Collana Materiali e documenti 12

I Teatri Antichi del Mediterraneo
come esperienza di rilevamento integrato

The Ancient Theatres of the Mediterranean
as integrated survey experience

Carlo Bianchini, Carlo Inglese, Alfonso Ippolito

SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE
2016

Copyright © 2016

Sapienza Università Editrice
Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

www.editricesapienza.it
editrice.sapienza@uniroma1.it

ISBN 978-88-98533-93-0

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

La traduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo (compresi microfilm, film, fotocopie), nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i Paesi. L'editore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non è stato possibile comunicare, per eventuali involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti e/o delle foto.

All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording or any other information storage and retrieval system, without prior permission in writing from the publisher. All eligible parties, if not previously approached, can ask directly the publisher in case of unintentional omissions or incorrect quotes of sources and/or photos.

In copertina: elaborazione di Alfonso Ippolito

Indice / Table of contents

Prefazione / Preface xi
Alessandro Viscogliosi

1. Introduzione / Introduction 1

2. I Teatri Antichi del Mediterraneo. Apparato documentale / The Ancient Theatres of the Mediterranean. Documentary appendix 11

2.1. Il teatro di Mérida / **The theatre at Mérida** (Augusta Emerita) 11
2.2. Il teatro di Petra / **The theatre at Petra** (Petra) 16
2.3. Il teatro di Jerash / **The theatre at Jerash** (Gerasa) 20
2.4. Il teatro di Carthage / **The theatre at Carthage** (Carthago) 24
2.5. Il teatro di Cherchell / **The theatre at Cherchell** (Caesarea) 28
2.6. Il teatro di Siracusa / **The theatre at Siracusa** (Syracusai, Syracusae) 31

3. Acquisizione dei dati / Data acquisition 35

3.1. Il processo di acquisizione dei dati / **Data acquisition** 35
3.2. Il modello numerico / **Numerical model** 42
3.3. Il teatro di Mérida: acquisizione dei dati / **The theatre at Mérida: data acquisition** 48
3.4. Il teatro di Petra: acquisizione dei dati / **The theatre at Petra: data acquisition** 52
3.5. Il teatro di Jerash: acquisizione dei dati / **The theatre at Jerash: data acquisition** 56
3.6. Il teatro di Carthage: acquisizione dei dati / **The theatre at Carthage: data acquisition** 59
3.7. Il teatro di Cherchell: acquisizione dei dati / **The theatre at Cherchell: data acquisition** 61
3.8. Il teatro di Siracusa: acquisizione dei dati / **The theatre at Siracusa: data acquisition** 65

4. Elaborazione dei dati / Data processing 69

4.1. Il processo di elaborazione dei dati / **Data processing** 69

4.2. Il nuovo disegno geometrico / **The new geometric drawing** 78
Il database digitale: il caso della gestione / **The digital database: management** 79
L'analisi dei teatri / **Analyisis of the theatres** 81
Il nuovo ruolo del disegno geometrico / **The new role of geometric drawings** 82

4.3. Il teatro di Mérida: elaborazione dei dati / **The theatre at Mérida: data processing** 83

4.4. Il teatro di Petra: elaborazione dei dati / **The theatre at Petra: data processing** 86

4.5. Il teatro di Jerash: elaborazione dei dati / **The theatre at Jerash: data processing** 89

4.6. Il teatro di Carthage: elaborazione dei dati / **The theatre at Carthage: data processing** 92

4.7. Il teatro di Cherchell: elaborazione dei dati / **The theatre at Cherchell: data processing** 95

4.8. Il teatro di Siracusa: elaborazione dei dati / **The theatre at Siracusa: data processing** 98

4.9. Elaborazione dati: modelli 3D da scansione laser / **Data processing: 3D models from laser scanning** 101
Carthage 101
Cherchell 104
Mérida 106
Petra 107
Siracusa 108

4.10. Il teatro di Jerash: modellazione 3D da Structure from Motion / **The theatre at Jerash: 3D Structure from Motion modelling** 110

5. Analisi e lettura critica dei dati / Data analysis and interpretation 115

5.1. L'analisi dei dati / **Data analysis** 115

5.2. I teatri romani: origini, struttura ed evoluzione storica / **Roman theatres: origins, structure and evolution** 118
Cenni storici sulle origini del teatro romano / **Brief history of the origin of Roman theatres** 118
Il teatro greco e il teatro romano a confronto / **A comparison between Greek and Roman theatres** 120
Vitruvio e l'analisi della parti costituenti il teatro romano / **Vitruvius and the analysis of the main features in Roman theatre** 122

5.3. I teatri romani nel Mediterraneo: studio formale, geometrico-proporzionale e comparativo / **Roman theatres in the Mediterranean: a formal, geometric-proportional and comparative study** 132

Analisi comparativa: la rispondenza alla regola vitruviana/ **Comparative analysis: corrispondence with the Vitruvian rule** 133
Mérida 135
Petra 136
Jerash 136
Carthage 139
Siracusa 140
Cherchell 141

Analisi comparativa: la regola di Erone / **Comparative analysis: Heron's rule** 142
Mérida 144
Petra 146
Jerash 146

Analisi metrologica / **Metrological analysis** 146
Petra 146
Jerash 146
Mérida 147

5.4. Rappresentazione digitale integrata / **Integrated digital representation** 14
Mérida 152
Petra 153

Jerash 154
Carthage 154
Siracusa 155
Cherchell 156

6. Parole chiave e definizioni / Key terms and definitions 157

Bibliografia tematica / References 165

Gli elaborati del rilievo / Survey elaborations 177

Gruppo di Ricerca / The Research Group
Martina Attenni, Carlo Bianchini, Eliana Capiato, Chiara Capocefalo, Alessandro Cappelletti, Francesco Cosentino, Paolo Di Pietro Martinelli, Alekos Diacodimitri, Mario Docci, Carlo Inglese, Alfonso Ippolito, Daniele Maiorino, Giulia Pettoello, Francesca Porfiri, Luca J. Senatore, Gaia Lisa Tacchi

Responsabile scientifico / Principal Investigator
Carlo Bianchini

Coordinamento tecnico / Technical Coordination
Carlo Inglese, Alfonso Ippolito

Direzione Jordan Departmenof Antiquities / Jordan Department of Antiquities Directors
Fawwaz Al-Khraysheh, Ziad AlSaad, Faris al Hmoud

Athena Project Managers / Athena Project Managers
Roberto Albergoni, Nizar Al-Adarbeh

Rilevamento / Surveying
Carlo Bianchini, Carlo Inglese, Alfonso Ippolito, Mario Docci, Chiara Capocefalo, Luca J. Senatore, Alessandro Cappelletti, Francesco Cosentino, Francesca Porfiri, Filippo Fantini, Maysoon Qatarneh, Mahmoud Al Arab, Jamal Safi, Tawfiq Mahad, Marwan Asmar, Naeem Bani Salman

Elaborazione dati / Data processing
Martina Attenni, Carlo Bianchini, Eliana Capiato, Chiara Capocefalo, Alessandro Cappelletti, Francesco Cosentino, Paolo Di Pietro Martinelli, Alekos Diacodimitri, Mario Docci, Carlo Inglese, Alfonso Ippolito, Daniele Maiorino, Giulia Pettoello, Francesca Porfiri, Luca J. Senatore, Gaia Lisa Tacchi

Cura redazionale / Editor
Monica Filippa

Traduzione / Translation
Erika G. Young

Curatore bibliografia / References Editor
Gaia Lisa Tacchi

Le immagini, ove non specificato, sono state realizzate dagli autori

Prefazione / Preface

Alessandro Viscogliosi

Più del tempio, più della casa, più dei porticati, il teatro è l'edificio che caratterizza la cultura prima egea, poi greca e poi romana per migliaia di anni: dalle gradinate ortogonali dei palazzi di Cnosso e di Festo, alla embrionale struttura pubblica di Latò, che si evolverà fino all'agorà di Morgantina, alla gloriosa parabola del teatro greco, che passerà da santuario a luogo di spettacolo, fino al teatro romano, che darà spettacolo di per sé, ogni forma di società antica del Mediterraneo precristiano può essere indagata mediante lo studio dell'edificio teatrale. La Storia, infatti, spesso avara di documenti scritti, è scritta essa stessa nelle più durevoli architetture; le architetture, a loro volta, come i documenti scritti, possono presentarsi in forma di palinsesto.

Come possiamo leggere, grazie ad Angelo Mai, i roventi versi d'amore di Saffo o le laiche architetture dei discorsi ciceroniani sotto un inno alla Vergine Maria scritto da un monaco benedettino sulla stessa pergamena, così nei teatri antichi (in particolar modo in quello di Siracusa, trattato in questo libro) si possono leggere le tracce di diverse concezioni dello spazio, del mito, del rapporto tra il cielo e la terra, delle vicende degli uomini e di come esse vengano percepite da altri uomini in tempi diversi. Per poterlo fare però, occorre un controllo del monumento esteso al minimo dettaglio: un conto infatti è concepire (il che di per sé già non è facile) l'entità di un teatro antico, apprezzarne la vastità e al tempo stesso la concentrazione, o rimanere soggiogati dall'idea geometrica che ai teatri è sottesa e che ne costituisce la forma

A theatre is more than a temple, more than a house, more than a portico. The theatre is the building of early Aegean culture, then Greek and then Roman for thousands of years: from the orthogonal tiered seating of the Palaces in Knossos and Phaistos, to the embryonic public structure in Lato later to evolve into the agora in Morgantina and the glorious parabola of the Greek theatre that developed into a sanctuary and then into a place of entertainment and finally into the Roman theatre – a spectacle in itself. Every form of ancient, pre-Christian Mediterranean society can be studied based on its theatrical buildings. In fact, although History has often left us very few written documents, History itself is written in its eternal architectures; in turn, these architectures, similar to written documents, may present themselves as palimpsests.

Thanks to Angelo Mai we can interpret Sappho's fiery love poems, or the secular architectures in Cicero's discourses under a hymn to the Virgin Mary written by a Benedictine monk on the same piece of parchment. Likewise in ancient theatres (especially the one in Siracusa, illustrated in this book) we can interpret the traces of different notions of space, myth, the relationship between heaven and earth, the stories of certain peoples and how they were perceived by other peoples down through the ages. However, to do this we need to examine all the minute details of a monument. In fact, it's one thing to understand (which in itself is not easy) the importance of an ancient theatre, appreciate its vastness and also its succinctness, or be conquered by the geometry

profonda e più segreta; altra cosa, invece, e più faticosa, più problematica, più inquisitiva, è studiarli. I teatri antichi hanno spesso avuto vite lunghe, pluricentenarie; sono nati come luoghi di culto e sono morti come luoghi di spettacoli pornografici nemmeno tanto soft; avevano SEMPRE un dispositivo scenico, che a Roma e nel mondo romano si ammantava di un tale fasto da soverchiare la parte destinata al pubblico. Quando non dichiaratamente effimere (e in tal caso erano fatte di legni e metalli preziosi, avorio, tartaruga, vetri colorati e pietre semipreziose) queste scene erano comunque realizzate in bei blocchi di pietra da taglio, rivestiti di colonne di marmi colorati, e abitate da un popolo di statue marmoree e bronzee: quanto è bastato a nutrire un Medioevo famelico di materie prime e materiali da costruzione , e un Rinascimento e un Neoclassicismo golosi di antichità. Quando di tali ricchezze rimangono solo i cavi delle fosse di spoliazione (nel 'pappamonte', il fango solidificato che ancora ingloba il teatro di Ercolano, si leggono ancora le impronte delle statue migrate a Dresda) solo i saperi combinati dell'archeologo e dell'architetto possono colmare le lacune, reintegrare le immagini, sceverare le fasi, leggere quindi la storia. Ma per fare questo occorrono i rilievi, e il Disegno si erge a mezzo e metodo primario per lo studio del monumento. I teatri rilevati dal team di Sapienza Università di Roma sono solo un campione, volutamente a macchia di leopardo, di un patrimonio che ancora sfugge ad una catalogazione completa. È una selezione volutamente disomogenea, un campionario di situazioni che vanno dal monumento che sembra ben conservato (gli studiosi soltanto sanno le vicissitudini passate dal teatro di Siracusa, che appare integro all'occhio del turista) a quello pesantemente integrato, non sempre a fini conoscitivi o conservativi (spesso teatri ed anfiteatri antichi devono svolgere ancora oggi il loro ruolo antico: a ciò li condanna la loro autorevolezza e la loro bellezza), a quello che a sua volta ha fatto fuori monumenti precedenti, le cui strutture si confondono con quelle teatrali fino a creare un effetto surreale e scenografico (le tombe rupestri trinciate al momento dello scavo delle gradinate del teatro di Pe-

that behind these theatres creates their most profound and secret form; it's quite another to study them. This is much more difficult, problematic and probing.

Ancient theatres have often lived long, centuries-old lives. They were 'born' as places of worship and 'died' as places of quite hard porn entertainment. They ALWAYS had a stage building which in Rome and the Roman world was draped in such finery it often overpowered the part destined to the public. When these stages were not clearly temporary (and in this case made of wood, precious metals, ivory, tortoise, coloured glass and semi-precious stones) they were nevertheless made of beautiful blocks of hewed stone covered in coloured marble columns and inhabited by a population of marble and bronze statues. Enough to feed the Middles Ages ravenous for raw materials and building materials or the Renaissance and Neoclassical age with their insatiable thirst for antiquity.

Only the joint knowledge and wisdom of archaeologists and architects can fill the gaps, reintegrate the images, distinguish the stages and thus interpret the history of these riches when all that remains are the quarries of the depredation pits where it's still possible to interpret the impressions of the statues (now migrated to Dresden) in the 'pappamonte', the solidified mud that still shrouds the theatre in Herculaneum. But surveys are needed to achieve this goal; Drawing is the primary means and method with which to study monuments. The theatres surveyed by the team from Sapienza University of Rome are but an intentionally 'patchy' sample of a heritage that still escapes comprehensive classification.

Theirs is a deliberately inhomogeneous selection, ranging from an ostensibly well-preserved monument (only scholars are aware of the prior vicissitudes of the theatre in Siracusa that appears intact to a tourist) to those that has been extensively restored, not always to collect data or preserve it (often the authoritativeness and beauty of ancient theatres and amphitheatres condemned them to play their old role) or theatres which in turn have 'despatched' the previous monument by merging the latter's structures with the new ones to create a surreal, staged effect (the rupestrian tombs broken and destroyed when the tiered seats in the

tra sembrano incongrui palchetti per defunti ancora avidi di vita, reale o fittizia che sia). Grazie ai rilievi di ultima generazione, di cui la celeberrima 'nuvola di punti' è solo il caos primordiale da cui vengono estratte le infinite informazioni possibili, si possono studiare, in contesti e magari in continenti diversi e con una ricchezza di informazione pari o superiore a quella di una visione autoptica, monumenti che le condizioni geopolitiche ed ambientali renderebbero difficile studiare in loco. Al contrario, il confronto tra le informazioni, prima impossibile in loco, può essere oggi addirittura facile ed istantaneo grazie a banche dati che renderanno necessaria una nuova configurazione del Sapere e del suo tempio per eccellenza, la Biblioteca.

theatre in Petra were excavated now appear as small incongruous theatre boxes for the dead still craving for life, be it real or fake). State of the art surveys – the very famous 'points cloud' is the primordial chaos from which to extract endless possible data – allow us to study monuments in different contexts and even in different continents; monuments imbued with such a plethora of data, either equal or superior to that of a post-mortem image; monuments difficult to study in situ due to geopolitical and environmental conditions. On the contrary, comparing this data – an impossible task on site – can even be easy and instantaneous thanks to databases that will make it necessary to reconfigure Knowledge and its temple par excellence: the Library.

1. Introduzione / Introduction

I Teatri Antichi rappresentano una delle eredità più straordinarie che la civiltà greco-romana ci ha tramandato: da un punto di vista culturale, per la rilevanza che questi luoghi rivestivano nella vita sociale delle varie città; da un punto di vista ambientale, per i criteri e la cura nell'ottimizzare l'impatto di queste strutture in relazione al contesto territoriale e urbano; da un punto di vista tecnologico e funzionale, per la qualità delle soluzioni acustiche e distributive. Dal Portogallo all'Afghanistan, dall'Egitto al nord dell'Inghilterra, straordinaria è, infine, la diffusione di questo tipo architettonico del tutto autoctono e originale (se ne contano circa 1.000 in tre continenti!) come pure il numero dei teatri stabilmente ancora utilizzati per la rappresentazione di spettacoli.

L'interesse e, per così dire, il 'successo' che i Teatri Antichi ancora diffusamente riscuotono a livello popolare se da un lato certamente rappresentano il loro punto di forza e l'elemento cardine della loro sopravvivenza, dall'altro ne costituiscono la prima causa di degrado. La pressione esercitata continuamente su queste strutture dal naturale scorrere del tempo, da eventi naturali eccezionali (geologici, metereologici, etc.), dall'uso contemporaneo (turismo, spettacoli, allestimenti, etc.) e da eventi bellici o socio-politici purtroppo sempre più frequenti, determina infatti un progressivo e spesso irreversibile deterioramento dei manufatti.

Negli ultimi venti anni, a partire cioè dalla Dichiarazione di Segesta (1995), molti passi sono stati compiuti con l'obiettivo di mettere a punto una strategia che possa

Ancient theatres are one of the most extraordinary legacies bequeathed to us by the Graeco-Roman civilisation: culturally, due to the important role they played in the social life of several cities; environmentally, due to the criteria and care taken to optimise the impact of these structures on the territory and urban context; and technologically and functionally due to the quality of their acoustics and layouts. These very diverse sites with their independent, unique architectural types (roughly 1,000 in three continents!), as well as the many theatres still used as performance venues, are scattered far and wide: from Portugal to Afghanistan, from Egypt to the north of England.

The interest and 'success' of Ancient Theatres among the public at large is certainly one of their strong points and the key reason why they survived. However, this 'success' is also the primary reason for their decay. The relentless pressure exerted on these structures by the passing of time, exceptional natural events (geological, meteorological, etc.), contemporary use (tourism, performances, setups, etc.) and war-related or socio-political events were unfortunately increasingly frequent, leading to the slow, but often irreversible deterioration of these architectures.

Since the Declaration of Segesta (1995) twenty years ago many steps have been taken to develop a strategy that will allow us to enjoy these theatres in the future and allay the risks associated with their use: the *Siracusa Charter for the conservation, frui-*

consentire anche in futuro di utilizzare queste strutture salvaguardandole dai rischi: la *Carta di Siracusa per la conservazione e fruizione delle architetture teatrali antiche del Mediterraneo* (2004)[1] rappresenta certamente un significativo passo in avanti soprattutto perché, superando le rituali dichiarazioni di principio, si è dimostrata effettivamente un reale strumento di supporto, anche operativo, per le attività specifiche dei vari soggetti coinvolti nella gestione dei Teatri Antichi.

Ed è proprio da questo contesto, culturale prima che strettamente scientifico, che ha preso le mosse una tra le più significative ricadute 'pratiche' della Carta di Siracusa: il Progetto ATHENA *(Ancient Theatres Enhancement for New Actualities)*.

Il Progetto, finanziato nel 2009 dall'Unione Europea nel quadro del Programma Euromed Heritage IV[2], ha concorso a delineare una nuova e più aggiornata strategia per la documentazione, conservazione, valorizzazione e fruizione sostenibile delle strutture teatrali antiche traducendo in azioni concrete alcune delle raccomandazioni contenute nella Carta di Siracusa. E questo non solo in termini propositivi o progettuali, ma anche operando *'in corpore vivi'* su 6 siti particolarmente emblematici in quanto ricompresi nella World Heritage List dell'UNESCO (Mérida, Siracusa, Cherchell, Carthage, Petra, Jerash).

Il presente volume, dunque, sebbene veda la luce a circa tre anni di distanza dalla conclusione del Progetto ATHENA, si pone

tion and management of ancient theatrical architectures in the Mediterranean (2004)[1] is undoubtedly a major step forward, especially because it moves beyond the usual statements of principles. It has proved to be truly valuable, including operationally, in specific activities implemented by those involved in the management of Ancient Theatres.

It is this cultural rather than strictly scientific context that triggered one of the most important 'practical' effects of the Siracusa Charter: the ATHENA Project (*Ancient Theatres Enhancement for New Actualities*).

The Project was financed in 2009 by the European Union as part of the Euromed Heritage IV Programme.[2] It has helped to draft a new, updated strategy for the documentation, conservation, enhancement and sustainable fruition of theatrical structures by turning some of the recommendations in the Siracusa Charter into concrete actions. Not just as proposals or design projects, but by working '*in corpore vivi*' in six particularly emblematic sites in the UNESCO World Heritage List (Mérida, Siracusa, Cherchell, Carthage, Petra and Jerash).

Although this book is being published three years after completion of the ATHENA Project, it nevertheless follows on from it. In actual fact, to some extent it provides scientific proof that the Project casts its shadow well beyond the temporal limits of the original research programme.

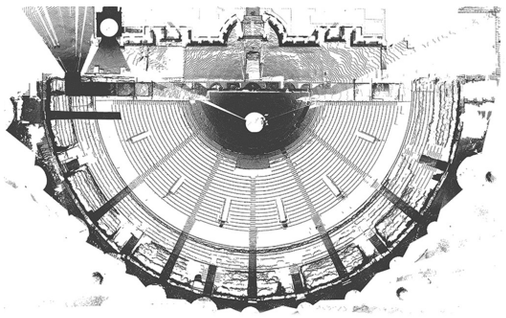
---

1 <http://www.univeur.org/cuebc/downloadsPDF%20carte/18.%20Carta%20di%20Siracusa%5B.pdf> [maggio 2016].

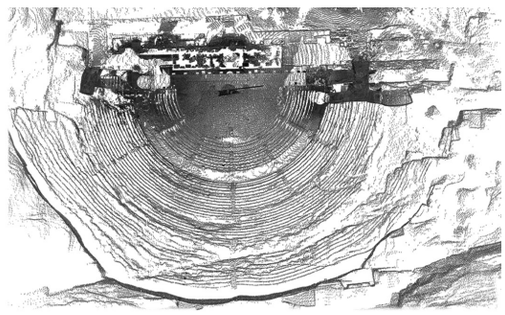
2 Il Progetto ATHENA (2009/2013, Budget 1,8 milioni di euro circa, <www.athenaproject.eu>) è stato finanziato dalla Commissione Europea nel quadro del Programma Euromed Heritage IV (<www.euromedheritage.net>), quarta tappa di una linea di intervento originariamente istituita dalla UE nel quadro della misura MEDA sotto il controllo dell'Ufficio per la Cooperazione EuropeAid. Dal 1998 Euromed Heritage ha impiegato nel settore dei Beni Culturali (Cultural Heritage) circa 57 milioni di euro finanziando progetti di cooperazione tra vari soggetti (enti di ricerca, università, amministrazioni, studiosi, comunità locali, etc.) coinvolti a vario titolo nella documentazione, conservazione e gestione dei Beni Culturali e provenienti dai diversi paesi del Mediterraneo. Quasi 400 sono stati i partner che da entrambe le rive del Mediterraneo hanno beneficiato del sostegno del Programma dalla prima alla quarta e, al momento, ultima edizione.

1 <http://www.univeur.org/cuebc/downloadsPDF%20carte/18.%20Carta%20di%20Siracusa%5B.pdf> [may 2016].

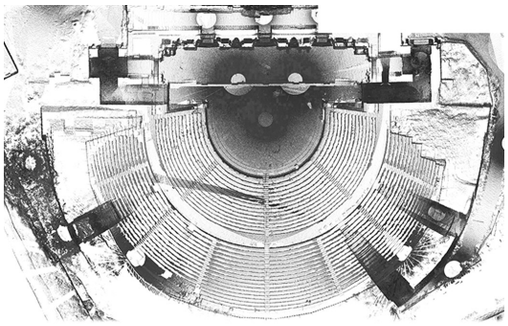
2 The ATHENA Project (2009/2013, with a budget of roughly 1.8 million euro, <www.athenaproject.eu>) was financed by the European Commission as part of the Euromed Heritage IV Programme (<www.euromedheritage.net>), the fourth step in an intervention package originally created by the EU in the framework of the MEDA programme and under the supervision of the EuropeAid Cooperation Office. Since 1998 Euromed Heritage has spent about 57 million euro in the field of Cultural Heritage, financing cooperation projects between various actors from different countries in the Mediterranean (research agencies, universities, administrations, scholars, local communities, etc.), actors who are involved one way or another in the documentation, conservation and management of Cultural Heritage. Almost 400 partners on both sides of the Mediterranean have benefited from the first to the fourth Programme and, currently, the last edition.



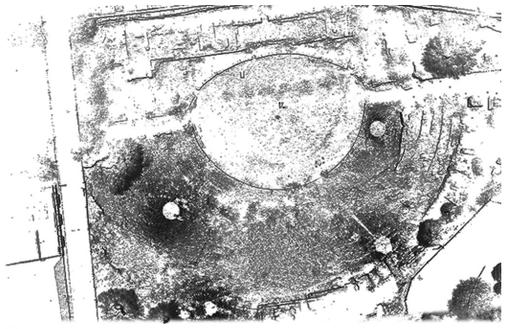
Mérida



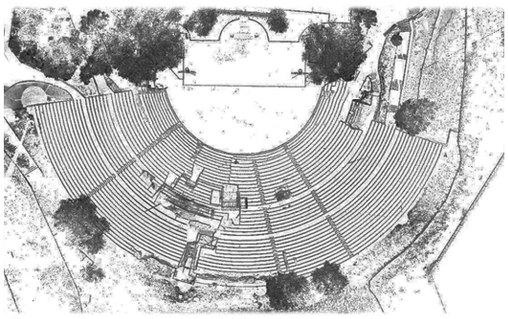
Petra



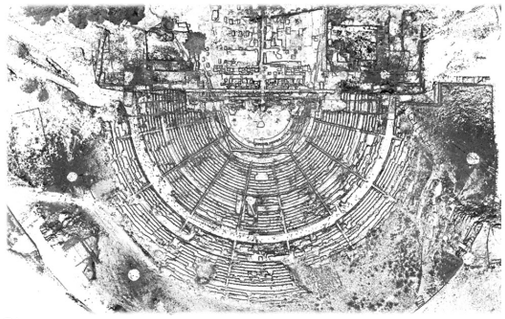
Jerash



Cherchell



Cartagine



Siracusa

Figg. 1, 2, 3. I teatri del progetto ATHENA: Mérida, Petra, Jerash, Cherchell, Cartagine e Siracusa / The theatres of the ATHENA Project: Mérida, Petra, Jerash, Cherchell, Cartagine e Siracusa.

in perfetta continuità con esso: anzi in qualche misura rappresenta, almeno dal punto di vista scientifico, una prova della capacità del Progetto di proiettarsi oltre i limiti temporali del programma di ricerca originale.

D'altra parte non si tratta di una pubblicazione che giunge per così dire 'in ritardo': al contrario essa è stata concepita per ospitare i risultati delle nuove elaborazioni sviluppate nel corso degli ultimi due anni dal nostro gruppo di ricerca sulla base dei dati acquisiti nel corso di ATHENA.

In questo senso essa rappresenta anche un contributo centrato sul *Rilievo* inteso sia come componente del settore scientifico disciplinare ICAR17-Disegno, ma soprattutto come *strumento di conoscenza per la comprensione*

In fact, this book is not 'late' or 'delayed': on the contrary, it has been designed to host the results of the new data produced during the last two years by our research group based on information collected during the ATHENA project.

The book is also a contribution to *Survey,* considered as a component of the scientific disciplinary sector ICAR17-Drawing, but above all as a *knowledge tool to understand material elements*, i.e., the process that materially envisages the establishment of a suitable knowledge system to *Acquire, Select, Interpret and Represent*[3] *quantitative*

[3] Cfr. References "Architectural and archaeological survey".

degli elementi materiali: di quel processo, cioè, che concretamente prevede la definizione di un sistema di conoscenza idoneo alla *Acquisizione, Selezione, Interpretazione e Rappresentazione*[3] di informazioni *quantitative* ma anche e soprattutto *qualitative*. Se le prime (derivanti essenzialmente da operazioni di rilevamento) possono/debbono essere condotte quanto più possibile nell'alveo del rigoroso approccio scientifico, le seconde, in quanto risultato di un'attività critica, dipendono al contrario dalla sensibilità e capacità interpretativa di un soggetto che sceglie, seleziona e rappresenta.

Si tratta pertanto di un processo intrinsecamente multidimensionale e multidisciplinare[4] che, nel caso dei manufatti costruiti (architettonici, archeologici), contempla lo studio sia delle caratteristiche *materiali* (spaziali, costruttive, artistiche) sia di quelle *immateriali* attinenti al loro uso, al contesto culturale e sociale, alla loro storia.

Rilevare corrisponde dunque in qualche misura proprio a cogliere l'intima essenza

but above all *qualitative* data. If the former (essentially from surveys) can/must be performed to the greatest extent possible within the boundaries of a strict scientific approach, on the contrary the latter (the result of critical observations) depends on the sensibilities and interpretative skills associated with the choices, selections and representations decided by an actor.

This is an intrinsically multidimensional and multidisciplinary process[4] which in the case of built objects (architectural, archaeological) involves not only the study of their *material* characteristics (space, construction, art) and *immaterial* characteristics associated with their use, but also their history and cultural and social context.

In some ways *Survey* involves capturing the intimate essence of material elements, understanding their structural matrix and proportional ratios, not to mention that which is often hidden but nevertheless linked to the immaterial culture which, over the centuries,

---

[3] Su questo argomento cfr. in Bibliografia alla voce "Rilievo architettonico e archeologico".

[4] L'approccio multidisciplinare è oramai requisito imprescindibile per qualunque studio; quanto alla multidimensionalità invece conviene soffermarsi su alcuni concetti fondamentali legati alla cosiddetta cultura del controllo dello spazio (Bianchini Carlo, 2007. *Dal reale al virtuale e ritorno: appunti,* p. 307) in cui è possibile, tra molti altri, riconoscere i seguenti principi: gli esseri umani possiedono la capacità (innata o acquisita) di concepire mentalmente le qualità dello spazio fisico; tra le n qualità dello spazio fisico quelle geometriche ottimizzano le operazioni di controllo e manipolazione; la manipolazione e modifica dello spazio si concretizza grazie alla corrispondenza tra l'oggetto reale e la sua astrazione geometrica (Modello Geometrico); il Modello Geometrico, sottoposto al processo di rappresentazione secondo le regole della scienza della rappresentazione, diviene Modello Grafico Bidimensionale e lo strumento che garantisce l'efficienza dei meccanismi di controllo e manipolazione del modello grafico è il disegno; il Modello Geometrico, ricostruito in forma virtuale utilizzando software di modellazione diviene un Modello Digitale 3D. Secondo questo approccio, dunque, la realtà multi-dimensionale di un dato oggetto viene ridotta alla sua essenza geometrica, il Modello Geometrico appunto, costituito di punti, linee, superfici che, convenientemente scalato a misura del supporto e sottoposto a operazioni di proiezione e sezione conduce alla rappresentazione grafica, ovvero riprodotto in forma virtuale produce un Modello Digitale 3D. In ogni caso questo procedimento instaura una corrispondenza biunivoca tra l'oggetto e un suo sostituto virtuale sul quale simulare le più svariate operazioni come se effettivamente fossero compiute nella realtà.

[4] A multidisciplinary approach is now a basic requirement in any study, while as far as multidimensionality is concerned we should examine several fundamental concepts linked to the so-called culture of the control of space (Bianchini Carlo, *Dal reale al virtuale e ritorno: appunti*, cit., p. 307) in which it is possible, amongst other things, to identify the following principles: human beings have an innate or acquired ability to mentally imagine the qualities of physical space; from amongst the n qualities of physical space, geometric qualities optimise control and manipulation; manipulation and modification of space become tangible thanks to correspondence between the real object and its geometric abstraction (Geometric Model); when the Geometric Model is subjected to the representation process according to the rules of the science of representation, it becomes a two-dimensional Graphic Model and drawing is the tool that ensures the efficiency of the mechanisms of control and manipulation of the graphic model; when the Geometric Model is virtually reconstructed using modelling software it becomes a 3D digital model. Based on this approach, the multidimensional reality of a given object is reduced to its geometric essence, i.e., the Geometric Model made up of points, lines and surfaces which, appropriately scaled on the support and then projected and sectioned, in turn produces the graphic representation. In other words when it is reproduced in virtual form it creates a 3D Digital Model. In any event, this procedure establishes a biunivocal correspondence between the object and its virtual substitute on which to simulate any number of operations as if they had actually been performed.

degli elementi materiali, carpendone le matrici costruttive e i rapporti proporzionali come pure quella parte soggiacente collegata spesso con la cultura immateriale che nei secoli ha prodotto, trasformato, conservato e infine attribuito valore a quegli elementi.

In questo senso, il processo del Rilievo è strettamente connesso con il concetto epistemologico di *modello* inteso come prodotto di quell'operazione che un *soggetto* opera su un *oggetto* in modo da estrarne alcune tra le innumerevoli informazioni disponibili. Il modello è dunque sempre parziale, astratto e soprattutto *soggettivo* e solo per effetto e conseguenza di una *rappresentazione* esso diviene disponibile per altri soggetti a patto che essi siano in grado di interpretare il codice della rappresentazione stessa.

La scelta del tipo di modello (e quindi dell'insieme di dati oggettivi da selezionare) e del codice della rappresentazione non è dunque indipendente dalla quantità di dati positivamente comunicati. È per questo forse che alcune rappresentazioni, come ad esempio i cosiddetti *modelli grafici dello spazio*[5], si sono con il tempo depurate e stratificate in forme che, ottimizzando la trasmissione univoca delle informazioni, hanno trasformato il modello, anche sul piano operativo, in un vero e proprio sostituto *virtuale* dell'oggetto tutt'ora largamente adottato per simulare le operazioni più varie.

Tuttavia, l'avvento dei sistemi digitali ha affiancato ai tradizionali modelli grafici (intrinsecamente 2D) anche nuovi *modelli tridimensionali*[6] ovvero rappresentazioni puramente numeriche capaci però di instaurare una corrispondenza molto precisa tra spazio fisico e spazio virtuale[7] e inoltre sostanzialhas produced, transformed, preserved and finally enhanced those elements.

In this regard, the survey process is closely linked to the epistemological concept of *model*, considered as the outcome of the operation performed by an *actor* on an *object* to extract some of its endless data. As a result the model is always incomplete, abstract and above all *subjective*; only the effects and outcome of *representation* make it available to other actors so long as they are able to interpret the representation code.

Choosing the right model (and hence the set of objective data to be selected) and representation code depends on the quantity of positively communicated data. Perhaps this is why some representations, for example the so called *graphic models of space*[5] have, over a period of time, been cleansed and stratified in forms which, by optimising univocal data transmission, have turned the model, even from an operative point of view, into a *virtual* substitute of the object still widely used to simulate the most diverse operations.

Nevertheless, the advent of digital systems has added new *three-dimensional models*[6] to traditional (intrinsically 2D) graphic models. These new 3D models are purely numerical representations which, however, are capable of establishing a very precise correspondence between physical and virtual space.[7] Furthermore, they are basically free of the dimensional constraints imposed on a traditional drawing by the limited size of the support. However, the digital revolution has influenced the field of Survey also and above all as regards the data acquisition phase. In fact, we now possess a whole range of tools and technologies that in just a few short sec-

---

5 Ne costituiscono un esempio i cosiddetti *modelli grafici dello spazio* che, basati sulle rigorose procedure geometrico-proiettive della Scienza della Rappresentazione, instaurano una corrispondenza biunivoca tra l'oggetto e il modello bidimensionale.

6 Possiamo sinteticamente classificare i modelli in bidimensionali (grafici) e tridimensionali. Questi ultimi, a loro volta, possono essere *materiali* (ovvero i tradizionali plastici o le più recenti stampe 3D) ovvero *immateriali* espressi come aggregati numerici digitali.

7 Ciascun punto materiale P_r individuato mediante le sue coordinate x_r,y_r,z_r nello spazio reale, trova infatti immediatamente il suo corrispondente virtuale P_v, anch'esso identificato da una terna univoca di coordinate cartesiane x_v,y_v,z_v

5 One example are the so-called *graphic models of space* which, based on the strict geometric-projective procedures of the Science of Representation, establish a biunivocal correspondence between the object and the two-dimensional model.

6 We summarily classify models into two-dimensional (graphics) and three-dimensional. In turn the latter can either be *material* (i.e., traditional maquettes/ the more recent 3D prints) or *immaterial*, expressed as digital numerical aggregates.

7 Each material point P_r identified using its coordinates x_r,y_r,z_r in real space, immediately finds its virtual equivalent P_v, also identified by a univocal triplet of Cartesian coordinates x_v,y_v,z_v

mente libere dai vincoli dimensionali imposti a un disegno tradizionale dalla limitata estensione del supporto. Ma la rivoluzione digitale ha influenzato il settore del Rilievo anche e soprattutto nella fase di acquisizione dei dati: disponiamo infatti oggi di un ventaglio di strumenti e tecnologie capaci di catturare in pochi secondi la geometria di un qualunque oggetto, con incertezze agevolmente inferiori al millimetro e senza perdere informazioni circa le caratteristiche salienti della sua superficie (colore, riflettanza[8], etc.)[9].

Da questo punto di vista, quindi, la nostra ricerca sui Teatri Antichi ha costituito insieme l'ambito e il pretesto anche per analizzare in qualche modo lo stato dell'arte dell'intero settore del Rilievo in cui è facile ravvisare un chiaro confine tra le procedure per l'acquisizione/rappresentazione, tutte tendenzialmente rivolte verso la 'massima oggettività', e la fase di interpretazione che invece è il luogo in cui il soggetto continua a rivestire i panni del protagonista. Ed è proprio attraverso la definizione di questo confine che alcuni segmenti del processo appaiono in grado di superare il vaglio degli stringenti requisiti imposti dal Metodo Scientifico che altri settori disciplinari utilizzano correntemente nelle attività di ricerca.

onds capture the geometry of any object, with errors that are easily less than one millimetre and without loosing any information regarding the most important characteristics of the surface (colour, reflectance,[8] etc.).[9]

Given the above, our research on Ancient Theatres constituted both the scope of our study and also a pretext to analyse the state-of-the-art of the whole field of Survey. No-one can deny there is a clear-cut boundary between acquisition/representation procedures – all tendentially focused on 'maximum objectivity' – and interpretation which is instead the phase during which the subject remains the protagonist. Having established this boundary, some segments of the process appear capable of overcoming the stringent requirements imposed by the Scientific Method that other disciplinary sectors normally use in their research activities.

Nevertheless, there's a feeling that we now find ourselves, as we did roughly twenty years ago, at the threshold of another strictly technological and procedural leap forward. Let's try and analyse these two aspects.

The data acquisition phase obviously includes the concept of *measurement*, i.e., the operation that makes it possible to translate the *quality* of a phenomenon into a *quantity* expressed using numbers derived from the ratip between the quantity surveyed on the object and the chosen unit of measure. In the field of Survey this procedure has

8 La riflettanza indica la porzione di luce incidente che una data superficie è in grado di riflettere. Il valore ha un significato fisico legato alle caratteristiche del materiale di cui è costituita la superficie colpita dallo scanner.

9 Processi analoghi sono destinati a interessare gli strumenti stessi che oggi si utilizzano per l'acquisizione dei dati. I sistemi che esplorano attivamente le superfici come gli scanner 3D sono radicalmente cambiati nel corso degli ultimi dieci anni: sono mediamente di un ordine di grandezza più veloci, hanno ridotto sensibilmente l'incertezza sul singolo punto, hanno integrato al loro interno molte delle funzioni topografiche di una stazione totale (centraggio forzato, compensatore, etc.), camere digitali sempre più potenti riducendo nel contempo peso, consumo di energia e, in ultima analisi, l'onerosità della logistica. Il ventaglio stesso degli strumenti è in continua evoluzione con una chiara tendenza verso dispositivi sempre più 'portatili', flessibili nell'impiego e accurati. Anche se la riduzione dei tempi necessari per l'acquisizione conduce di fatto a una riduzione dei costi unitari di una campagna di 3D *capturing*, tuttavia questo 'segmento' rimarrà probabilmente ancora a lungo piuttosto costoso, se non altro in ragione dell'alto investimento iniziale.

8 Reflectance indicates the portion of incident light that a given surface is able to reflect. The value has a physical significance associated with the characteristics of the material when its surface is hit by the scanner.

9 Similar processes are destined to apply to current data acquisition instruments. Systems that actively explore surfaces, such as 3D scanners, have changed radically in the last ten years: on average they are quicker, have substantially reduced the uncertainty of each point, and have incorporated many of the topographic functions of a total station (forced centring, compensator, etc.). These increasingly powerful digital cameras weight less, use less energy and, ultimately, make logistics less burdensome. The range of available instruments continues to evolve, becoming increasingly more 'portable', more flexible and more accurate. Although the time needed to acquire data means a reduction in the costs of a 3D *capturing* campaign, nevertheless We believe that this 'segment' will continue to be rather expensive, if for no other reason due to the initial outlay.

La sensazione tuttavia è che ci troviamo, come è accaduto circa vent'anni fa, alle soglie di un ulteriore salto in avanti, sia dal punto di vista strettamente tecnologico che procedurale. Cerchiamo dunque di analizzare i due aspetti.

La fase di acquisizione dei dati contiene evidentemente in sé il concetto di *misura*, ovvero di quell'operazione che consente di tradurre la *qualità* di un fenomeno in *quantità* espressa attraverso numeri derivanti dal rapporto tra la quantità rilevata sull'oggetto e l'unità di misura prescelta. Nel settore del Rilievo, questa procedura è stata storicamente interamente governata da un rilevatore specificamente addestrato. Quest'affermazione, del tutto vera nel caso di un rilievo diretto, è tuttavia meno assoluta già se parliamo di quello topografico: l'operatore sceglie sì cosa misurare, ma di fatto non esegue lui stesso la misura poichè semplicemente attiva un dispositivo, il distanziometro. E lo è ancora di meno se parliamo di scansione laser: in questo caso infatti l'operatore non incide fattivamente sulla misurazione in sé ma neanche su cosa misurare, dipendendo tutto dal passo di scansione e dalla distanza dalla superficie colpita dall'impulso laser. Il processo oscilla dunque, a seconda delle applicazioni, tra il *semi* e il *totalmente* automatico (in prospettiva questa seconda modalità sarà probabilmente del tutto prevalente). Ma la tendenza all'automazione della fase di acquisizione non è il solo aspetto puramente tecnologico da tenere in considerazione. Ad esso si sta accompagnando quello che potremmo definire un processo di 'democratizzazione' delle tecnologie di rilevamento. La base tecnologica è quella della cosiddetta *Structure from Motion* (SfM): non un raggio collimato emesso da una sorgente che colpisce un'areola materiale e che viene ricaptato all'indietro da un sensore misurando un certo parametro fisico (tempo di volo, differenza di fase, angolo di riflessione, etc.), ma direttamente il raggio luminoso emesso 'naturalmente' da quella stessa areola verso un sensore. Un solo raggio non consente evidentemente la determinazione della posizione 3D del punto da cui esso è stato emesso (la stessa corrispondenza univoca che lega un punto e la sua rappresentazione

been historically governed exclusively by a trained surveyor. This is true for direct surveys, but is less so for topographic surveys: it's true that the operator chooses what he wants to measure, but he does not measure it himself, he simply uses a device: the distance meter.

This statement is even less true when laser scanners are involved: in this case the operator neither influences the measurement nor does he choose what to measure. It all depends on the sample spacing and the distance from the surface hit by the laser. So, depending on the applications, the process shifts between *semi*-automatic and *totally* automatic. This trend towards an automated acquisition phase is not the only purely technological aspect we need to bear in mind. There is another phase we could call the 'democratisation' of survey technologies. Its technological basis is the so-called *Structure from Motion* (SfM): not a collimated ray, emitted by a source, that hits a material aureole and is recaptured by a sensor measuring a certain physical parameter (time of flight, phase difference, angle of reflection, etc.), but a light ray 'naturally' emitted by that same aureole towards a sensor. Obviously, one ray does not determine the 3D position of the point from which it is emitted (the same univocal correspondence linking a point and its perspective representation), but nevertheless when several rays are emitted from the same point we can find the 3D position using an inverse intersection procedure. The geometry of this procedure has been well-known since the nineteenth century and was also behind the now obsolete stereophotogrammetric restitution devices. However, it's only with the advent of digital photography and software capable of using interpolation and indirect calibration to recreate the internal orientation of the shots that we can now obtain 3D points clouds using conventional digital machines priced at a few dozen euro. So, are we really on the threshold of 'zero-cost survey technology' which in time will produce a currently unforeseeable impact on the whole data acquisition process, not only as regards operations, but also use and sharing? For example, when a manufacturer decides to put

prospettica) ma tuttavia disponendo di più raggi emessi dallo stesso punto è possibile ricostruire tale posizione 3D con un procedimento di intersezione inversa. La geometria di questo procedimento è ben nota fin dal XIX secolo e costituisce la base anche degli ormai obsoleti restitutori stereofotogrammetrici. Ma è solo grazie allo sviluppo della fotografia digitale e di software in grado di ricostruire per interpolazione e calibrazione indiretta gli orientamenti interni dei vari scatti che oggi è possibile ottenere nuvole di punti 3D con convenzionali macchine digitali da poche decine di euro. Siamo dunque davvero alle soglie di una *'zero-cost survey technology'* che, a regime, produrrà un impatto al momento imprevedibile sull'intero processo di acquisizione dei dati, sia sul piano strettamente operativo che su quello del loro utilizzo e condivisione: quando, ad esempio, uno dei produttori deciderà di montare su un tablet o su un cellulare due fotocamere invece di una sola e di calibrarne la posizione reciproca, allora non condivideremo più sulle piattaforme social semplici fotografie ma nuvole di punti 3D texturizzate con foto ad alta risoluzione[10].

Il quadro così delineato (molto sommariamente per la verità) pone un interrogativo che riguarda le modalità di interazione e gestione delle varie tecnologie e apparati da parte del rilevatore. Da un certo punto di vista si ha l'impressione che esso possa essere ormai considerato obsoleto: d'altra parte a cosa serve un esperto di rilievo quando con un breve addestramento posso acquisire milioni di punti o quando addirittura posso ottenere il medesimo risultato con semplici fotografie estemporanee?

La domanda punta al cuore del nostro settore di ricerca e il presente volume non intende eludere questa fondamentale questione.

Innanzi tutto è bene mettere in evidenza come tutti i sistemi di acquisizione 3D producano sì una mole di dati incommensurabile rispetto al recente passato ma pur tuttavia ampiamente ridondanti. Credo che la migliore descrizione possibile del problema

[10] Dispositivi di costo contenuto in cui una coppia di fotocamere esterne montate su tablet consentono di acquisire in 3D sono già disponibili e molto probabile nell'arco dei prossimi anni assisteremo in questo campo a una vera e propria rivoluzione.

two cameras instead of one in a tablet or mobile phone, and calibrates their reciprocal position, then we will no longer share simple photographs on social platforms, but 3D points clouds texturised with high resolution photographs.[10]

This situation, which We have very briefly outlined, raises the issue of how surveyors interact and manage these technologies and devices. One gets the impression that they could be considered obsolete individuals: what use are expert surveyors when, with very little training, they can acquire millions of points? or when the same result can be obtained with simple, off-the-cuff photographs?

The question touches on the very heart and soul of our research sector and this book does not intend to avoid the issue.

First and foremost it's important to emphasise that all 3D acquisition systems produce a huge amount of data compared to the amount produced up until recently. However, much of this data is extremely redundant. We think the best way to illustrate the problem is to compare it to the identification of a single signal compared to background noise, a process very common in many fields of physics and communication technology. In this field the relationship between the signal and noise (SNR) is the fundamental parameter; in fact, the system cannot function below a minimum SNR threshold. The same concept can be applied to survey: if I am unable to select the few dozen points that significantly describe the object in question from the millions of points in a 3D cloud I will be unable to distinguish the signal from the noise. Hence, this procedure will never be automatic or even semi-automatic because it is closely linked to the aforementioned concept of *model*.

This is the reason why it is above all the 2D and 3D *models* illustrated in this book that are more important than the written essays: not only as a basic map or hypothetical reconstructions of the sites (for which we often lack

[10] I believe that inexpensive devices that make 3D acquisition possible thanks to a pair of exterior cameras mounted on a tablet will be available in the near future and will lead to a real revolution in this field.

sia accostarlo per analogia a quello dell'individuazione di un singolo segnale rispetto ad un fondo di rumore, pratica corrente in molti ambiti della fisica e della tecnologia delle comunicazioni. In questo ambito il rapporto tra segnale e rumore (SNR) costituisce il parametro fondamentale al punto che al di sotto di una soglia minima di SNR il sistema non è in grado di funzionare. In realtà il medesimo concetto può essere applicato anche al rilievo: se si è in grado di selezionare dai milioni di punti di una nuvola 3D quelle poche decine che significativamente descrivono l'oggetto di studio, di fatto non sarà possibile distinguere il segnale dal rumore. E questo non potrà mai essere un procedimento né automatico e neanche semi-automatico essendo strettamente connesso con il concetto di *modello* che abbiamo già discusso.

Per questo, di più e al di là del valore dei testi che compongono questo volume, contano soprattutto i *modelli* 2D e 3D che in esso sono raccolti: non solo come cartografia di base dei siti (spesso privi di qualsiasi grafico aggiornato e affidabile) o come loro ipotesi ricostruttiva, ma soprattutto come esito del processo critico direttamente connesso, *hic et nunc*, con la nostra capacità di selezione e interpretazione a partire dai dati di cui disponevamo.

E questo, più di tutto, riassume il senso di questo volume sui Teatri del Progetto ATHENA.

reliable, updated drawings), but above all as the result of a critical process directly linked, *hic at nunc*, with our ability to select and interpret the sites based on available data.

More than anything else, this is the key focus of this book on the Theatres of the ATHENA Project.