



Regione Siciliana
Assessorato Beni Culturali ed Ambientali e della Pubblica Istruzione
Dipartimento Beni Culturali ed Ambientali ed Educazione Permanente
Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro



SCIENCE SCIENZA E AND PATRIMONIO CULTURAL CULTURALE HERITAGE NEL IN THE MEDITERRANEO MEDITERRANEAN AREA

Diagnostica e Conservazione
esperienze e proposte
per una Carta del Rischio

LA MATERIA
E I SEGNI
DELLA STORIA

III

Atti del terzo
Convegno
internazionale
di Studi



Centro Regionale per la Progettazione ed il Restauro
e per le Scienze Naturali ed Applicate ai Beni Culturali

Scienza e Patrimonio Culturale nel Mediterraneo

DIAGNOSTICA E CONSERVAZIONE
ESPERIENZE E PROPOSTE PER UNA CARTA DEL RISCHIO

Atti del III convegno internazionale di studi
La materia e i segni della storia
Palermo 18-21 ottobre 2007

REGIONE SICILIANA

Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali e della Pubblica Istruzione
Dipartimento Beni Culturali ed Ambientali ed Educazione Permanente

Palermo

SCIENZA E PATRIMONIO CULTURALE NEL MEDITERRANEO

DIAGNOSTICA E CONSERVAZIONE ESPERIENZE E PROPOSTE PER UNA CARTA DEL RISCHIO

I quaderni di Palazzo Montalbo n 15-Atti del III convegno internazionale di studi "La materia e i segni della storia"

Collana di: *Studi, Indagini ed Interventi per la Conservazione del Patrimonio Culturale*

Convegno internazionale di studi La materia e i segni della storia <3.; 2007 ; Palermo>

Scienza e patrimonio culturale nel Mediterraneo : diagnostica e conservazione : esperienze e proposte per una Carta del rischio : atti del 3. Convegno internazionale di studi per La materia e i segni della storia : Palermo, 18-21 ottobre 2007. - Palermo : Regione siciliana, Assessorato dei beni culturali, ambientali e della pubblica istruzione, Dipartimento dei beni culturali, ambientali e dell'educazione permanente, 2009.

(I quaderni di Palazzo Montalbo ; 15)

ISBN 978-88-6164-086-3

1: Patrimonio culturale - Conservazione - Paesi mediterranei - Congressi - Palermo - 2007.

363.69 CDD-21

SBN Pal0217454

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© 2009 Regione siciliana. Assessorato dei Beni Culturali, Ambientali e della Pubblica Istruzione -

Dipartimento dei Beni Culturali, Ambientali e dell' Educazione Permanente -

Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro e per le Scienze Naturali ed Applicate ai Beni Culturali

www.regione.sicilia/benicul/centrest.it crpr.area@regione.sicilia.it

Coordinamento di redazione

Guido Meli

Redazione

Adalgisa Aloisi, Marida Di Ferro, Domenica La Manna, Elena Lentini, Gioacchino Mangano, Salvatore Mineo.

crpr.uo1@regione.sicilia.it

Cura degli Atti

Domenica La Manna, Elena Lentini,

Progetto grafico

Gioacchino Mangano

Segreteria amministrativa

Andrea Fasulo, Rosalia Polizzi

Allegato DVD

Impaginazione ed edizione

Priulla s.r.l. - Palermo

Stampa e legatura

Priulla s.r.l. - Palermo

Stampa su concessione della Regione Siciliana - Assessorato Regionale BB.CC.AA. e P.I. - Centro Regionale per la Progettazione ed il Restauro e per le Scienze Naturali ed Applicate ai Beni Culturali- Palermo

INDAGINI ARCHEOPALINOLOGICHE IN SICILIA TAORMINA, PIAZZA ARMERINA E MOZIA

Francesca Terranova, Carla Alberta Accorsi, Marta Bandini Mazzanti, Anna Maria Mercuri, Paola Torri, Elisabetta Manicardi, Maria Chiara Montecchi, Linda Olmi, Rossella Rinaldi, Arcangela Valenti, Francesco Benassi, Patrizio Pensabene, Sebastiano Tusa

ABSTRACT

284

Recently, the Bio-archaeological Laboratory of the CRPR, considering the importance of Archaeopalynology to improve the scientific knowledge on the Sicilian archaeological sites, has set up a steady collaboration with the Laboratory of Palynology and Palaeobotany of the University of Modena and Reggio Emilia. Three sites of different age and location are currently under investigation for pollen. So far some preliminary information has been obtained on the natural and cultural landscape of the involved areas, as well as on the times. The first study concerns the Ancient Theatre of Taormina. Two cores sampled inside the theatre were analyzed for pollen. Based on pollen spectra, two reconstructions of the landscape (in the Greek-Roman times and in subsequent, pre-recent times) were drawn. Moreover a list of plants for the design of an "archaeobotanical garden", and suggestions for the green architecture were inferred from pollen assemblages: *Acanthus*, *Rosa* for flowerbeds; *Buxus*, *Crataegus*, *Myrtus* for hedges, and a number of other trees/shrubs which were evidence of their growing to have edible fruits (*Castanea*, *Juglans*, *Olea*, *Prunus*, *Vitis*), or their use for decoration or their presence in the natural woody cover (*Cupressus/Juniperus*, *Quercus ilex*, *Pinus*, *Populus*, *Platanus*). The second study concerns the submerged road of Motya. It connected the island of Motya, Phoenician colony, to Birgi headland on the northern coast, and also probably led to land devoted to fields and pastures. Seven cores were sampled about one meter under the water level, near the point where the road joins the island. Pollen analysis, in progress, are mainly showing a patchwork of natural and cultural landscape featured by Mediterranean evergreen trees/shrubs (*Chamaerops*, *Cistus*, *Myrtus*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Phillyrea*, *Pistacia lentiscus*), olive groves, cereal fields, pastures and waste ground (*Olea*, *Hordeum* gruppo, *Avena-Triticum*-gruppo, Gramineae, *Plantago*, *Rumex*, *Parietaria*, *Urtica*), near the sea (cf. *Salsola*, cf. *Suaeda*, *Limonium*). Some changes in the flora/vegetation pattern and pollen concentration/preservation suggest that in the past the road was sometimes emerged, and that the human impact in the surroundings of the road varied. The third study concerns the Mediaeval settlement of Piazza Armerina. Pollen indicated a cultural hilly landscape of the Mediterranean area (*Olea*, *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea*, *Myrtus communis*, plus various broadleaves and some conifers (*Quercus pubescens* s.l., *Castanea*, *Juglans*, *Morus*, *Prunus*, *Abies*, *Pinus Janiperus*), a long list of herbs with abundant Cichorioideae and Gramineae, some cereals and vegetable) near a river (*Alnus*, *Nerium*, *Populus*, *Salix*, *Alisma*, cf. *Hottonia*, *Nymphaea*, *Potamogeton*, *Typha*). During the I phase (10th - 12th century AD), a quite thick forest cover characterized both the natural and the cultural landscape. In the II phase (12th century AD), there was a notable deforestation and pastures spread.

INTRODUZIONE

I granuli pollinici e le spore delle peridofite, prodotti dalla piante in quantità, pur con una grande variabilità dovuta a vari fattori, trasportati dal vento o da altri vettori, raggiungono il suolo sotto forma di pioggia pollinica, costituita in massima parte dalla vegetazione del luogo e dintorni, in misura minore da quella regionale e in minima parte da apporti lontani, talora anche molto lontani.

Nella pioggia pollinica prevale il polline delle piante anemofite, prodotto in quantità più rilevante, mentre il polline trasportato da altri agenti, ad esempio insetti, è in sottordine.

A terra, i granuli pollinici e le spore vengono via via inglobati in un substrato (sedimento, suolo, strato archeologico o altro) e lì, se sussistono le condizioni idonee, si conservano per lungo tempo grazie alle sporopollenine, polimeri complessi tra i più resistenti del mondo organico, che caratterizzano l'esina, strato esterno (tipicamente) dello sporoderma, la parete dei pollini e delle spore.

Si comprende quindi come una sequenza di sedimenti o un profilo di suolo formati durante un certo arco di tempo, o una sequenza di strati antropici accumulatisi in un abitato costituiscano un archivio in grado di documentare le vicende della vegetazione circostante.

Nei contesti archeologici la deposizione della pioggia pollinica naturale si mescola a una componente pollinica complessa originata dalla frequentazione degli umani e dalle loro attività.

La deposizione e l'inclusione del polline e delle spore nel deposito si discosta perciò da quanto tipicamente si verifica in natura in assenza di disturbo antropico.

Ciò nonostante, l'Archeopalynologia, cioè la palinologia applicata all'Archeologia, grazie a metodologie di campionamento e interpretazione dei dati specifici di questa disciplina, è oggi uno dei mezzi chiave per la conoscenza dei contesti culturali del passato e quindi per la valorizzazione delle aree archeologiche.

Ed è certamente il principale mezzo per ricostruire il paesaggio vegetale del Sito. Con questa consapevolezza, il laboratorio di indagini bioarcheologiche del CRPR ha messo in atto una collaborazione con il Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica dell'Università di Modena e

Reggio Emilia, ed ha avviato indagini in Siti di varia cronologia e localizzazione.

Fino ad ora sono stati svolti studi e ottenute prime informazioni utili alla ricostruzione dei paesaggi e dei contesti culturali in aree di notevole importanza archeologica, quali Teatro Antico di Taormina, Villa Romana del Casale e abitato medievale di Piazza Armerina e, con la collaborazione della Soprintendenza del Mare, strada fenicio-punica di Mozia.

MATERIALI E METODI

Nei siti indagati sono stati eseguiti campionamenti archeopollinici applicando metodologie differenti.

Al Teatro Antico di Taormina sono state utilizzate per le indagini palinologiche le carote che un carotatore meccanico ha prelevato, in verticale, dal piano di campagna, per le indagini geognostiche eseguite dal Centro Regionale Progettazione e Restauro nell'ambito del progetto Carta del Rischio del Patrimonio Ambientale e Culturale della Regione Sicilia.

A Mozia, nel corso dell'indagine archeologica condotta nel 2005 sulla strada sommersa, sono state prelevate sette carote di sedimento con carotatori manuali. All'abitato medievale di Piazza Armerina, portato alla luce nel corso delle recenti indagini archeologiche, sono stati prelevati numerosi campioni, per lo più lungo sequenze esposte,

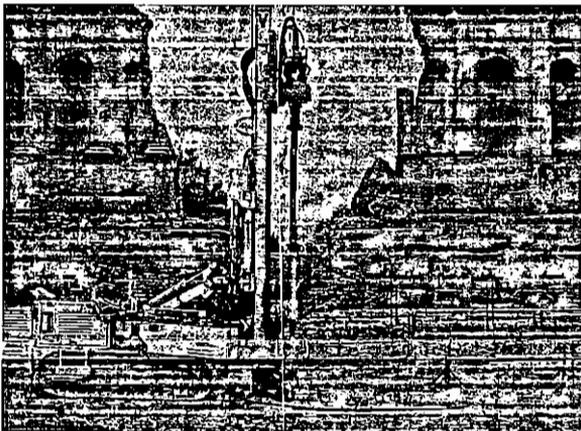


Fig. 1 Teatro Antico di Taormina: prelievo con carotatore meccanico.

ripulite al momento del campionamento, utilizzando tubi in acciaio a becco di flauto e siringhe.

Stessa metodologia è stata applicata per le indagini archeopalinologiche alla Villa Romana del Casale, propedeutiche all'intervento di recupero e conservazione della Villa diretto dall'arch. Guido Meli. (fig.3)

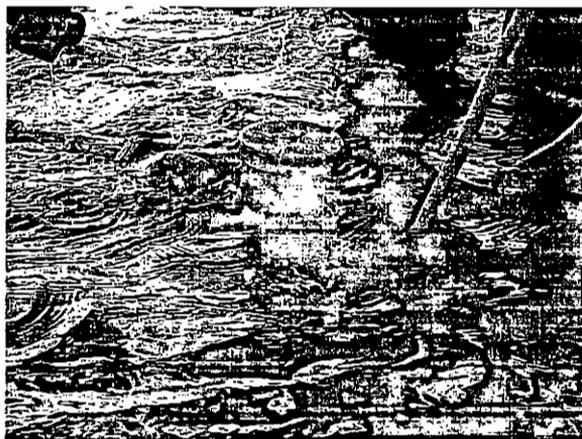


Fig. 2 Strada sommersa di Mozia: prelievo dei campioni



Fig.3 Villa del Casale (saggio IV): prelievo dei campioni.

Oltre ai campioni archeopalinologici, nei siti di Taormina e di Piazza Armerina, sono stati prelevati alcuni cuscinetti muscinali dislocati nel sito, per la valutazione della pioggia pollinica "attuale" utile all'interpretazione di quella "passata".

I muschi infatti sono delle vere e proprie "trappole polliniche": essi catturano la pioggia pollinica attuale e offrono un ambiente idoneo alla conservazione dei granuli pollinici e delle spore.

Estraendo i granuli che in essi sono rimasti "intrappolati" è possibile valutare l'immagine pollinica del paesaggio vegetale attuale del Sito e confrontarla con i paesaggi che lo hanno caratterizzato nel passato, ricostruiti in base ai pollini e spore estratti dai substrati archeologici. In laboratorio, dalle carote o dai campioni prelevati in campagna, sono stati estratti subcampioni di sedimento, di volume idoneo, da destinare alle analisi.

Tutti i subcampioni sono stati trattati applicando un metodo importato dall'Istituto delle Scienze della Terra, Vrije Universiteit Amsterdam (Lowe ed altri. 1996) sintetizzato come segue. Circa 10-15 g di sedimento sono stati trattati con Na-pirofosfato, filtrati (maglie del filtro = 7 µm), trattati con HCl al 10%, acetolizzati per circa 10 minuti, arricchiti con liquido pesante (idrato Na-metaungstato), poi trattati con HF al 40%. Successivamente, dopo lavaggio con etanolo al 98% e aggiunta di glicerolo, sono stati asciugati in stufa. Con il residuo, incluso in gelatina glicerinata, sono stati preparati vetrini permanenti lutati con paraffina.

Per calcolare le concentrazioni del polline sono state aggiunte, prima del trattamento, spore di *Lycopodium*. Le concentrazioni sono state espresse come numero di granuli pollinici/spore per grammo (p/g).

L'analisi pollinica è stata effettuata al microscopio ottico (ad ingrandimenti di 400x e 1000x). L'identificazione dei granuli pollinici e delle spore è stata effettuata con l'ausilio dei correnti atlanti e chiavi polliniche (Faegri e Iversen 1989; Moore ed altri. 1991; Reille 1992, 1995, 1998) e della Palinoteca, la collezione pollinica di confronto.

I dati della analisi sono stati elaborati utilizzando il software Tilia 2.0 e TGView, per redigere diagrammi pollinici percentuali.

L'INDAGINE AL TEATRO ANTICO DI TAORMINA

Le indagini palinologiche al Teatro Antico di Taormina, costruito in epoca ellenistica e poi ampliato in età romana, sono state finalizzate specialmente alla conoscenza della flora che ha caratterizzato il luogo durante la vita del teatro con lo scopo di fornire, su base scientifica, una lista floristica utile alla realizzazione di un giardino archeobotanico, che fornisca al Teatro una cornice verde coerente con la sua storia. Le indagini sono state di una certa complessità. Infatti i dati stratigrafici forniti dalle indagini geognostiche, hanno mostrato per l'area del Teatro la presenza di depositi sostanzialmente costituiti da roccia e da terreno di riporto, rimaneggiato quindi, come tali, non ideali per l'analisi pollinica.

Tuttavia, data l'importanza del Sito e il conseguente forte interesse ad avere qualche informazione sulle piante che hanno accompagnato il Teatro nella sua storia, e dato che nei depositi era comunque presente del limo sabbioso con potenzialità di un contenuto pollinico sufficiente per l'analisi, è stato ritenuto opportuno effettuare l'indagine. Lo studio è stato condotto sui primi 10 metri di due carote estratte rispettivamente al centro dell'*orchestra*, Ta-Or-Orchestra e dietro la *scaena*, Ta-Sc-scaena.

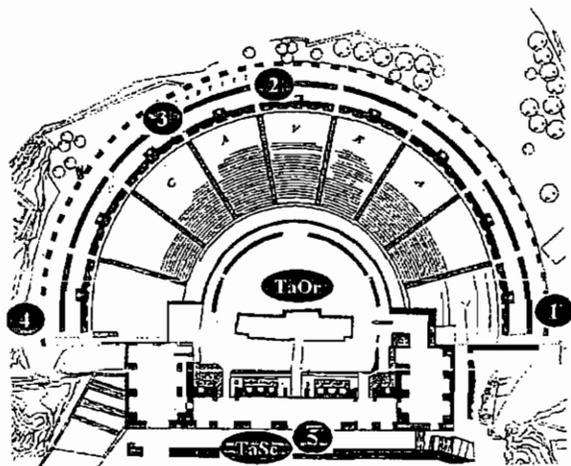


Fig.4 Pianta del teatro e punti di campionamento: i numeri si riferiscono ai prelievi dei cuscinetti muscinali.

Dalle due carote sono stati prelevati 31 subcampioni: 19 da TaOr-orchestra (da 960 a 20 cm.) e 12 da TaSc-scaena (da 980 a 80 cm.)

Tra i subcampioni analizzati, 14 hanno rivelato una concentrazione discreta, dell'ordine di 10^3 , ed è stato possibile contare in media circa 300 granuli per subcampione. Negli altri, a causa della concentrazione molto bassa, è stato necessario sommare il contenuto pollinico di due campioni vicini per poter redigere gli spettri pollinici.

I reperti presentavano uno stato di conservazione variabile, spesso non buono, con esine assottigliate o rotte, ma comunque tale da permettere usualmente l'identificazione. La flora pollinica delle due carote è risultata abbastanza simile: 123 taxa in TaOr e 128 taxa in TaSc, con 65% di taxa comuni.

Tra le erbacee prevalgono Gramineae, Cichorioideae, Asteroideae, Cyperaceae e Chenopodiaceae, seguite da Caryophyllaceae, Cruciferae, Rosaceae.

Le Cichorioideae sono assai rappresentate, soprattutto in TaSc. Alte presenze di queste Composite sono frequenti nei siti archeologici e si correlano ad attività antropiche o alla presenza di depositi calcarei.

Le piante legnose sono rappresentate soprattutto da querce decidue fr. pedunculata - *Quercus*, pini - *Pinus* e olivo - *Olea*, accompagnate da querce sempreverdi - *Quercus ilex* tipo e platano - *Platanus*.

Tra gli alberi da frutto sono stati identificati pollini di Pruno - *Prunus*, castagno - *Castanea* e noce - *Juglans*. La Vite - *Vitis* è presente in tracce. Il polline del tipo *Juniperus* è sembrato riferibile per morfologia a *Cupressus* cfr. *sempervirens*.

Tra gli arbusti sono da notare il bosso - *Buxus* e il mirto-

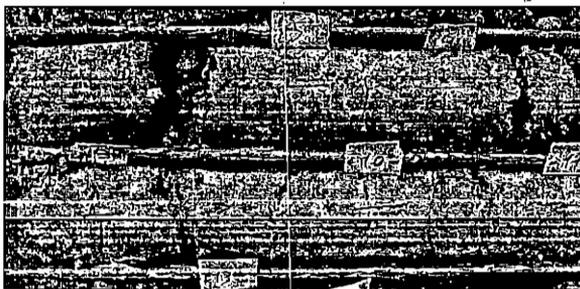


Fig. 5 Carote prelevate al teatro Antico di Taormina - particolare.

POLLEN FLORA

Trees - Shrubs - Lianas

Aceraceae (*Acer campestre* t.); Anacardiaceae (*Pistacia*); Apocynaceae (*Nerium oleander*); Aquifoliaceae (*Ilex* t.); Betulaceae (*Ainus*, *Betula*); Buxaceae (*Buxus*); Cannabaceae (*Humulus* cf.); Capparaceae (*Capparis* cf.); Caprifoliaceae (*Sambucus nigra*, *Viburnum* cf.); Cistaceae (*Cistus* cf., *Helianthemum*); Corylaceae (*Carpinus betulus*, *Corylus*, *Ostrya carpinifolia*/*Carpinus orientalis* t.); Cupressaceae (*Cupressus* cf.; *Juniperus* t. including *Juniperus* and *Cupressus*); Dioscoreaceae (*Tamus communis*); Ephedraceae (*Ephedra fragilis* t.); ERICACEAE; Fagaceae (*Castanea*, *Fagus*, *Quercus ilex* t., *Quercus* cf. *pedunculata*, deciduous *Quercus*); Hippocastanaceae (*Aesculus*); Juglandaceae (*Juglans*); Leguminosae (*Cytisus* cf., *Genista* cf.); Liliaceae (*Smilax* cf.); Moraceae (*Ficus* cf.; *Morus nigra*); Myrtaceae (*Myrtus*); Oleaceae (*Fraxinus* cf. *excelsior*, *F. cf. ornus*; *F.* undiff.; *Jasminum* cf.; *Ligustrum*; *Olea*, *Phillyrea*; *Oleaceae* undiff.); PALMAE; Pinaceae (*Abies*, *Cedrus*, *Picea*, *Pinus*); Platanaceae (*Platanus*); Rutaceae (*Citrus*); Ranunculaceae (*Clematis*); Rhamnaceae (*Ziziphus*); Rosaceae (*Crataegus*, *Prunus*, *Rosa*); Salicaceae (*Populus*, *Salix*); Tamaricaceae (*Tamarix*); Taxaceae (*Taxus*); Ulmaceae (*Ulmus*); Vitaceae (*Vitis*).

Herbs

Acanthaceae (*Acanthus* cf.); Alismataceae (*Sagittaria*); Boraginaceae (*Echium*, *Symphytum*); Callitricaceae (*Callitriche*); Campanulaceae (*Campanula* t.); Cannabaceae (*Cannabis* cf.); Caryophyllaceae (*Cerastium* t., *Paronychia* cf., *Spergularia* cf.); Chenopodiaceae (*Beta* cf., *Chenopodiaceae* undiff.); Compositae (*Ambrosia* t., *Anthemis* t., *Antemisia*, *Aster* t., *Carthamus* cf., *Centaurea nigra* t., *Centaurea cyanus* t., *Centaurea* undiff., *Cirsium*, *Asteroidae* undiff., *Cichorioideae*); Convolvulaceae (*Convolvulus*); Crassulaceae (*Sedum* t.); Cruciferae (*Horungia* t., *Matthiola*, *Sinapis* t., *Cruciferae* undiff.); CYPERACEAE; Euphorbiaceae (*Euphorbia*, *Mercurialis*); Gramineae (*Avena*/*Triticum* gr., *Glyceria*, *Panicum* cf., *Hordeum* gr., *Phragmites* cf., *Gramineae* undiff.); Guttiferae (*Hypericum* cf.); Hydrocharitaceae (*Hydrocharis* cf.); Juncaceae (*Juncus* cf.); Labiatae (*Mentha* t., *Stachys*, *Teucrium*); Leguminosae (*Dorycnium* cf., *Lotus* t., *Medicago sativa*, *Melilotus* cf., *Onobrychis* t., *Trifolium*, *Vicia*, *Leguminosae* undiff.); Lemnaceae (*Lemna*); Liliaceae (*Allium* t., *Asphodelus*, *Liliaceae* undiff.); Malvaceae (*Malva* t.); Nymphaeaceae (*Nymphaea alba* t.); ORCHIDACEAE; Papaveraceae (*Papaver*); Plantaginaceae (*Plantago* cf. *afra*, *Plantago maior*, *Plantago* undiff.); Plumbaginaceae (*Armeria* cf.); Polygonaceae (*Polygonum aviculare* t., *Rumex*); Primulaceae (*Anagallis*, *Hottonia palustris*, *Primulaceae* undiff.); Potamogetonaceae (*Potamogeton* cf.); Ranunculaceae (*Ranunculus* t., *Thalictrum*, *Ranunculaceae* undiff.); Resedaceae (*Reseda lutea* t.); Rosaceae (*Filipendula*, *Potentilla* t., *Sanguisorba*, *Rosaceae* undiff.); Rubiaceae (*Galium* t.); Saxifragaceae (*Saxifraga granulata* t.); Scrophulariaceae (*Linaria* t., *Rhinanthus* t., *Verbascum* cf., *Veronica* t., *Scrophulariaceae* undiff.); Solanaceae (*Solanum*); Typhaceae/Sparganiaceae (*Typha*/*Sparganium*); Umbelliferae (*Daucus*, *Umbelliferae* undiff.); Urticaceae (*Urtica dioica* t., *Urtica* cf. *pilulifera*); Valerianaceae (*Valeriana*); Verbenaceae (*Verbena*); Zygophyllaceae (*Tribulus* cf.).

cf. = confront; t. = type; gr. = group; undiff. = undifferentiated

Tav. 1 Flora pollinica - lista.

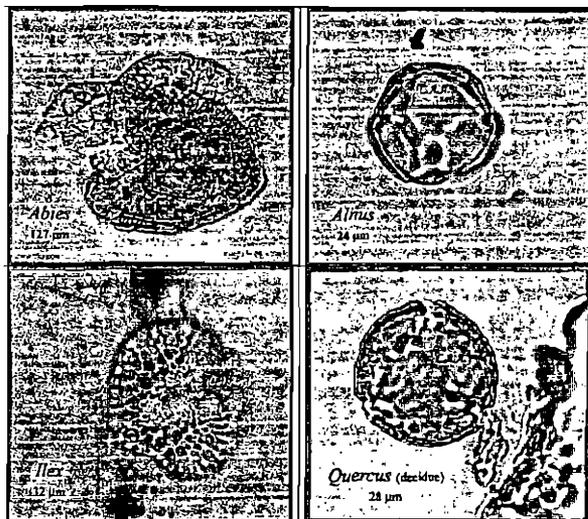
Myrtus. Le piante igrofile ed idrofile, meglio rappresentate in TaOr che in TaSc, includono sia erbacee come la ninfea-*Nymphaea*, la lisca-*Typha* e il giunco-*Juncus*, sia alberi e arbusti come l'ontano-*Alnus*, il pioppo-*Populus* e il salice-*Salix*.

Nel diagramma di TaOr-orchestra sono riconoscibili due zone polliniche: TaOrA, inferiore costituita da materiale non rimaneggiato e TaOrB, superiore, costituita da materiali rimaneggiati.

Nella zona inferiore, TaOr A (940-640 cm), le piante legnose hanno valori relativamente alti e sono caratterizzate da querce decidue e pini, la ninfea è assente e le Cichorioideae sono meno rappresentate.

Nella zona superiore, TaOrB (640-20 cm), le Cichorioideae hanno valori alti e sono ben rappresentati le querce sempreverdi, il platano e alberi da frutto. Alla profondità di 590, cm il 46% del polline è rappresentato da *Nymphaea*.

Nella parte alta, *Olea* ha un notevole aumento e sono presenti pollini riferibili ai cereali (Orzo-*Hordeum* gruppo e Avena-frumento-*Avena/Triticum* gruppo).



Tav. 2 Taormina, teatro Greco-Romano: granuli pollinici rinvenuti nei campioni del Sondaggio al Centro dell'Orchestra (Fotografie: C.A. Accorsi).

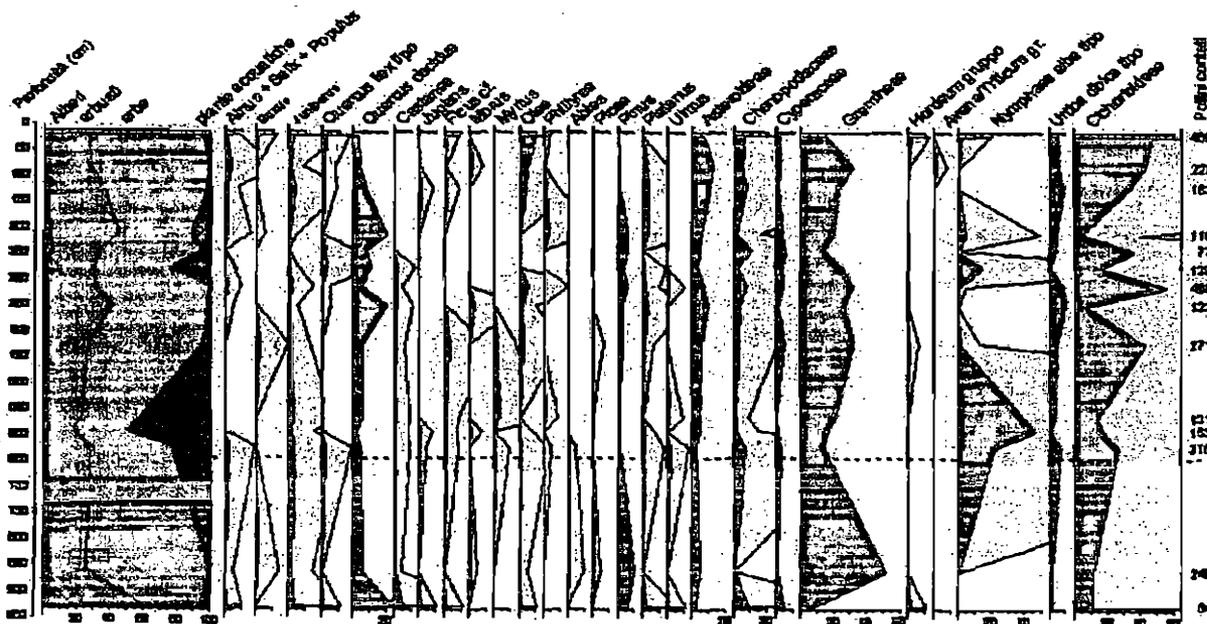


Fig.6 Diagramma di TaOR-orchestra.

Le due zone testimoniano dunque due differenti paesaggi. La zona TaOrA testimonia una maggiore forestazione, con una vegetazione più mesofila in cui spiccano le querce decidue, il pino e l'olmo. Nell'interpretazione di questa zona è stata fatta l'ipotesi che si tratti di assemblaggi pollinici inclusi in sedimenti che hanno riempito cavità-microcavità della roccia calcarea, e che siano da riferire ai tempi iniziali della vita del teatro.

La zona superiore, TaOrB, mostra una vegetazione più termofila, con querce sempreverdi e alberi da frutto. Nella sua parte alta, la maggiore influenza antropica è testimoniata da una maggiore diffusione di coltivazioni (cereali e olivo). Un ritrovamento su cui merita di essere fermata l'attenzione è quello di alte percentuali di ninfea *Nymphaea alba*, a 590 cm. di profondità, circa 50 cm. sopra la zona TaOr-A.

Il polline di questa pianta acquatica, che richiede acqua ferma e poco profonda ed è considerata estinta in Sicilia, non è frequente nei depositi e la sua presenza in grandi quantità indica la crescita nelle immediate vicinanze. Abbiamo quindi avanzato l'ipotesi che questo polline abbia avuto la sua deposizione primaria in un ambiente d'acqua dolce, lungo un fiume o in uno stagno dove le ninfee vivevano e che in seguito, sia arrivato nel luogo del teatro perché il limo in cui esso era inglobato è stato lì trasportato e utilizzato per livellare l'area dell'orchestra.

Non ci sono elementi per identificare il luogo di provenienza del limo; la vicinanza alla foce dell'Alcantara, lascia supporre che possa provenire da tale area.

Nel diagramma di TaSc-scaena totalmente derivante da materiale rimaneggiato, sono riconoscibili due zone polliniche: TaScA inferiore e TaScB superiore, che potrebbero corrispondere a due fasi di arrivo del materiale nel sito. La zona inferiore mostra valori più alti di *Pinus* e *Juniperus* e più bassi di Cichorioideae e *Olea*.

Dal punto di vista vegetazionale, pur con le cautele imposte dalla problematicità del materiale in esame, si può dire che la zona pollinica inferiore di Tao-Or testimonia formazioni più mesofile, con una maggior forestazione, mentre la zona pollinica superiore presenta un paesaggio caratterizzato da una maggior estensione di aree aperte e caratteri di maggior termofilia e aridità. I cuscinetti muscinali raccolti nell'ambito del teatro hanno mostrato un contenuto pollini-

co alto, dell'ordine di 105, e granuli in buono/ottimo stato di conservazione. Negli spettri pollinici da essi ottenuti spicca l'abbondanza di alberi e arbusti (80% in media) tra i quali prevalgono l'olivo-*Olea* e il Ginepro-*Juniperus* tipo che include qui varie Cupressacee. Un carattere speciale, che differenzia tali spettri da quelli del passato ottenuti dalle due carote, è la presenza di polline di specie esotiche (ad es. *Acacia*, *Ailanthus*, *Casuarina*, *Citrus*, *Eucalyptus*). Lo studio, pur svolto su materiale non ideale, ha fornito elementi di risposta ai due quesiti principali che facevano da sfondo all'indagine:

1) A quali tempi si riferiscono i dati pollinici?

La zona pollinica A del diagramma di TaOr-Orchestra, ottenuta da campioni che stanno stratigraficamente al di sotto del deposito rimaneggiato, mostra un paesaggio vegetale di chiara età olocenica, relativamente mesofilo e non molto antropizzato. Essa potrebbe testimoniare sedimenti infiltratisi in cavità e microcavità della roccia calcarea nei primi tempi della vita del Teatro, cioè in tempi classici, Greco-Romani. La zona pollinica B di TaoOr-Orchestra e l'intero diagramma TaSc-Scena, completamente derivanti da depositi rimaneggiati, sono simili tra loro e testimoniano un paesaggio vegetale più termofilo e più antropizzato rispetto alla zona precedente, ma presentano ancora una flora siciliana autoctona, non ancora inquinata dalle presenze esotiche extraeuropee, rinvenute nei muschi, presenze generate da piante importate da altri Paesi, per scopi vari tra cui quello ornamentale. Questi spettri per posizione stratigrafica rappresentano tempi posteriori ai precedenti, ipotizzati di età classica, ma i materiali rimaneggiati da cui provengono non contengono sedimenti attuali/sub attuali e la loro età, se pur non precisabile in base ai dati pollinici, non è recente. Essi quindi testimoniano tempi in cui l'arredo verde del Teatro era più armonicamente inserito nel paesaggio siciliano di quanto non lo sia ora.

2) Quale cornice verde proporre per il Teatro?

Come sopra accennato, la finalità, ma anche la potenzialità, primaria dell'indagine era il trarre dalla flora pollinica una scelta di piante per dare una cornice verde al Teatro di oggi. Per comporre questa lista possiamo partire dai documenti più antichi, dalla "cornice verde del Teatro in tempi Greco-Romani".

In base all'ipotesi che la zona pollinica TaOrA possa collocarsi in tempi Greco-Romani, da essa possiamo trarre le prime piante della lista, quelle che hanno accompagnato la nascita del teatro e della sua prima storia.

Il teatro sorse in un'area caratterizzata da boschi di conifere e latifoglie e per livellare l'area dell'orchestra fu utilizzato limo raccolto presumibilmente nelle vicinanze, il limo che ha portato nell'area dell'orchestra il polline delle ninfee. Siepi di bosso e mirto, alberi da frutto come pruno, castagno, noce, fico e olivo, insieme al platano e a querce sempreverdi, sarebbero stati la prima cornice del giovane teatro.

Questa lista può essere allungata con piante rinvenute nelle zone polliniche soprastanti: acanto, biancospino, cipresso, giaggiolo, mirto, tasso, ruta, viola. Esse non sono state rinvenute nella zona precedente probabilmente per la limitatezza dei campioni e delle analisi, ma la coerenza della loro inclusione nella lista è attestata dall'essere citate nelle fonti classiche.

I giardini greci (VII libro dell'Odissea) erano delimitati da siepi e gli alberi da frutto erano preferiti agli alberi puramente decorativi. I platani erano apprezzati per la loro ombra. (Baumann, 1993).

Successivamente in periodo romano il giardino, considerato luogo di arte e cultura, aveva viali delimitati da grandi alberi, soprattutto platani, strade con filari di alberi da frutto, mentre le *ambulationes* venivano percorse tra siepi di cespugli sempreverdi, come bosso, tasso e cipresso, ed aiuole di *Acanthus*, *Iris*, *Ruta* e *Viola* (Plinio e Cicerone in Smith 1870).

Osservando la lista si nota che si tratta sostanzialmente di piante con significato simbolico (Baumann 1993; Brosse 2004; Cattabiani 2006), coerentemente con quanto avveniva in periodo classico quando la maggior parte delle piante era scelta proprio in base a tale significato. Ad esempio: l'acanto era simbolo di prestigio e benessere, il bosso era simbolo di castità e di continuità di vita negli inferi, il mirto, sacro a Venere, di fecondità, il biancospino era simbolo di speranza e perciò usato per le decorazioni di matrimonio.

Al passaggio dalla cultura greca a quella romana saranno cento avvenuti cambiamenti, data la diversa considerazione che greci e romani hanno avuto per i loro giardini, nota

dalle fonti scritte. E nei secoli successivi si verificarono certo altri cambiamenti. I dati pollinici non permettono di riconoscere tali cambiamenti del verde decorativo. L'indagine pollinica, pur non fornendo dettagli di ordine cronologico, ha tuttavia indicato quali piante siano state presenti nell'area. La lista di esse è la base per la realizzazione di un giardino archeobotanico con siepi di bosso e mirto, aiuole con arbusti spinosi di rosa e biancospino e piante di acanto, ed inoltre cipressi, piante con frutti eduli come pruni, castagno, noce, vite e olivo, alberi ornamentali quali platano, pini, pioppi, lecci e altre querce.

Nella cornice verde del Teatro il bosso, il mirto e le querce sempreverdi dovrebbero essere curati secondo l'*ars topiaria*, molto apprezzata dai romani, che riuscivano a manipolare queste piante, dando ad esse forme di animali, navi o lettere dell'alfabeto. Questo "giardino archeobotanico", potrà dare al Teatro attuale una cornice verde che ricordi la sua storia e la storia del paesaggio naturale e culturale in cui si è svolta la sua vita.

L'INDAGINE ALLA STRADA SOMMERSA DI MOZIA

Il secondo caso di studio è stato finalizzato alla ricostruzione floristico-vegetazionale e alla verifica delle condizioni di emersione/sommersione della strada che collegava la colonia fenicio-punica di Mothya (nello Stagnone di Marsala-TP) al promontorio di Birgi sulla terraferma. Quando, intorno all'VIII-VII sec. a.C., giunsero i Greci per colonizzare la Sicilia, i Fenici, racconta Tucidide (VI 2,6) "...dopo aver lasciato la maggior parte delle loro sedi, andarono ad abitare, dopo averle occupate, Mozia, Solunto e Panormo...". Mozia, MTWA per i Fenici, pur così piccola, grazie alla sua posizione divenne una prosperosa colonia ed un'importante città. Sorgeva su una piccola isola come la città madre, Tiro, che si estendeva anche sulla adiacente terraferma. A nord dell'isola gli abitanti di Mozia costruirono un terrapieno per realizzare una strada carrabile in grado di collegare l'isola alla terraferma in prossimità di Birgi. Profondi solchi visibili nel basolato stradale presso l'ingresso della città (Porta Nord) dimostrano infatti che la strada fu percorsa da mezzi provvisti di ruote. Questa strada, oltre a consentire di raggiungere agevolmente le fertili aree coltivabili dell'en-

trotterra costiero, doveva rappresentare per Mozia una via di comunicazione molto importante dal punto di vista commerciale. Per lo Stagnone di Marsala è noto un passato (tardo olocene) diverso dall'attuale: non un braccio di mare a tendenza lagunare, ma un ambiente paludoso chiuso a settentrione. Quando i fenici occuparono Mozia l'isola era in diverso rapporto con la terraferma. La strada di collegamento con Birgi era sommersa? O era in parte emersa? Per contribuire a far luce su questi interrogativi è stata avviata un'indagine pollinica esplorativa che ha fornito alcune informazioni interessanti e ha dimostrato una potenzialità che convince a continuare lo studio. A circa 1 metro di profondità dall'attuale livello dello Stagnone sono state prelevate 7 carote brevi. Per le prime analisi sono state scelte le carote n°1 e n°7 lunghe, ciascuna, circa 80 cm. Il punto di campionamento della carota n°1 si trova sul margine Est della strada, nei pressi della costa settentrionale di Mozia. La carota n°7 è stata prelevata al centro di una area di possibile attracco per piccole imbarcazioni, compresa tra l'isola ed il margine ovest della strada. Dalle carote sono stati prelevati subcampioni a distanza di ca. 10 cm tra loro, come da tabella seguente.

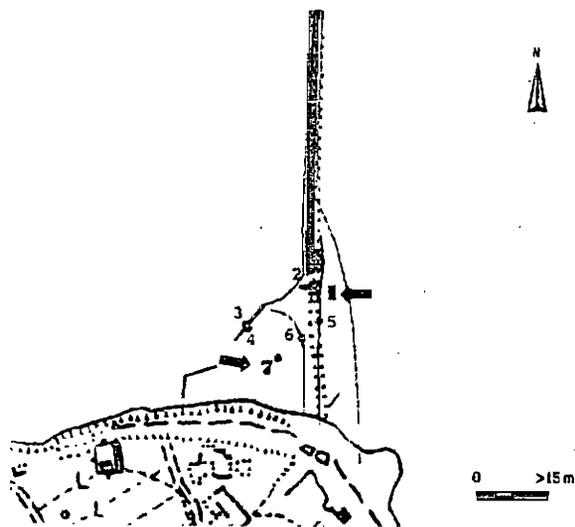
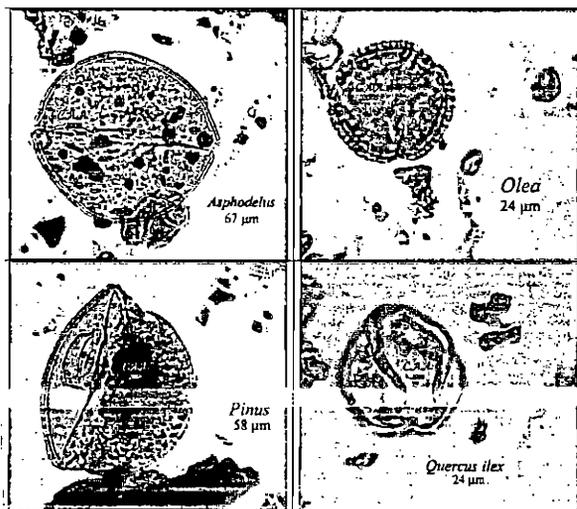


Fig.7 Area di prelievo delle carote nel tratto di mare antistante la costa settentrionale di Mozia (rilievo realizzato da A.Ceraulo e M.A. Papa, SYS di Palermo).

Carota	n° campione- sigla	prof. (cm.)
Carota 1	1-1H	10
	3 - 1F	30
	5- 1D	50
	7 - 1B	70
	8 - 1A	80
Carota 7	49 - 7L	0
	51 - 7G	20
	53 - 7E	40
	55 - 7C	60
	56 - 7B	70
	57 - 7A	80

Tav.3 - 1 sub-campioni e le rispettive profondità.

Tutti i campioni sono risultati polliniferi, con una concentrazione pollinica dell'ordine di 10^3 - 10^4 , più alta nelle zone basali della carote. L'analisi pollinica preliminare ha rivelato una diversità floristica di ca. 100 taxa con ca. 30 di piante legnose, diversità che è considerevole a questo stadio delle analisi. E' poi da notare che lo stato di conservazione dei reperti è tipicamente buono e spes-



Tav. 4 Mozia, strada sommersa fenicio-punica: granuli pollinici rinvenuti nella carota 7 (Fotografie:C.A.Accorsi).

so ottimo, ma compaiono tuttavia episodici reperti in cattivo stato, assottigliati, con segni di corrosione o con inclusi carboniosi. Le due carote presentano tratti simili:

- prevalenza di vegetazione mediterranea (*Leccio-Quercus ilex*, Sughera-*Quercus suber*, Palma nana-*Chamaerops*, Lentisco-*Pistacia lentiscus*, Ilatro-*Phillyrea*, Mirto-*Myrtus*, Cisto-*Cistus* ecc.), in un paesaggio segnato dall'antropizzazione, con coltivi, pascoli, spazi di frequentazione-lavorazione (Olivo-*Olea*, Orzo-*Hordeum* gruppo, Avena/Frumento-*Avena-Triticum* gruppo, Cichorioideae, Papavero-*Papaver*, Ortica-*Urtica*, Vetriola-*Parietaria*, piantaggine-*Plantago*, Romice-*Rumex*, Assenzio-*Artemisia*).

- testimonianza di vegetazione di ambienti salini litorali (cf. *Suaeda-Suaeda* e cf. *Salsola-Salsola*, limonio-*Limonium*) e di ambienti di acqua dolce (*Ontano-Alnus*, Pioppo-*Populus*, Salice-*Salix*, ninfea-*Nymphaea*, braccia-*Potamogeton*, cf. *fertro-Hottonia*), mestolaccia-*Alisma*, liscia-*Typha*.

- copertura legnosa di entità media e con andamento decrescente dalla base verso la sommità dei diagrammi, segno di disboscamento progressivo.

Per quanto concerne l'emersione della strada, nell'arco di tempo testimoniato dalle due carote, sembrano esservi alcuni dati a favore:

- tratti con concentrazione pollinica più alta in ambedue i diagrammi, carattere che potrebbe indicare una maggiore vicinanza della terraferma;

- presenza di cereali, che hanno di solito una presenza pollinica locale, in ambedue le carote, più marcata nella carota n° 7;

- presenza di granuli deteriorati, più marcata in basso e specialmente nella carota n.7, che potrebbero segnalare momenti di emersione con conseguenti processi di ossidazione, sfavorevoli alla conservazione dei granuli.

Con i dati fino ad ora ottenuti si potrebbe ipotizzare che la strada abbia avuto episodi di emersione durante il tempo rappresentato nella carota 7, tra 40 e 80 cm di profondità. Il proseguire delle analisi, sia su queste carote che sulle altre, dovrebbe dare risposte in merito ai caratteri del paesaggio circostante la strada, alla vicenda

di emersione/sommersione di essa e aiutare a capire se in tali vicende abbiano avuto un peso maggiore cause naturali o cause antropiche.

LE INDAGINI A PIAZZA ARMERINA

Per quanto concerne Piazza Armerina, attualmente sono in corso indagini palinologiche alla Villa Romana del Casale e all'abitato medievale, recentemente portato alla luce in prossimità della Villa.

Si tratta di un progetto di studio finalizzato alla ricostruzione dei caratteri e della storia del paesaggio vegetale, naturale e culturale, del sito e dell'area circostante, in periodo romano e in età medievale.

Le analisi alla Villa Romana sono appena iniziate, e non si può dire ancora nulla in merito se non che i campioni fino ad oggi esaminati sono polliniferi. Invece è già possibile fornire alcune notizie floristico-vegetazionali sull'Insediamento Medievale. Ricordiamo che tale Insediamento, per quanto emerso fino ad ora, ha le sue fasi principali tra il X e il XIII secolo d.C.

Sono stati fino ad ora ottenuti spettri pollinici percentuali provvisori inerenti 8 campioni: a) "6 campioni dei muri" prelevati tra le pietre dei muri o alla base degli stessi (camp. 1: 1° fase, ambiente XI - XXIV muro nord; camp. 2,3: 2° fase, ambiente XI - XXIV muro nord; camp. 4,5,6: 2° fase XI - XXIV, sotto il muro, rispettivamente a 10, 20, 30 cm. dalla base del muro; b) "campione mangiatoia": dal piano d'uso del vano indicato come presunta mangiatoia (camp.7, 2° fase, ambiente VII); "campione anforetta" (camp.8: 2° fase, dal riempimento di una anforetta). Sono stati prelevati anche vari campioni di muschio per la valutazione dell'immagine pollinica attuale, attualmente in corso di analisi. Grazie alla soddisfacente concentrazione pollinica (10³ 10⁴ pollini/g), al buono stato di conservazione del polline e alla discreta diversità floristica (ca 100 taxa - 40 legnose, 60 erbacee), è stato possibile tracciare alcune linee del paesaggio vegetale coevo all'insediamento.

E' emerso un paesaggio vegetale collinare di area mediterranea, in vicinanza di un fiume. La flora legnosa include varie sclerofille sempreverdi: olivo-*Olea*, leccio-*Quercus* cf. *ilex*, lentisco-*Pistacia* cf. *lentiscus*, ilatro-*Phillyrea*, mirto-

Myrtus communis, e varie latifoglie decidue: cf. roverella s.l. - *Quercus* cf. *pubescens* s.l., orniello-*Fraxinus ornus*, Acero-*Acer*, olmo-*Ulmus*, ontano-*Alnus*, pioppo-*Populus*, salice-*Salix*. Sono presenti anche alcune Conifere (*Pinus*), Abete-*Abies*, Ginepro-*Juniperus*. La flora erbacea è caratterizzata da Compositae, Cruciferae, Gramineae, Labiatae, Leguminose, Umbelliferae, ecc. e include alcune piante di ambienti umidi: Ontano-*Alnus*, Pioppo-*Populus*, Salice-*Salix*, Oleandro-*Nerium*, ninfea-*Nymphaea alba*, cannuccia di palude *Phragmites tipo*, lisca-*Typha*, brasca-*Potamogeton*, mestolaccia-*Alisma*, Cyperaceae.

Il paesaggio ha il carattere di un paesaggio culturale in cui spiccano uliveti, prati/pascoli e campi di cereali. Oltre all'olivo, abbondante, sono testimoniati vari altri alberi/arbusti di interesse antropico (ad es. per avere frutto edule, o legno di pregio, o valore ornamentale): alcune specie di Pruno-*Prunus*, Cotogno-*Cydonia*, Pino da pinoli-*Pinus* cf. *pineae*, Pistacchio-*Pistacia* cf. *vera*, Gelso-*Morus*, Castagno-*Castanea sativa*, Noce-*Juglans*, Vite-*Vitis*. Tra le piante erbacee troviamo i cereali, segnalati da pollini di orzo-*Hordeum* gruppo e avena/frumento-*Avena/Triticum* gruppo e alcuni altri reperti che suggeriscono piante di interesse alimentare (ad es. fragola-*Fragaria*-cf. bietola-*Beta*, carciofo-*Cynara*, menta-*Mentha*). Ricordiamo, in armonia con queste testimonianze, la descrizione del geografo Edrisi "... da Garsigliato ad Iblatah (Piazza) sono dieci miglia per tramontana, da essa viene il fiume Nabr al'Ads (il Dissueri). Piazza è valido fertilizzio dal quale dipende un vasto contado, con terre da seminazione benedetti. Ha un mercato molto frequentato, abbondanti produzioni del suolo ed alberi e frutta..."

L'antropizzazione del territorio è indicata anche da varie piante spontanee che si diffondono negli ambienti umani: piante ruderali, nitrofile, indicatrici di calpestio, di circolazione di animali: assenzio-*Artemisia*, farinello-*Chenopodium*, cardo-*Cirsium*, ortica comune-*Urtica dioica* tipo plantago, lanciuiola-*Plantago lanceolata* tipo, romice-*Rumex*.

Il contesto locale che appare dai reperti è un'area funzionale frequentata da persone e animali, con spazi dedicati alla coltivazione di piante da frutto, di ortaggi, di aromatiche. Tali spazi appaiono abbastanza ben tenuti, con testimonian-

ze di erbacce complessivamente limitate.

Gli spettri suggeriscono un cambiamento del paesaggio nel tempo. Nella prima fase di insediamento, attribuita a un periodo di passaggio tra frequentazione araba e frequentazione normanna e datato X - XII sec. d.C., il paesaggio è caratterizzato da una copertura arborea più estesa, sia negli aspetti culturali (maggiore estensione degli uliveti) sia in quelli naturali (maggiore estensione dei boschi). Nella seconda fase di insediamento, di piena età normanna e datata XII sec. d.C., cala drasticamente la copertura arborea in tutte le sue componenti, mentre si estendono i pascoli. Inoltre, lo spettro pollinico dell'anforetta (Fase II), segnala un cambiamento importante: si impoveriscono ancor più gli uliveti, spariscono i campi di cereali, si allargano i pascoli. Il cambiamento potrebbe essere connesso a un cambiamento d'uso dell'area e anche a un cambiamento climatico in senso più fresco e umido: calano drasticamente le sclerofille mediterranee mentre si mantengono sostanzialmente stabili le latifoglie e le piante di ambienti umidi. Ulteriori analisi potranno confermare queste prime osservazioni. In conclusione, l'insieme delle ricerche archeobotaniche finora condotte nei tre siti archeologici siciliani mostra la complessità delle problematiche che possono essere affrontate con questo tipo di analisi e la ricchezza di informazioni che, in un'ottica multidisciplinare, portano a ricostruzioni paleoambientali talvolta anche di grande dettaglio.

BIBLIOGRAFIA

- ACCORSI ET AL. 2007: C.A. Accorsi, P. Torri, R.Rinaldi, M. C.Montecchi, D. Dallai, F.Terranova, P. Pensabene - *Primi dati-palinologici e avvio di musealizzazione per l'insediamento medievale di Piazza Armerina* - I quaderni di palazzo Montalbo - I grandi Restauri n.12/1, p. 132-133
- ACCORSI ET AL. 2004: C.A. Accorsi, M. Bandini Mazzanti, G. Bosi, A.M. Mercuri, F. Terranova, G. Trevisan Grandi, P. Torri, A. Valenti - *Analisi polliniche e microantracologiche al Teatro Antico di Taormina: primi dati*. In *Il Teatro greco-romano di Taormina - Progetto pilota: analisi, studi ed indagini: prima fase*. Palermo. Regione Sicilia. Assessorato Regionale BB.CC.AA. e P.I., Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro e per le scienze naturali applicate ai Beni Culturali. 2004, p. 129-132.
- AMATO ET AL. 2004: L. Amato, G. Antonucci - *Monitoraggio vibrometrico eseguito durante la manifestazione canora*

- 294**
- Festivalbar 2002*. In G. Meli (ed.) *Il Teatro greco-romano di Taormina - Progetto pilota: analisi, studi ed indagini: prima fase*. Palermo, Regione Sicilia, Assessorato Regionale BB.CC.AA. e P.I., Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro e per le scienze naturali applicate ai Beni Culturali, 2004, p. 85-106.
- BAUMANN 1993: H. Baumann - *The Greek Plant World in Myth, Art and Literature*. Portland Oregon, Timber Press, 1993, 252 p.
- BERNABÒ BREA 2000: L. Bernabò Brea - *Restauri del Teatro Antico di Taormina 1949-1956*. Università di Messina, Quaderni di Archeologia, Rubbettino, 2000, p. 59-106.
- BOSI ET AL. in press: G. Bosi, C.A. Accorsi, M.C. Montecchi, F. Terranova - *Indagini archeobotaniche al teatro greco-romano di Taormina: i microcarburi del sondaggio esterno nel porticus post scaenam*. Atti del II convegno internazionale di studi "La materia e i segni della storia" in: AA.VV., I quaderni di Palazzo Montalbo, 9 (2006).
- BROSSE 2004: Brosse J. - *Mitologia degli alberi - Dal giardino dell'Eden al legno della Croce*. Milano, BUR, 2004, 314 p.
- CAFISO ET AL. 2004: F. Cafiso, P. Pratini, U. Piacentini, E. Scalone - *Contributo geologico e geotecnico alla Carta del Rischio*. In G. Meli (ed.) *Il Teatro greco-romano di Taormina - Progetto pilota: analisi, studi ed indagini: prima fase*. Palermo, Regione Sicilia, Assessorato Regionale BB.CC.AA. e P.I., Centro Regionale per la Progettazione e il Restauro e per le scienze naturali applicate ai Beni Culturali, 2004, p. 17-65.
- CARAMIELLO, AROBBA 2003: R. Caramiello, D. Arobba (eds.) - *Manuale di Archeobotanica Metodiche di recupero e studio*. Milano, Franco Angeli, 2003, 220 p.
- CATTABIANI 2006: A. Cattabiani - *Florario Miti, leggende e simboli di fiori e piante*. Milano, Arnoldo Mondadori, 2006, 747 p.
- DIMBLEBY 1985: Dimbleby G.W. - *The palynology of archaeological sites*. London, Academic Press, 1985, 175 p.
- ELLENBERG 1988: H. Ellenberg - *Vegetation Ecology of Central Europe*, translated by G.K. Strutt. Cambridge, Cambridge University Press, 1988, 731 p.
- FAEGRI, IVERSEN 1989: K. Faegri, J. Iversen - *Textbook of Pollen Analysis*. IV ed. Faegri K., Kaland P.E. & Krzywinski K. (eds.), New York, Wiley & Sons, 1989, 328 p.
- HOROWITZ 1992: A. Horowitz - *Palynology of arid lands*. Amsterdam, Elsevier, 1992, 546 p.
- LOWE ET AL. 1996: J.J. Lowe, C.A. Accorsi, M. Bandini Mazzanti, A. Bishop, L. Forlani, S. Van der Kaars, A.M. Mercuri, C. Rivalenti, P. Torri & C. Watson - *Pollen stratigraphy of sediment sequences from crater lakes (Lago Albano and Lago Nemi) and the Central Adriatic spanning the interval from Oxygen isotope Stage 2 to present day*. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 55. 1996. p. 71-98.
- MOORE ET AL. 1991: P.D. Moore, J.A. Webb, M.E. Collinson - *Pollen Analysis*, 2° ed., Oxford, Blackwell Sc. Publ., 216 p.
- PALLADINI ET AL. 2000: C. Palladini, M. Maderna, D. Basso, E. Robba & M.P. Bernasconi - *Late Holocene environmental evolution of the Stagnone di Marsala (Western Sicily)*. 31° Congresso Soc. It. Biol. Marina, Sharm el Sheik
- PENSABENE P. E SFAMENI C. - 2006. *Iblatasab Placea Piazza. L'insediamento medievale sulla Villa del Casale: nuovi e vecchi scavi*. Catalogo Mostra Archeologica, Piazza Armerina 8 agosto 2006 - 31 gennaio 2007
- PIGNATTI 1982: S. Pignatti - *Flora d'Italia. I, II, III*. Bologna, Edagricole, 1982, 790 p., 732 p., 780 p.
- RAIMONDO ET AL. 1992: F.M. Raimondo, L. Gianguzzi, V. Ilardi - *Inventario delle specie "a rischio" nella flora vascolare nativa della Sicilia*. Palermo, Quaderni di Botanica Ambientale e Applicata, 3, 1992, p. 65-132.
- REILLE 1992: M. Reille - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Laboratoire de botanique historique et palinologie. Marseille, URA CNRS 1152, 1992, 520 p.
- REILLE 1995: M. Reille - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord, Supplement 1*. Laboratoire de botanique historique et palinologie, Marseille, URA CNRS 1152, 1995, 327 p.
- REILLE 1998: M. Reille - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord, Supplement 2*. Laboratoire de botanique historique et palinologie. Marseille, URA CNRS 1152, 1998, 521 p.
- RINALDI R. 2005-2006, *Primi dati archeopalinoologici e micro-antracologici con avvio di musealizzazione sull'insediamento medievale di Piazza Armerina(Enna)*. Tesi Specialistica in "Scienze per il recupero e la conservazione del Patrimonio Archeologico", Facoltà di Scienze Mat.Fis.Nat., Univ. di Modena e Reggio Emilia.
- SMITH W 1870, *Dictionary of Greek and Roman Antiquities*. Edition scanned by the University of Michigan's project 'The Making of America' - on line [<http://www.ancientlibrary.com/smith-dgra/index.html>]
- Francesca TERRANOVA, Arcangela VALENTI, Regione Siciliana, Centro Regionale Progettazione e Restauro, Laboratorio di Indagini Bioarcheologiche, Palermo - ITALIA
Carla Alberta ACCORSI, Marta BANDINI MAZZANTI, Anna Maria MERCURI, Paola TORRI, Elisabetta MANICARDI, Maria Chiara MONTECCHI, Linda OLMI, Rossella RINALDI, Laboratorio di Palinologia e Paleobotanica, Dipartimento del Museo di Paleobiologia e dell'Orto Botanico, Università di Modena e Reggio Emilia - ITALIA
Francesco BENASSI, Archeologo, Modena - ITALIA
Patrizio PENSABENE, Dipartimento di Archeologia Classica, Università La Sapienza, Roma - ITALIA
Sebastiano TUSA, Regione Siciliana, Soprintendenza del Mare, Palermo - ITALIA