramento.

- *I Fossili*: descrizione dei fossili del sito e collocazione dei reperti già raccolti.
- *Il Paleoambiente*: ambiente di sedimentazione dei resti degli organismi rinvenuti allo stato fossile.
- *Importanza del sito*: tipologia e grado d'interesse del sito.

A corredo dei testi sono state inserite foto e/o illustrazioni del paleosito e/o dei suoi fossili (Fig. 5).

#### Cartografia digitale

Tutti i paleositi censiti sono stati inseriti nella cartografia digitale a scala 1:10.000 della Provincia di Pisa. I paleositi puntuali sono contraddistinti da un simbolo sulla carta ed eventualmente dal rispettivo codice che ne permette l'identificazione. Se si tratta di un sito areale con più affioramenti fossiliferi significativi, più simboli possono essere riferiti ad un solo paleosito (in tal caso al rispettivo codice vengono aggiunte le lettere a, b, c, ecc.). Nel caso in cui non sia possibile localizzare affioramenti puntuali con una concentrazione di fossili particolare all'interno di un sito areale, questo viene individuato da un simbolo posto nel centro del suo areale e incluso in un cerchio di colore verde indicante l'estensione areale approssimativa.

Il software GIS Arc View opportunamente personalizzato da parte della struttura SIT della Provincia di Pisa gestisce i dati raccolti e permette all'utente di condurre di volta in volta ricerche specifiche, quali ad esempio la selezione di tutti i paleositi nei quali è stata ritrovata una particolare specie fossile (Fig. 6) o dove affiora una determinata formazione geologica. Si possono anche selezionare paleositi che presentano un elevato interesse didattico, storico, scientifico o escursionistico. Inoltre possono essere visualizzate, ed eventualmente stampate, carte dei paleositi proiettate su diffe-

# Agnano

## Cenni Storici

Le orme di tetrapodi nel "Verrucano" di Agnano furono segnalate per la prima volta da Lotti (1881) e descritte successivamente da Tommasi (1886) e Fucini (1910). Lo studio più recente dell'intera fauna è stato fatto da von Huene (1940-1941). Un quadro generale di questi ritrovamenti e della loro interpretazione è stato fornito da Rau & Tongiorgi (1974) e da Tongiorgi (1980). Recentemente Leonardi & Lockley (1995), Sirigu & Tongiorgi (1997) e Leonardi (2000) hanno preso in esame le eccezionali orme dinosauriane rinvenute in questo giacimento.

## Descrizione del Sito

Il giacimento si trova a nord-ovest di Agnano e affiora sul lato occidentale della Valle della Polla, lungo il fianco orientale della Costia e sulla Cima La Sughereta.

L'affioramento principale (sito a) è rappresentato da una cava abbandonata subito a nord di Agnano. Vi si accede percorrendo per un breve tratto la strada sterrata sul fianco sinistro della Valle della Polla. La cava è a poche decine di metri dalla strada. Si tratta di una parete lunga circa 50 m e alta circa 20 m (Figure 1-3). Altri affioramenti, meno estesi, si osservano lungo la strada presso Cima La Sughereta (sito b, Figura 4), in prossimità del bivio per il Monte Terminetto (sito c, Figura 5) e lungo la strada che porta a Monte Terminetto (sito d, Figura 6).

## I Fossili

I fossili, datati al Trias superiore, affiorano nelle Quarziti viola zonate, il membro superiore della Formazione delle Quarziti di Monte Serra. Sono rappresentati da orme lasciate da rettili Cotilosauri, Rincocefali, Tecodonti e Dinosauri. Tutte le specie descritte sono nuove per la scienza. Di notevole importanza l'orma attribuita a *Grallator pisanus*, la più antica testimonianza della presenza di dinosauri in Italia e una delle prime a livello mondiale. Un'altra orma dinosauriana riferita a un probabile piccolo dinosauro ornitisco è stata recentemente scoperta nella cava abbandonata di Agnano (sito a). Bellissime superfici di strato, visibili anche sulla parete della cava, conservano l'originaria ondulazione dovuta alle correnti di fondo (*ripple marks*, Figura 3), strutture di disseccamento (*mud cracks*), impronte di trascinamento (*current marks*) e impronte di gocce di pioggia.

Orme di tetrapodi provenienti dal giacimento di Agnano sono conservate presso il Museo di Storia Naturale e del Territorio dell'Università di Pisa, il Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Firenze e il Museo Geopaleontologico della Valdinievole (Pescia).

## Il Paleoambiente

Le orme sono state lasciate in un ambiente di bassa piana deltizia. I fossili si ritrovano infatti in corrispondenza di sottili e regolari alternanze di depositi siltitici e argillosi ( *flood-plain bay*) che si formano in corrispondenza di piatte aree inondate da un velo d'acqua, in parte salmastra, e periodicamente disseccate.

## Importanza del Sito

Il giacimento riveste un interesse scientifico a livello internazionale per l'elevata frequenza di ritrovamenti fossili, per la peculiarità delle specie rinvenute e per la presenza di testimonianze di Dinosauri tra le più antiche del mondo. Il giacimento è importante anche a livello didattico (per le bellissime strutture sedimentarie affioranti), escursionistico e storico (vi fu scoperto il primo Dinosauro in Italia).

Gli affioramenti sono minacciati da frequenti scavi effettuati da raccoglitori dilettanti di fossili (anche con l'uso di esplosivi).

Tenuto anche conto dell'importanza del giacimento, della minaccia rappresentata dagli scavi e del fatto che rappresenta la località tipo di diverse specie di orme di tetrapodi, si ritiene necessaria la sua protezione e valorizzazione.



Fig. 1. Panoramica della cava (sito a)

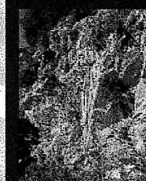


Fig. 2. Particolare della cava (sito a)



Fig. 3. Ripple marks (sito a)



Fig. 4. Affioramento presso la Cima La Sughereta (sito b)

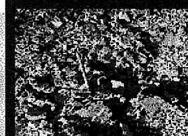


Fig. 5. Affioramento in prossimità del bivio per Monte Terminetto (sito c)



Fig. 6. Affioramento lungo la strada che porta a Monte Terminetto (sito d)

Fig. 5 - Esempio di scheda HTML di un paleosito.

renti basi tematiche (geologica, geomorfologica, ecc.). Infine si possono utilizzare aerogrammi che visualizzano particolari attributi dei paleositi (Fig. 7).

### Valutazione dei paleositi

I siti censiti sono stati valutati sulla base del loro interesse scientifico, didattico, storico ed escursionistico sulla base di una nuova proposta di parametrizzazione che viene qui presentata.

I valori dell'interesse totale del paleosito possono variare da 0 a 30, essendo dati dalla somma dell'interesse scientifico (da 0 a 10), storico (0-5), escursionistico (0-5) e didattico (0-10).

I valori dell'interesse storico ed escursionistico, vengono visualizzati in tabella moltiplicati per due, per essere più facilmente confrontabili con quelli scientifico e didattico.

Il valore di ciascuno di questi interessi è stato calcolato in base alla verifica della presenza o meno in ogni paleosito di precise caratteristiche (parametri) che ne evidenziano ogni importanza specifica (scientifica, storica, ecc.).

I parametri utilizzati per valutare ciascun tipo d'interesse sono illustrati nel dettaglio nei paragrafi seguenti.

#### Interesse scientifico

Sono stati considerati cinque parametri, i cui valori sommati possono variare da zero a dieci:

- 1) Conoscenza del sito presso la comunità scientifica (4-0)
  4. elevata a livello internazionale
  3. modesta a livello internazionale
  2. essenzialmente a livello nazionale
  1. essenzialmente a livello locale
  0. sito sconosciuto

- 2) Presenza di olotipi e/o sezioni tipo (1-0)
  1. uno o più reperti rinvenuti nel sito in esame sono stati scelti per descrivere uno o più nuovi taxa (specie, genere, ecc.). In tal caso la località di ritrovamento rappresenta la «località-tipo» di ogni nuovo taxon. Viene assegnato valore 1 a questo parametro anche nel caso che nell'area del sito sia stata descritta la sezione-tipo di una formazione (o unità stratigrafica, ecc.) o nel caso che la fauna fossile, o parte di essa, rinvenuta nel sito sia stata scelta come «unità faunistica» ai fini biostratigrafici.
  0. non si verifica nessuna delle condizioni sopra esposte.

- 3) Importanza dei fossili (2-0)
 

Il valore di questo parametro varia a seconda del grado di conoscenza presso la comunità scientifica dei fossili (o del fossile) rinvenuti nel sito:

  2. internazionale
  1. nazionale
  0. locale

- 4) Consistenza numerica dei fossili rinvenuti (2-0)
  2. abbondanti
  1. frequenti
  0. rari

- 5) Potenzialità del paleosito allo stato attuale (1-0)
 

Questo parametro valuta se il paleosito è ancora «produttivo» o esaurito:

  1. fossili ancora presenti all'interno degli strati rocciosi del sito
  0. fossili non più presenti all'interno degli strati rocciosi del sito

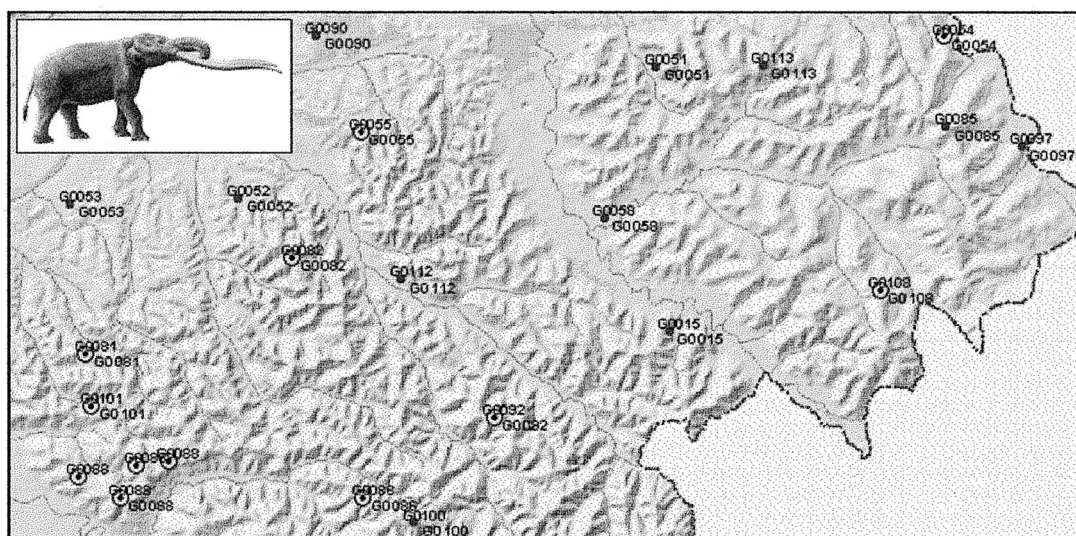


Fig. 6 - Esempio di ricerca e mappatura di un taxon sulla carta digitale: localizzazione dei paleositi con reperti di *Anancus arvernensis* (i siti sono evidenziati con un cerchio).

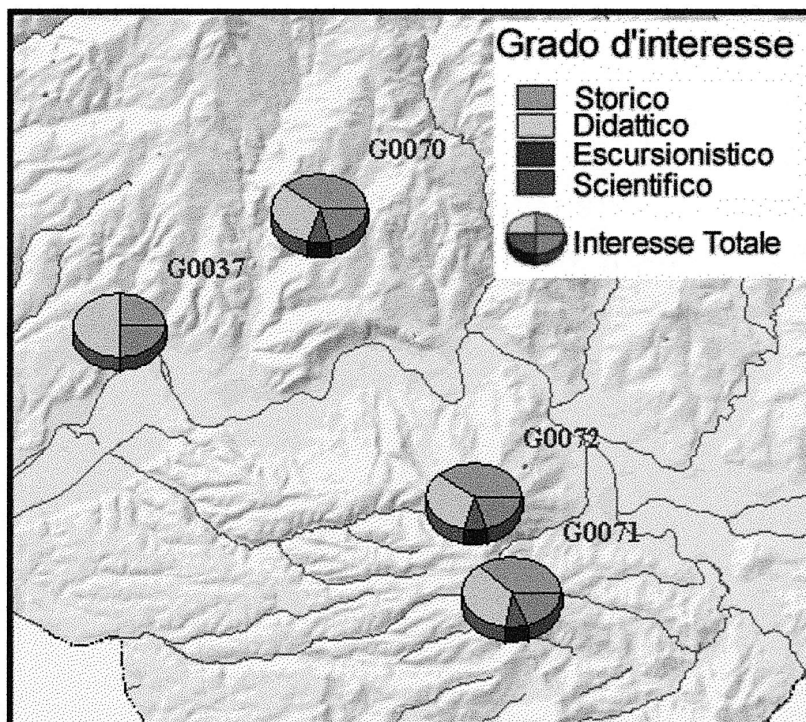


Fig. 7 - Aerogrammi a torta indicanti il grado d'interesse dei Paleositi.

#### *Interesse storico*

Sono stati considerati due parametri i cui valori possono complessivamente variare da zero a cinque:

- 1) Sito di scoperta antica, recente o mai segnalato (3-0)  
Il valore di questo parametro è in relazione alla data della scoperta del paleosito:
  3. precedente al 1900
  2. dal 1900 al 1950
  1. posteriore al 1950
  0. mai segnalato
- 2) Citazioni del sito in letteratura (2-0)  
Il valore di questo parametro è in relazione al numero di citazioni del paleosito nelle pubblicazioni scientifiche:
  2. molte
  1. poche
  0. nessuna

#### *Interesse escursionistico*

Sono stati considerati cinque parametri i cui valori possono complessivamente variare da zero a cinque:

- 1) Esistenza o meno di percorsi escursionistici (1-0)
  1. il sito è inserito in un percorso escursionistico già esistente (sentiero CAI, strada panoramica, ecc.)
  0. non si verifica nessuna delle condizioni sopra esposte

- 2) Presenza di altre emergenze naturalistiche (1-0)
  1. in prossimità del sito si possono osservare altre emergenze naturalistiche di elevato interesse (può trattarsi di una peculiare fauna o flora o di altre emergenze geologiche-geomorfologiche, mineralogiche, ecc.)
  0. non si verifica nessuna delle condizioni sopra esposte
- 3) Presenza di emergenze artistiche, culturali, ecc. (1-0)
  1. in prossimità del paleosito ci sono altre emergenze non naturalistiche di interesse turistico, quali monumenti, musei non dedicati agli aspetti paleontologici del sito, ecc.
  0. non si verifica nessuna delle condizioni sopra esposte
- 4) Sito associato a parchi o a percorsi naturalistici (1-0)
  1. il sito si trova all'interno di un parco naturale o comunque di un'area protetta o di un percorso naturalistico
  0. non si verifica nessuna delle condizioni sopra esposte
- 5) Contesto paesaggistico (1-0)
  1. il sito si trova in un'area di grande interesse paesaggistico

0. il sito non si trova in un'area di grande interesse paesaggistico

#### *Interesse didattico*

Sono stati considerati sei parametri i cui valori possono complessivamente variare da zero a dieci:

- 1) Accessibilità del sito (2-0)
  2. il paleosito è raggiungibile direttamente con autoveicoli ed è possibile parcheggiare in prossimità
  1. il paleosito è raggiungibile percorrendo a piedi un sentiero breve e di limitata difficoltà
  0. non ci sono sentieri che permettono di raggiungere senza difficoltà il paleosito
- 2) Successione geologica ben esposta (2-0)
  2. il deposito fossilifero è parte di una successione geologica ben esposta (parete di cava, falesia, ecc.)
  1. il deposito fossilifero è esposto, almeno in parte, ma la successione geologica non è ben visibile
  0. il deposito fossilifero non affiora
- 3) Fossili visibili e accessibili o assenti (3-0)
  3. nel paleosito i fossili affiorano e sono abbondanti
  2. i fossili affiorano ma sono rari
  1. i fossili non affiorano ma sono frequenti all'interno del deposito fossilifero e possono essere recuperati con semplici operazioni di scavo
  0. non ci sono più fossili nel paleosito o se ci sono non sono recuperabili con semplici operazioni di scavo
- 4) Fossili prelevabili senza difficoltà o di difficile estrazione (1-0)
  2. i fossili si possono raccogliere senza difficoltà
  0. i fossili si estraggono con difficoltà dalla roccia

Questo parametro assume valore zero anche nel caso che non ci siano più fossili nel paleosito.
- 5) Sito attrezzato didatticamente (1-0)
  1. nel sito sono già presenti supporti didattici (pannellistica, ricostruzioni, ecc.) che ne illustrano il contenuto fossilifero
  0. non sono verificate le condizioni sopra esposte
- 6) Presenza di musei o centri specifici di riferimento (1-0)
  1. nell'area del paleosito o in prossimità di essa esiste già un museo o un centro specifico di riferimento che tratta argomenti attinenti alle emergenze paleontologiche del sito
  0. non si verifica nessuna delle condizioni sopra esposte

#### DISCUSSIONE

##### **Analisi dei dati**

Sono stati censiti 116 paleositi dei quali 3 già conosciuti prima del 1800, 37 scoperti dal 1801 al 1900, 25 dal 1901 al 1950 e 12 mai segnalati in precedenza. Di questi paleositi, 53 sono ancora attivi, 59 sono quie-

scenti e 4 sono inattivi; 68 sono puntiformi mentre 48 sono distribuiti in un'estesa area.

Sono stati inseriti 163 riferimenti bibliografici e 26 è il numero delle formazioni geologiche risultate fossilifere. Nelle schede html sono state inserite oltre 260 foto relative ai siti rilevati.

Sono state riconosciute presenti oltre 1500 specie fossili, così distribuite:

- Invertebrati (1314):
  - molluschi (1190): ammoniti (56), belemniti (1), bivalvi (476), gasteropodi (635), nautiloidi (2), scafopodi (20)
  - echinodermi (37): echinoidi (30), crinoidi (6), asteridi (1)
  - brachiopodi (55)
  - celenterati (9)
  - artropodi: cirripedi (13)
  - policheti (2)
  - tracce di invertebrati (8)
- Vertebrati (388):
  - mammiferi (121): artiodattili (29), carnivori (23), cetacei (34), lagomorfi (4), insettivori (1), perissodattili (11), proboscidiati (5), primati (1), roditori (12), sirenni (1).
  - rettili (5): chelonii (3), squamati (2)
  - anfibi (2)
  - pesci (245): selaci (30), teleostei (215)
  - uccelli (4)
  - orme di tetrapodi (11)
- Piante (9)

Alcuni paleositi presentano un'ampia estensione areale e in tal caso generalmente si tratta di estesi affioramenti dove, all'interno della stessa formazione, sono stati rinvenuti in passato e si rinvengono tuttora resti consistenti di fossili. In questa tipologia di giacimento è da annoverare, ad esempio, quello di Orciano Pisano, dove sono stati rinvenuti, a partire della metà del secolo scorso, significativi resti di mammiferi marini, pesci, chelonii, molluschi e crostacei.

Altri giacimenti consistono in affioramenti delimitabili in aree circoscritte, rappresentati, ad esempio, da pareti di cave o versanti di rilievi soggetti ad erosione naturale. Un esempio di questa tipologia di giacimento è quello delle orme di tetrapodi di Agnano nei Monti Pisani, dove tra l'altro è stato rinvenuta una delle più antiche impronte di dinosauri conosciute.

Infine sono stati censiti anche siti paleontologici rappresentati da ritrovamenti puntuali di particolare rilevanza. In genere si tratta di ritrovamenti isolati di vertebrati, prevalentemente mammiferi sia continentali che marini.

La concentrazione dei paleositi non si presenta uniforme sul territorio pisano, ma vi sono aree ad alta densità di paleositi, alcune a bassa densità ed altre dove i paleositi sono apparentemente assenti (Fig. 8). In particolare la maggiore concentrazione si osserva nei Monti Pisani e in un'estesa area che comprende le Colline Pisane di S. Miniato e di Volterra. Le aree prive di affioramenti fossiliferi comprendono un'ampia fascia intorno al fiume Arno (compreso il comune di Pisa) e parte dei territori più meridionali della Provincia. In



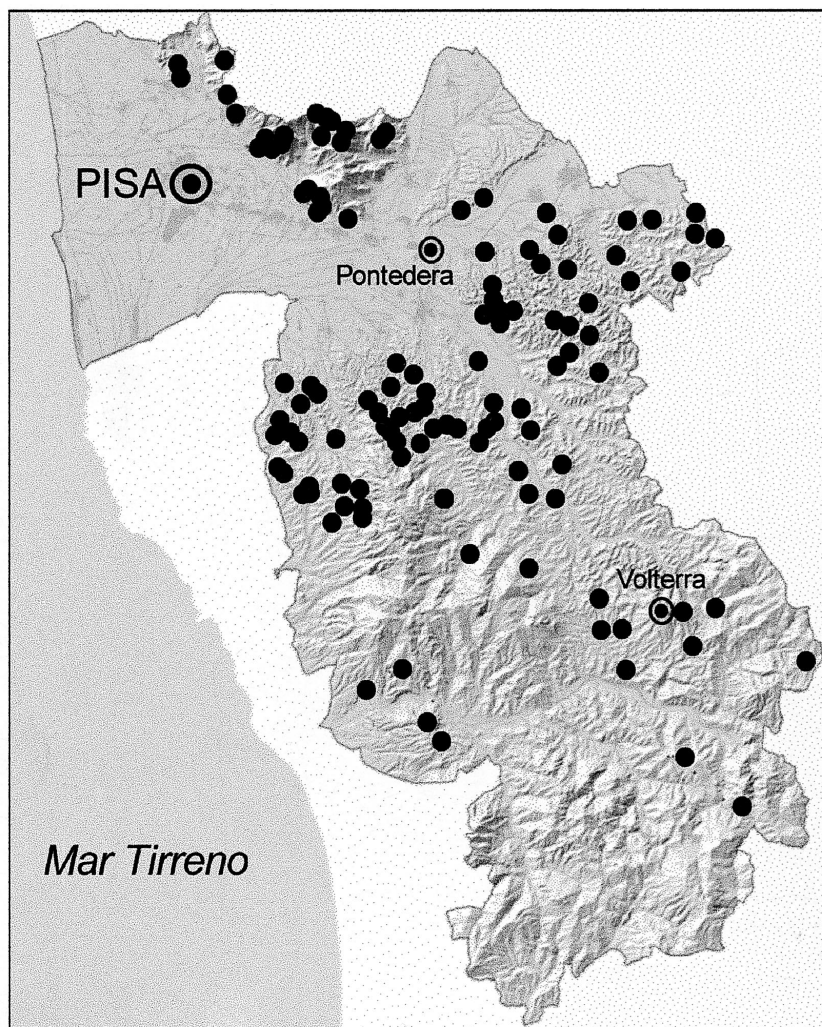


Fig. 8 - Distribuzione dei paleositi nella Provincia di Pisa.

particolare i comuni a più alta concentrazione di paleositi sono S. Giuliano Terme, Calci, Fauglia, Lari, Casciana Terme, Terricciola, Palaia, Montopoli, S. Miniato e Volterra. Tra i comuni privi di paleositi vi sono Pisa, Cascina e Ponsacco.

La concentrazione dei paleositi e il tipo di fossili che vi si ritrovano è in relazione alla litologia affiorante.

Nei Monti Pisani, i paleositi si trovano esclusivamente nelle Quarziti viola zonate (orme di tetrapodi), negli Scisti verdi (tracce e molluschi), nei Calcari ceroidi (molluschi, stromatoliti, ecc.), nel Calcere a *Raetavicula contorta* (molluschi) e nelle grotte e fratture carsiche delle formazioni calcaree (vertebrati continentali e molluschi).

Nelle Colline Pisane e nelle aree di S. Miniato e Volterra i fossili si ritrovano nelle argille e sabbie neogeniche e sono rappresentati da invertebrati (molluschi, coralli, brachiopodi, ecc.), vertebrati marini (cetacei, pinnipedi, sirenii, chelonii e pesci) e vertebrati continentali (essenzialmente mammiferi).

In particolare, per quanto riguarda gli invertebrati i paleositi più significativi sono, per i sedimenti miocenici, nelle Arenarie di Ponsano (Ponsano), per i sedimenti pliocenici nella Formazione di Villamagna (esempi: Casa S. Lorenzo, Poggio al Lupo, ecc.) e nelle Calcareniti ad *Amphistegina* (S. Frediano e Parlascio) e, per i sedimenti pleistocenici, nelle Sabbie e argille ad *Arctica* (Le Piane, Morrone, ecc.). Per quanto riguarda i vertebrati i paleositi più significativi sono, per i sedimenti miocenici, nelle Arenarie di Ponsano (Ponsano), per i sedimenti Pliocenici nelle Argille Azzurre (Orciano Pisano, Santa Luce, Volterra, ecc.) e nella Formazione di Villamagna (Montopoli, Marti, ecc.), e per i sedimenti pleistocenici nella Formazione di Casa Poggio ai Lecci (S. Romano, Cava Campani, ecc.).

Nella piana alluvionale del fiume Arno non vengono segnalati paleositi in quanto si tratta di sedimenti continentali recenti per lo più privi di fossili.

La scarsa concentrazione di paleositi nella parte meridionale della Provincia è dovuta sia alla limitata espo-

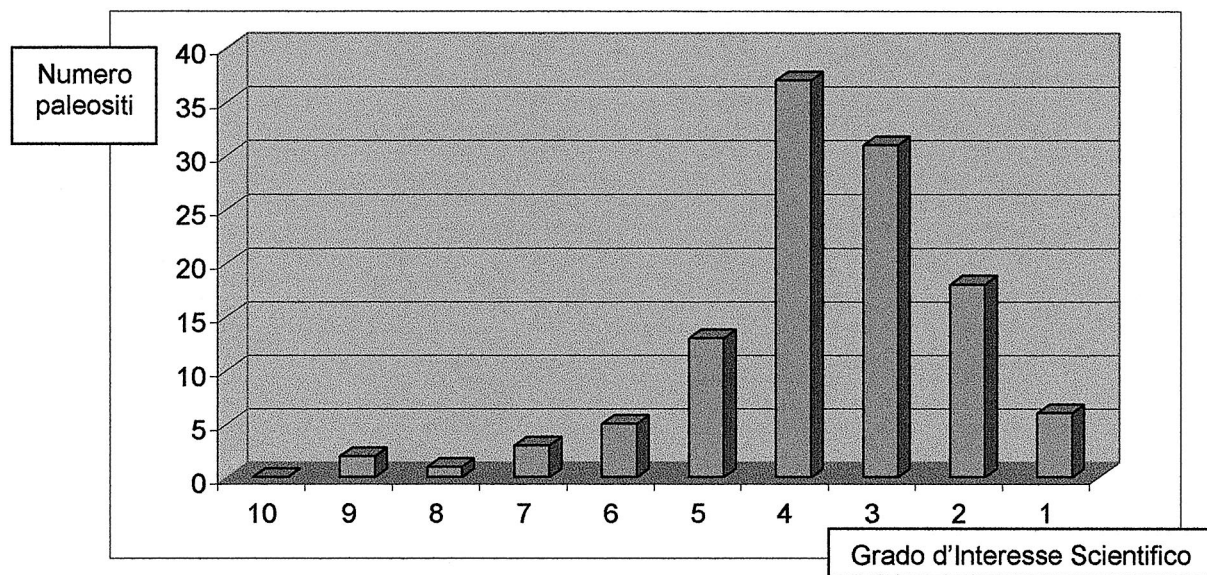


Fig. 9 - Istogramma relativo al grado d'interesse scientifico dei paleositi.

sizione superficiale di litologie potenzialmente fossilifere sia all'ampia estensione di rocce non fossilifere (Basalti, Gabbri, Serpentiniti, ecc.) o scarsamente fossilifere (Diaspri, Calcari a Calpionelle, ecc.).

#### Interesse scientifico dei Paleositi

I due paleositi di maggiore interesse scientifico sono risultati Agnano e Orciano Pisano, che hanno totalizzato 9 punti su 10.

Il giacimento di Agnano (Monti Pisani) riveste un interesse scientifico a livello internazionale grazie al rinvenimento di alcune fra le più antiche orme dinosauriane conosciute. Queste tracce precedono nel tempo geologico i primi ritrovamenti scheletrici di dinosauri e rappresentano tra le più antiche testimonianze a livello mondiale della comparsa di questi rettili mesozoici. L'importanza scientifica del giacimento di Agnano è motivata anche dal fatto che tutte le orme qui ritrovate sono state attribuite a specie nuove per la scienza. Il sito di Agnano rappresenta quindi anche la località tipo per diversi taxa.

Il giacimento di Orciano Pisano è noto fin dall'800 per la ricca fauna a vertebrati e invertebrati marini. Notevoli sono i ritrovamenti di mammiferi marini, tra i quali lo scheletro quasi completo della *Pliophoca etrusca* e del delfino *Hemisyntrachelus pisanus*.

Elevato interesse scientifico (8 punti) viene attribuito anche al giacimento di Montopoli, la cui ricca fauna a mammiferi continentali, raccolta essenzialmente nell'800, costituisce una delle «Unità faunistiche» fossili italiane.

Discreto interesse scientifico viene attribuito anche ad altri 8 giacimenti: Ponsano, Cava di S. Frediano e San Giuliano che hanno totalizzato 7 punti; Morrone, Monte Terminetto, Parlascio, Cava di Ponte a Elsa e

Volterra con 6 punti. Questi giacimenti, insieme ad altri 12 che hanno totalizzato un punteggio di 5 punti, si possono considerare d'interesse nazionale.

Tutti gli altri giacimenti censiti hanno un modesto interesse scientifico, avendo totalizzato un punteggio che va da 4 a 1 punto. Si tratta per lo più di accumuli a molluschi plio-pleistocenici d'importanza locale (esempi: Casa S. Lorenzo, Le Piane) e dei siti di ritrovamento di reperti che possono essere anche importanti a livello internazionale, ma che sono isolati (esempi: Casa Nuova, La Vallata).

Riassumendo nella provincia di Pisa sono stati censiti 3 paleositi considerati d'interesse scientifico internazionale, 20 d'interesse scientifico nazionale e 93 d'interesse scientifico locale (Fig. 9).

#### Interesse storico dei Paleositi

Sono stati individuati 45 paleositi che presentano un certo interesse storico (punteggio da 10 a 8). In particolare il maggiore interesse storico è stato osservato in 9 siti (Monti d'Oltre Serchio, Volterra, Orciano Pisano, Montopoli, San Giuliano, Cava S. Frediano, Vallebiaia, Parlascio e Agnano) che hanno totalizzato un punteggio di 10 punti essendo stati tutti segnalati fin dall'800 e citati in molte pubblicazioni scientifiche.

È da notare infine la presenza di 12 paleositi ai quali è stato attribuito un interesse storico nullo, in quanto mai segnalati in passato (Fig. 10).

#### Interesse escursionistico dei Paleositi

Il paleosito che è risultato avere il maggior interesse escursionistico è quello dei Monti di S. Giuliano che ha totalizzato 10 punti. In effetti questo sito soddisfa tutte le condizioni richieste alla valutazione di questo grado d'interesse:

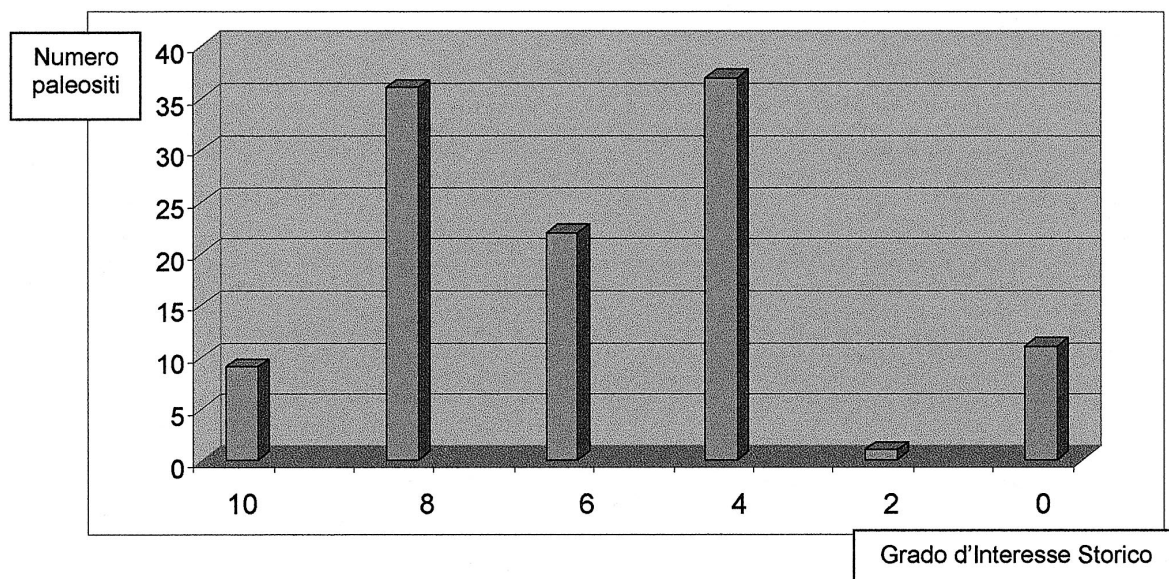


Fig. 10 - Istogramma relativo al grado d'interesse storico dei paleositi.

- esistono percorsi escursionistici (sentieri CAI) che lo attraversano e che permettono di osservare alcuni affioramenti fossili di un certo interesse (ad esempio il sito «a» lungo il sentiero CAI 015 che porta a Casa delle Fate e alla Villa Bosniaski);
  - nell'area del sito si possono osservare altre emergenze naturalistiche (la caratteristica vegetazione a macchia mediterranea, già messa in evidenza da pannellistica lungo alcuni sentieri, e le vicine «grotte delle fate»);
  - in prossimità del sito è presente l'ormai cadente Villa de Bosniaski, appartenuta al cav. Bosniaski, noto personaggio dell'800 che fu tra l'altro un cultore, collezionista e studioso di fossili;
  - il sito, almeno in parte (Monte Castellare), si trova all'interno di un'Area Naturale Protetta di Interesse Locale (A.N.P.I.L.);
  - il sito si trova all'interno di un'area di grande interesse paesaggistico.
- Discreto interesse escursionistico presentano altri paleositi sui Monti Pisani (Monte Terminetto, Agnano, Terra rossa di Agnano, Casa Focetta), alcune grotte (Parignana, Grotta del Leone, Buca dei Ladri) e i siti di Volterra, Ponsano e Torrente Borra-Poggio Riguardio (Fig. 11).

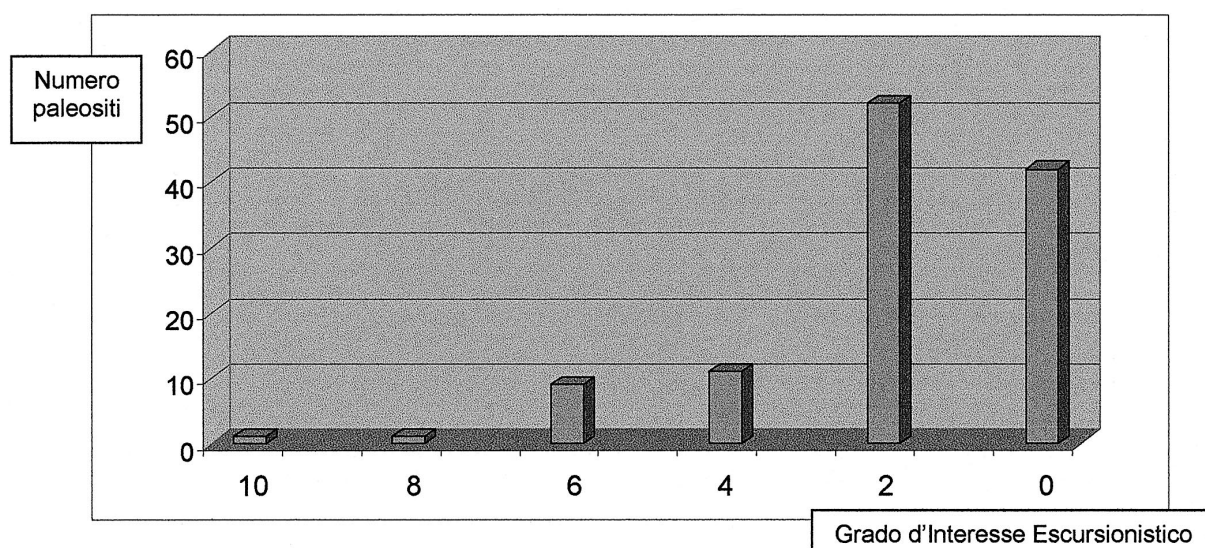


Fig. 11 - Istogramma relativo al grado d'interesse escursionistico dei paleositi.

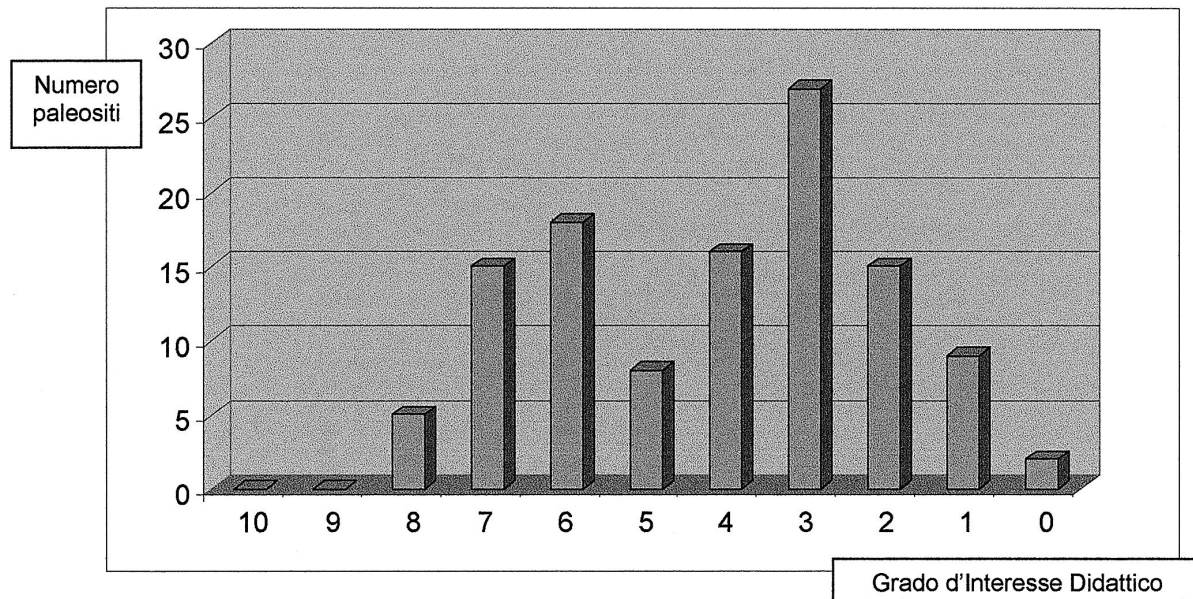


Fig. 12 - Istogramma relativo al grado d'interesse didattico dei paleositi.

### Interesse didattico dei Paleositi

I siti che mostrano maggior interesse didattico (punteggio 8 punti) sono 5: Cava Campani, Canneto, Casa S. Lorenzo, Le Piane e Poggio al Lupo. Si tratta di giacimenti a molluschi plio-pleistocenici in depositi incoerenti (sabbie) o semicoerenti (argille). Benché nessuno di questi giacimenti abbia un elevato interesse scientifico, essi sono senza dubbio quelli a maggior potenzialità didattica: i fossili affiorano, sono abbondanti e si possono prelevare e manipolare senza difficoltà; la

successione geologica è ben esposta ed infine tutti questi giacimenti sono facilmente accessibili. Condizioni simili si osservano anche in altri 13 giacimenti che hanno totalizzato un punteggio di 7 punti. 27 giacimenti molto eterogenei presentano un discreto grado d'interesse scientifico (da 6 a 5 punti), mentre i rimanenti hanno una valenza didattica molto limitata o nulla. Alcuni di essi tuttavia potrebbero essere inseriti in un percorso didattico a più ampia scala che comprenda anche altri paleositi situati in aree limitrofe. Ad

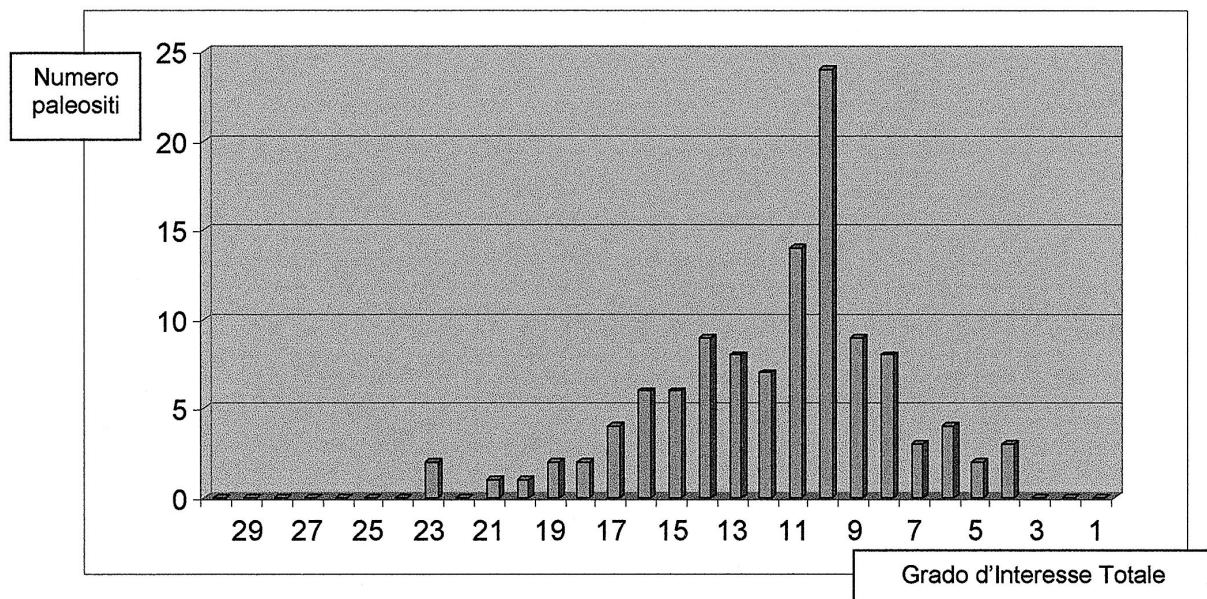


Fig. 13 - Istogramma relativo al grado d'interesse totale dei paleositi.

Tab. 1 - Elenco dei principali paleositi (interesse totale > 10) della Provincia di Pisa e relativi gradi d'interesse parziali e totale. I valori dell'interesse storico ed escursionistico, vengono visualizzati in tabella moltiplicati per due, per essere più facilmente confrontabili con quelli scientifico e didattico.

Codice Paleosito	Nome Paleosito	Comune	Interesse scientifico	Interesse storico	Interesse escursionistico	Interesse didattico	Interesse totale
G0002	Agnano	S. Giuliano Terme	9	10	6	6	23
G0050	Monti di San Giuliano	S. Giuliano Terme	7	10	10	6	23
G0059	Orciano Pisano	Orciano Pisano	9	10	2	6	21
G0062	Volterra	Volterra	6	10	6	6	20
G0010	Parlascio	Casciana Terme	6	10	2	7	19
G0033	Ponsano	Volterra	7	6	6	6	19
G0007	Monte Terminetto	S. Giuliano Terme	6	8	8	4	18
G0055	Montopoli	Montopoli V.A.	8	10	2	4	18
G0003	Morrone	Terricciola	6	4	4	7	17
G0036	Cava di S. Frediano	Lari	7	10	2	6	17
G0081	Montecastello	Pontedera	5	8	2	7	17
G0088	Montacchita	Palaia	5	8	2	7	17
G0006	Podere l'Olmo	Palaia	5	8	0	7	16
G0060	T. Borra-P.gio Riguardio	Casciana Terme	4	8	6	5	16
G0070	Riparbella	Riparbella	4	8	2	7	16
G0071	Guardistallo	Guardistallo	4	8	2	7	16
G0072	Montescudaio	Montescudaio	4	8	2	7	16
G0105	Monti d'Oltre Serchio	Vecchiano	5	10	4	4	16
G0052	Cava Campani	Montopoli V.A.	5	4	0	8	15
G0054	Cava di Ponte a Elsa	S. Miniato	6	4	0	7	15
G0067	Santa Luce	Santa Luce	5	8	2	5	15
G0069	Pieve Santa Luce	Santa Luce	5	8	2	5	15
G0083	Peccioli	Peccioli	5	8	2	5	15
G0113	S. Miniato	S. Miniato	4	8	2	6	15
G0009	Cava le Conche	Vicopisano	4	8	0	6	14
G0011	Monte Passatoio	Buti	4	6	4	5	14
G0016	S. Biagio	Vicopisano	4	4	4	6	14
G0037	Le Piane	Riparbella	4	4	0	8	14
G0038	S. Dalmazio	Pomarance	4	4	4	6	14
G0051	Poggio al Lupo	S. Miniato	4	4	0	8	14
G0056	Triv. Pal.-Montef.-Toiano	Palaia	4	4	2	7	14
G0097	Canneto	S. Miniato	4	4	0	8	14
G0112	Casa S. Lorenzo	Montopoli V.A.	4	4	0	8	14
G0004	Badia di Morrone	Terricciola	4	4	2	6	13
G0024	Pagliana	Fauglia	4	4	2	6	13
G0029	Casa Al Pino	Lari	4	4	2	6	13
G0031	Valle della Sterza	Chianni	4	8	2	4	13
G0039	Pomarance	Pomarance	4	4	2	6	13
G0047	Grotta di Cucigliana	Vicopisano	5	8	2	3	13
G0057	La Sterza	Terricciola	4	4	0	7	13
G0061	Casa Nuova	Orciano Pisano	5	8	2	3	13
G0018	Casa La Croce	S. Giuliano Terme	4	4	4	4	12
G0022	Terra Rossa di Agnano	S. Giuliano Terme	3	8	6	2	12
G0023	Grotta di Parignana	S. Giuliano Terme	4	8	6	1	12
G0025	Poggio La Ripa	Fauglia	4	4	2	5	12
G0064	Poggetto dei Greppioli	Lorenzana	4	8	2	3	12
G0103	Monte Serampoli	S. Maria a Monte	4	4	0	6	12
G0111	Orciatice	Lajatico	3	6	2	5	12
G0019	Vallebiaia	Fauglia	5	10	0	1	11
G0020	La Rocca	Volterra	5	8	2	1	11
G0042	Spuntone di S. Allago	Calci	2	6	4	4	11
G0082	Marti	Montopoli V.A.	4	6	2	3	11
G0090	S. Romano	Montopoli V.A.	4	8	0	3	11
G0092	Agliati	Palaia	3	8	2	3	11
G0093	Pozzaia	Santa Luce	4	8	2	2	11
G0094	Le Cannelle	Santa Luce	4	8	2	2	11
G0095	Casa Rossa	Santa Luce	4	8	2	2	11
G0096	Uliveto	Vicopisano	3	4	4	4	11
G0102	Casciana Terme	Casciana Terme	4	6	0	4	11
G0106	Botro del Ricavo	Santa Luce	4	8	2	2	11
G0110	Casa Focetta	Calci	3	4	6	3	11
G0115	Podere Fogliano	Volterra	4	8	0	3	11



esempio, per valorizzare l'area fossilifera di Orciano Pisano-Santa Luce potrebbe essere realizzato un percorso nel territorio corredato da pannelli esplicativi localizzati in corrispondenza di alcuni siti puntuali di ritrovamento di importanti reperti (esempi: Casa Nuova, Casa Cubbe, Botro del Ricavo). Ovviamente questi siti puntuali considerati separatamente hanno un interesse didattico molto basso.

Da notare che i 3 giacimenti di maggiore interesse scientifico hanno un interesse didattico relativamente modesto: Agnano e Orciano Pisano hanno totalizzato 6 punti e Montopoli solo 4 (Fig. 12).

### Interesse totale dei Paleositi

I paleositi di Agnano e dei Monti di S. Giuliano sono risultati quelli a maggior interesse totale (23 punti su 30). Questi due siti hanno in comune un elevato interesse storico (10 punti) e un interesse didattico non molto alto (6 punti). Il sito di Agnano si contraddistingue per il maggior interesse scientifico (9 punti), mentre invece quello dei Monti di S. Giuliano per un elevato interesse escursionistico. Entrambi i siti insieme ad altri, alcuni dei quali di discreto interesse (M. Terminetto, Cava Le Conche, Monte Passatoio, S. Biagio, ecc.), sono ubicati nei Monti Pisani, un'area di grande interesse naturalistico, turistico e scientifico.

Altri 5 paleositi mostrano un discreto interesse totale (da 21 a 18 punti): Orciano Pisano, Volterra, Parlascio, Monte Terminetto e Montopoli. Si tratta di paleositi molto eterogenei distribuiti in un'ampia superficie del territorio. Tra questi Orciano Pisano e Montopoli si distinguono per l'elevato interesse scientifico.

25 paleositi, con interesse totale compreso tra 17 e 14 punti, riguardano prevalentemente siti di buon interesse didattico ma scarso interesse scientifico. Ne sono un esempio i giacimenti a molluschi delle Piane, Poggio al Lupo e Cava Campani. Fanno eccezione i siti dei Monti d'oltre Serchio, Santa Luce, Pieve S. Luce, Torrente Morra, Monte Passatoio e Peccioli che mostrano un interesse prevalentemente storico.

52 paleositi, con interesse totale compreso tra 13 e 10 punti spiccano solo per una discreta importanza didattica (essenzialmente giacimenti a molluschi) o storica (prevalentemente siti dove sono stati ritrovati, in tempi storici, interessanti fossili isolati).

I rimanenti 29 siti hanno un modesto interesse totale (da 9 a 4 punti) (Fig. 13).

## CONCLUSIONI

Il data base, le schede html e la carta digitale dei paleositi sono stati gli strumenti attraverso i quali è stata definita la natura e la consistenza del patrimonio paleontologico pisano presentato in questo lavoro.

Natura e consistenza sono strettamente connesse allo sviluppo dei processi geologici, ecologici, climatici e antropici che a diversa scala (generale e locale) hanno contribuito e contribuiscono all'evoluzione territoriale e ne hanno determinato l'attuale impronta paleontologica. In questo lavoro abbiamo inteso il Patrimonio paleontologico nella sua accezione più ampia e moderna, non

solo quindi come bene storico-scientifico ma anche come bene culturale e sociale. La sua fruizione non risulta così circoscritta alla sola comunità scientifica, ma viene condivisa con l'intera collettività.

Al fine dunque di generare modelli conoscitivi idonei per una moderna gestione di tale patrimonio (ricerca, protezione, valorizzazione, ecc) rivolti ad una più ampia e diversificata utenza, si è reso necessario caratterizzare ogni suo specifico «bene» (reperto e/o sito) attraverso la compilazione di una scheda di qualità, definita secondo precisi parametri che tengano conto delle sue diverse potenzialità e della sua diversa destinazione d'uso.

Al patrimonio paleontologico pertanto abbiamo riconosciuto un valore intrinseco (storico e scientifico), determinabile sia a livello di singolo reperto che a livello di «località fossilifera» (sito, area, formazione, ecc.) ed un valore estrinseco riferibile alla valenza culturale e sociale del bene (reperto e/o località).

Ogni «bene» è stato così caratterizzato, per ogni singolo valore, in base alla comparazione con una scala di valutazione standardizzata.

L'insieme dei codici dei singoli beni ha determinato l'espressione qualitativa del patrimonio paleontologico del territorio.

Riteniamo che questo concetto di espressione qualitativa del patrimonio debba assumere un significato dinamico, potendo variare in relazione al valore considerato (importanza scientifica, escursionistica, didattica), in relazione alla tipologia di fruizione (scientifica, didattica, ecc.) o in funzione del modello di gestione applicato.

Così ad esempio un sito molto importante scientificamente può, per le sue condizioni di giacitura, collocazione e conservazione, essere scarsamente fruibile per applicazioni sul piano culturale e didattico, mentre al contrario siti di più limitato interesse scientifico possono, in sede di programmazione territoriale, assumere una elevata importanza didattica e/o escursionistica. La proposta di codificazione del patrimonio paleontologico, attraverso degli standard di qualità, rappresenta l'aspetto innovativo del lavoro. A differenza dei valori intrinseci, facilmente valutabili sulla base di standard già noti (es. progetto Geosites), la codificazione dei valori estrinseci viene qui presentata in via sperimentale. Siamo consapevoli che per poter giungere ad una sua formalizzazione si rendono necessarie nuove applicazioni in altri contesti territoriali.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano E. Cioppi (Museo di Geologia e Paleontologia, Università di Firenze), M. Delfino, M. Ferretti, P. Mazza, L. Rook, (Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze), C. Nocchi, C. Sorbini, e M. Tongiorgi (Museo di Storia Naturale e del Territorio, Università di Pisa), R. Mazzanti, L. Ragaini e G. Zanchetta (Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Pisa) e tutte le altre persone che hanno fornito preziose informazioni sui reperti fossili e sulla geologia del territorio pisano.

Per la realizzazione di questo progetto è stato determinate il supporto di tutto lo staff del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Pisa ed in particolare di A. Pieraccini che ha curato la realizzazione della struttura del database e della carta digitale, e di E. Siddi, che ha elaborato le carte geologiche per le indagini sul territorio.

Si ringraziano inoltre L. Volpicelli, G. Bracci e G. Testa della Provincia di Pisa che hanno promosso e sostenuto la realizzazione di questo progetto.

La ricerca è stata svolta con il contributo finanziario della Provincia di Pisa.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bianucci G., Landini W., Masoni M., Testa G., 2003. Paleontological sites using GIS and an informatised database: an application in the Province of Pisa (Italy): 4th European Congress of Regional Geoscientific Cartography and Information System, Giugno 2003, Bologna. Abstracts: 464-465.
- Cleal C.J., Thomas B.A., 1997. A provisional list of geosites for Carboniferous palaeobotany. *Carboniferous Newsletter* 15: 32-33.
- Harley M., 1999. RIGS, un progetto regionale per la salvaguardia dei siti geologici/geomorfologici. In: Poli G. (ed.), *Geositi, Testimoni del tempo*. Regione Emilia Romagna: 64-68.
- Meléndez G., Soria-Llop C., 1999. Paleontological site conservation in Spain: III International Meeting ProGEO, on Conservation of the Geological Heritage, Madrid, November 1999.
- Peloso G., 1999. La tutela dei beni paleontologici in Italia: un paradosso legislativo superato. *Geoitalia* 4: 45-48.
- Poli G., 1999a. Geosites - An IUGS initiative: Science supported by conservation. *Geoitalia* 4: 40-43.
- Poli G., 1999b. L'identificazione e la selezione dei siti geologici, una priorità per la geoconservazione. In: Poli G. (ed.), *Geositi, Testimoni del tempo*. Regione Emilia Romagna: 52-63.
- Poli G., Benton M.J., Bevins R.E., Black G.P., Bridgland D.R., Cleal C.J., Cooper R.G., May V.J., 1995. The development of a British methodology for selection of geological sites for conservation. Part 1. *Modern geology* 20: 159-210
- Wimbledon W.A.P., 1996. Geosites - a new conservation initiative. *Episodes* 19: 87-88.
- Wimbledon W.A.P., 1999a. Geosites - An IUGS initiative: Science supported by conservation. *Geoitalia* 4: 40-43.
- Wimbledon W.A.P., 1999b. L'identificazione e la selezione dei siti geologici, una priorità per la geoconservazione. In: Poli G. (ed.), *Geositi, Testimoni del tempo*. Regione Emilia Romagna: 52-63.
- Zarlenga F., 1999. Stato dell'arte e tendenze evolutive della protezione dei siti geologici in Europa. In: Poli G. (ed.), *Geositi, Testimoni del tempo*. Regione Emilia Romagna: 88-99.

(ms. pres. il 3 giugno 2004; ult. bozze il 28 settembre 2004)