

Atti del Convegno 12 - 13 ottobre 2007:  
**Il restauro monumentale nelle Isole Egadi**  
Studio, analisi e progetti

*a cura di M. Cristina Cusenza*



Regione Siciliana  
Assessorato Territorio e Ambiente

Questo volume è pubblicato in occasione della Giornata di Studio:  
***IL RESTAURO MONUMENTALE NELLE ISOLE EGADI. STUDIO, ANALISI E PROGETTI***  
programmata il 12 e 13 ottobre 2007 presso Palazzo Florio, Isola di Favignana (TP),  
promossa dal Comune di Favignana

Coordinamento editoriale:  
*Maria Cristina Cusenza*

Progetto grafico ed impaginazione:  
*Angela Savalli*

Stampa:  
*Tipolitografia Fashion Graphic S.n.c. di Bonasoni Andrea & C. di Gibellina*

Saggio gratuito fuori commercio.  
VIETATA LA VENDITA

© Copyright 2008  
REGIONE SICILIANA - ASSESSORATO TERRITORIO E AMBIENTE  
Via Ugo La Malfa, n. 169 - PALERMO

**INDICE**

**Gaspare Ernandez** Sindaco di Favignana  
**Rossella Giglio** Dirigente del Servizio per i Beni Archeologici. Soprintendenza per i BB.CC.AA. di Trapani  
**Paolo Ruggirello** Presidente Fondazione "Giuseppe Ruggirello"  
**Pietro Funaro** Presidente A.N.C.E. Trapani

**Introduzione**  
**Maria Cristina Cusenza**

**Relazioni**

- 12 LA CONSERVAZIONE DEI MONUMENTI LAPIDEI NEL BACINO DEL MEDITERRANEO, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO A QUELLI IN PIETRE CALCAREE E MARMI  
*Lorenzo Lazzarini*
- 20 I CASTELLI DELLE ISOLE EGADI (SECC. XII - XVI)  
*Ferdinando Maurici*
- 48 CASTELLO DI PUNTA TROIA. MUSEO DELLE CARCERI  
*Maria Cristina Cusenza, Patrizia Calvino, Angela Savalli*
- 70 IL RESTAURO DEL CASTELLO DI PUNTA TROIA DI MARETTIMO (ISOLE EGADI, SICILIA): RISULTATI PRELIMINARI DELLE INDAGINI DIAGNOSTICHE  
*Fabrizio Antonelli, Stefano Cancelliere*
- 82 LE EMERGENZE ARCHEOLOGICHE DI MARETTIMO  
*Rossella Giglio*
- 88 LAVORI DI RESTAURO ED ADATTAMENTO AD ATTIVITA' CULTURALI, TURISTICHE ED ARTIGIANALI DELL'EX STABILIMENTO FLORIO DI FAVIGNANA  
*Silvio Manzo*
- 100 IL RESTAURO DEL CASTELLO DI ROVIGO  
*Mario Piana*
- 112 I CONTRIBUTI "STORICI" ALLA TEORIA DELLA STABILITA' DI ARCHI E VOLTE IN MURATURA: DAL SECOLO XVIII ALLA ATTUALE VISIONE DEL PROBLEMA  
*Michele Paradiso*
- 120 COMPOSITI A MATRICE CEMENTIZIA PER IL RINFORZO DI VOLTE IN MURATURA  
*Francesco Focacci, Giovanni Mantegazza*
- 136 I VINCOLI TERRITORIALI DELLE ZONE SIC-ZPS  
*Silvia Sortino*
- Apparati**
- 148 La Giornata di Studio: *Il restauro monumentale nelle Isole Egadi. Studio, analisi e progetti*  
154 Rassegna Stampa

## LA CONSERVAZIONE DEI MONUMENTI LAPIDEI NEL BACINO DEL MEDITERRANEO, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO A QUELLI IN PIETRE CALCAREE E MARMI

Lorenzo Lazzarini\*

\*Laboratorio di Analisi dei Materiali Antichi (L.A.M.A.) - Dipartimento di Storia dell'Architettura  
Università IUAV di Venezia

E' a partire dalla metà degli anni '60 del secolo scorso che inizia nei paesi più avanzati di tutto il mondo la presa di coscienza che lo sviluppo industriale allora in atto comportava un impoverimento e un degrado dell'ambiente, spesso accompagnato dall'insorgere di problemi di conservazione dei beni storico-artisitici esposti all'aperto. Data ad allora infatti, in Europa, il cambio di approccio politico nei confronti dei monumenti, che non vengono più solo difesi dalle minacce di distruzione connesse allo sviluppo stesso, ma sono studiati, curati e protetti sia con criteri fisici che ambientali. Nasce così anche una nuova scienza della conservazione e del restauro che negli ultimi 30 anni ha fatto enormi progressi, e che consente ora di affrontare in maniera corretta da tutti i punti di vista, da quello filosofico a quello tecnologico, anche i più difficili problemi conservativi dei diversi materiali costituenti le opere d'arte. Il patrimonio di esperienze sinora accumulato è particolarmente notevole specie nei paesi dell'area mediterranea, un'area che custodisce il più grande e importante patrimonio storico-artistico e archeologico del mondo.

Cercherò nel brevissimo tempo a disposizione di sintetizzare gli aspetti essenziali di quest'area, considerandone la geologia e le principali formazioni lapidee sfruttate in antico per l'ottenimento di pietre

da costruzione e ornamentali, le loro maggiori cause di deterioramento, anche in funzione del clima e dell'ambiente, e infine i grandi progetti di restauro che vi sono stati condotti in un recente passato, o che sono programmati in un futuro prossimo.

Alcuni riferimenti più puntuali e specifici riguarderanno la Sicilia, la sua storia geologica e quella antropica connessa (Alvarez and Gorbandt, 1970).

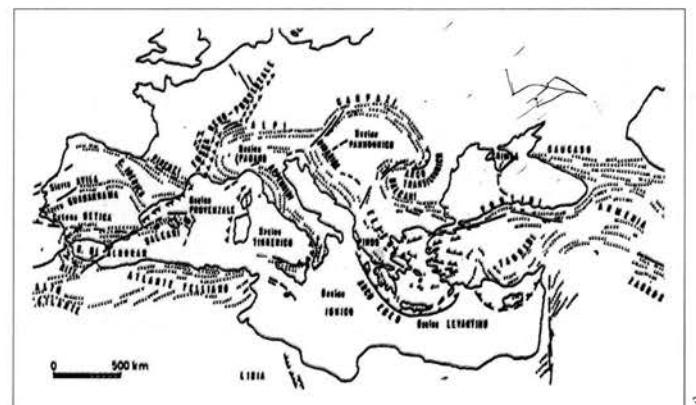
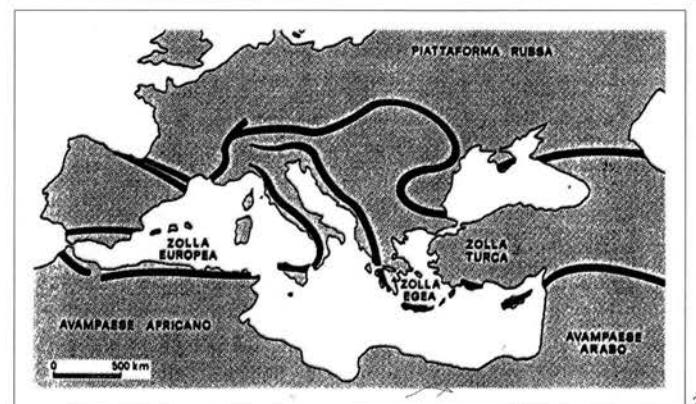
Innanzitutto la geologia mediterranea, che ha ovviamente influito sulla disponibilità e conseguente impiego da parte dell'uomo di pietre utili per l'arte e l'architettura (Fig. 1). I materiali lapidei più usati per i monumenti dei paesi del bacino mediterraneo, e che quindi più li caratterizzano, sono i calcari e i marmi propriamente detti. I primi affiorano abbondantemente in tutte le regioni bagnate dal nostro mare in quanto si formarono nell'area corrispondente al paleo-oceano denominato Tetide in un intervallo di tempo che va dal Paleozoico al Terziario, con maggior intensità nel Mesozoico (Figg. 2-3). E' infatti in questo lungo periodo che si crearono le condizioni ottimali per un notevole e diffuso sviluppo di quei complessi sedimentari conosciuti come depositi di piattaforma carbonatica marginali rispetto agli orogeni alpidici del Mediterraneo, che in seguito a litificazione si trasformarono in rocce calcaree. Facies carbonatiche

fig. 1 - Affioramenti di rocce carbonatiche da cui provengono numerose varietà utilizzate fin dall'antichità per l'estrazione e l'impiego di materiale calcareo (sedimenti del margine settentrionale (1) e del margine meridionale (2) della Tetide) (F. Zizza, 1990)

figg. 2, 3 - I due principali sistemi montuosi del bacino del Mediterraneo formatisi in seguito alla collisione di due grandi placche tettoniche, quella euroasiatica e quella africana (F. Zizza, 1990)

di piattaforma di età mesozoico-terziaria sono presenti nell'orogeno spagnolo della Betica, in Catalogna e nella regione pirenaica, Aquitania e Provenza, nelle Alpi meridionali, nelle Dinaridi e Ellenidi, nell'Appennino, in Sicilia e Sardegna, nelle catene nordafricane sino al margine afro-arabico, dalla Tunisia al Libano, includendo Creta e Cipro. I secondi, cioè i marmi cristallini, sono per lo più legati ai fenomeni di metamorfismo regionale, a loro volta collegati alle orogenesi caledoniana, ercincica e alpina che trasformarono precedenti calcari e/o dolomie in marmi cristallini bianchi o grigi di grande importanza per la storia dell'arte antica, come il marmo pario e pentelico, rispettivamente dall'isola di Paros nelle Cicladi e dal Monte Penteli presso Atene, il proconnesio dall'Isola di Marmara nel mare omonimo, e il lunense (marmo di Carrara) (L. Lazzarini, 2008).

Litotipi carbonatici sedimentari, tra cui calcari compatti del Trias-Eocene sono stati comunemente impiegati in molti centri storici o fabbriche antiche del Mediterraneo. Basti citare qualche esempio: per la Spagna il "medol" di Tarragona e dintorni, per la Provenza i calcari di Marsiglia-Nizza, per l'Italia i calcari del Rosso Ammonitico di Verona, la Pietra d'Istria di Venezia, i calcari di piattaforma pugliesi, la Pietra di Billiemi della Sicilia Occidentale, e per il Levante, i calcari di Baalbeck (Libano) e quelli di



Damasco (Siria). Anche calcari teneri, come quello di Tura diffusissimo in Egitto, ma in particolare calcareniti (grainstones) di varia età, solitamente databili dal Miocene

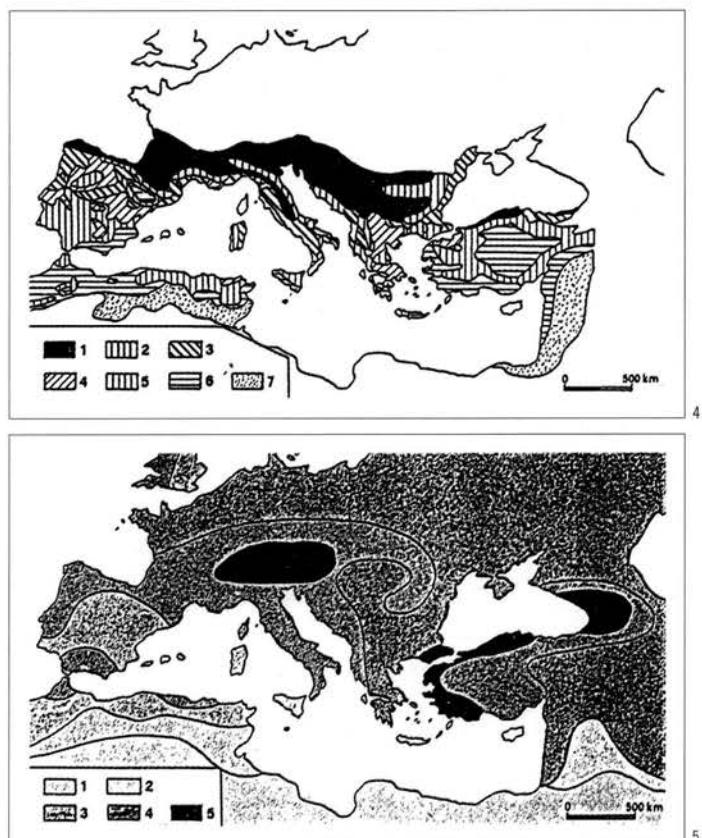
al Quaternario, sono stati usatissimi, ancor più di quelli compatti. Essi infatti costituiscono importanti monumenti della Spagna meridionale, come ad esempio le cattedrali di Siviglia e Granada; della Sicilia e dell'Italia del Sud, come i templi di Selinunte e Agrigento o le città barocche della Val di Noto, e di Lecce; della Tunisia e di Malta (ad esempio gli edifici punici di Cartagine e i templi megalitici di Mujidra), di Creta (le mura veneziane di Candia e Retimno), della Tripolitania (tutti i monumenti di Leptis Magna e Sabratha) e Cirenaica, dell'Anatolia occidentale e meridionale (ad es. i monumenti di Efeso e della Licia), delle coste della Fenicia (le aree archeologiche di Sidone e Tiro) e Palestina (il castello e gli edifici di Cesarea Marittima). Marmi cristallini vennero cavati in gran quantità dai Greci prima, ma soprattutto dai Romani poi, in tutto il Mediterraneo, da Estremoz e Macael in Portogallo e Spagna, rispettivamente, sino a tutto il grande bacino del fiume Meandro (ora Menderes) in Turchia, passando per Cap de Garde in Algeria, Carrara in Italia, l'Attica, le Cicladi e la Macedonia in Grecia, sia per edificare o decorare di statue grandi edifici pubblici come quelli dell'acropoli di Atene, tra cui il Partenone, o i templi di Roma e delle altre metropoli dell'antichità, tra le quali Alessandria d'Egitto, Costantinopoli, Efeso, Antiochia di Siria, ecc.

Sono le proprietà intrinseche di queste classi di materiali,

quali la struttura e tessitura, la composizione, le proprietà fisico-meccaniche, che sono simili (ovviamente per ciascuna delle tre classi: calcari compatti, calcari teneri e calcareniti, marmi), e perciò le accomunano anche quanto a comportamento nel tempo e per uno stesso ambiente. Per cui si può dire che nel Mediterraneo esiste non solo una koinè culturale omogenea per le grandi epoche storiche che hanno visto lo sviluppo delle civiltà mesopotamica, egizia, greco-romana, islamica e cristiana, ma anche una comune natura e durevolezza dei principali materiali che ne costituiscono i monumenti. Anche il clima e l'ambiente sono caratteristiche unificanti per il Mediterraneo, ed esercitano una influenza diretta sulla conservazione dei materiali componenti i monumenti antichi. Il primo infatti è caratterizzato da un regime generale che fa registrare tempo piuttosto costante asciutto e sereno in estate per effetto dell'anticiclone tropicale, epiovoso in autunno-inverno, con lo spostamento dell'anticiclone a sud; in genere il tempo diventa più instabile per l'arrivo di venti ciclonici umidi dall'Atlantico. Nel dettaglio, i parametri climatici (temperatura, umidità, ventosità, precipitazioni) sono ancora più simili per l'area mediterranea centro-meridionale e per quella settentrionale, la prima connotata da temperature medie più alte e aridità diffusa; la seconda da temperature più

figg. 4, 5 - Differenze della durata dei periodi aridi (fig. 4, da P. Birot - J. Dresch, 1953) e dei valori dell'umidità al suolo (fig. 5, da M. I. Ludovitch, 1977) nella regione mediterranea (F. Zezza, 1990)

basse e maggiore piovosità (Figg. 4-5). Il clima delle fasce costiere dei vari paesi che si affacciano sul mare, dove si concentra il più grande numero di siti antichi, si discosta da queste caratteristiche generali, essendo tendenzialmente più uniforme e simile in relazione ad analoghi caratteri geomorfologici. In generale, nelle regioni costiere l'umidità, specie notturna, è molto più elevata e favorisce fenomeni di condensazione molto dannosi per i materiali lapidei e litoidi. Considerando l'ambiente, poi, la presenza di ventosità costante quasi tutto l'anno dovuta alle brezze marine, comporta la formazione di aerosols salini che sono tra le principali cause di deterioramento di tutti i materiali porosi. Se inoltre, si pensa che le acque piovane e di condensa in queste regioni non sono quasi mai pure, ma contengono disciolti sali e inquinanti atmosferici, si può ben comprendere come è nella fascia costiera mediterranea che si concentrano i più gravi fenomeni di degrado che investono non solo l'esterno dei monumenti, ma che si verificano spesso anche al loro interno (Lazzarini e Tabasso, 1986). In tale contesto va infatti sottolineato che lungo le coste sono presenti molte città popolose con estese aree industriali, o raffinerie di petrolio e centrali termoelettriche ad alto tasso di inquinamento sia atmosferico che marino (Figg. 6-7). E' ben noto come, specie il primo, costituisca un'importante



fattore di accelerazione nei processi di degrado dei materiali lapidei. Tenendo conto, pertanto, del clima e dell'ambiente costiero attuale di molte aree mediterranee e dei

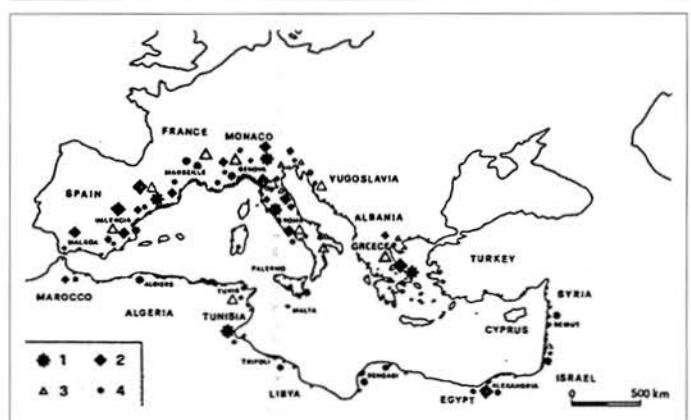
figg. 6, 7 - Inquinamento da scarichi domestici e da rifiuti industriali (fig. 6).

1: BOD (tonn / anno / km) scarichi civili (da C. Osterberg e S. Kecknes, 1977); 2: punti focali di inquinamento; 3: BOD (tonn / anno) scarichi industriali. Ubicazione delle principali fonti inquinanti lungo la costa del Mar Mediterraneo (fig. 7)

1: insediamenti civili; 2: industrie chimiche; 3: raffinerie; 4: acciaierie; 5: concerie (da R. Helmer, 1977) (F. Zezza, 1990)

fenomeni di deterioramento più gravi e frequenti di calcari e marmi, si può senz'altro concludere che le cause principali che producono la cosiddetta "malattia della pietra" sono l'effetto della cristallizzazione dei sali solubili (specie del NaCl) per i calcari, la "cottura" da sbalzi termici per i marmi e, per tutti e due questi materiali, la solfatazione dovuta all'inquinamento atmosferico da composti dello zolfo. Per quanto riguarda l'effetto dei sali, esso è particolarmente dannoso per le pietre calcaree molto porose dei monumenti siti in aree costiere, e quindi sottoposti alla deposizione di cloruro sodico sottoforma di spray e aerosols marini. In questi monumenti, l'azione continua delle brezze che favoriscono la formazione di cripto-efflorescenze saline, produce gravi fenomeni di alveolizzazione, talvolta riscontrabili anche in edifici siti in aree arretrate di alcune decine di km rispetto alla costa (ad es. a Lecce e a Noto), e su rocce silicate (ad es. nelle andesiti dei monumenti delle antiche poleis di Assos (Behramkale, Ezine – Turchia) e Methymna (Molivos, Isola di Lesbo, Grecia).

La "cottura" dei marmi è invece una semplice, ma grave, conseguenza climatica degli sbalzi di temperatura in presenza di umidità che vengono mal sopportati dai marmi a causa della loro particolare grana più grossa rispetto ai calcari (solitamente compresa tra 0,5 e 10 mm), ciò che



esalta il già forte comportamento anisotropo della calcite alla dilatazione termica.

La solfatazione di calcari e marmi avviene in aree, sia urbane che industriali, ove l'aria è inquinata da composti dello zolfo, principalmente da anidride solforosa che in

presenza di gas ossidanti (composti dell'azoto, ozono) e/o di particolato atmosferico si trasforma in anidride solforica che con l'acqua forma acido solforico. Questo acido, se viene a contatto con i calcari o marmi (ma anche malte e intonaci a base di calce) reagisce immediatamente corrodendoli e formando gesso (solfato di calcio biidrato), un sale solubile che poi danneggia i materiali di cui sopra per cicli di cristallizzazione-dissoluzione-cristallizzazione. Gli effetti visibili della solfatazione sono la formazione di croste nere sulla superficie dei monumenti, croste che sono non solo deturpanti ma anche molto dannose, e vanno sempre eliminate.

Questa conclusione ci introduce alla necessità della pulitura, e quindi di un restauro dei monumenti. Non basta infatti nelle aree inquinate migliorare la qualità dell'aria per diminuire la velocità del deterioramento della pietra, ma bisogna anche pulire e proteggere le superfici lapidee. Come detto sopra, a questa conclusione si arrivò alla fine degli anni sessanta-primi anni settanta in seguito a una serie di congressi internazionali tenutesi in Italia (specie a Bologna), Francia (La Rochelle) e Grecia (Atene), che determinarono il consenso degli specialisti in conservazione della pietra su una prassi operativa che da un lato prevedeva la soluzione dei problemi strutturali degli edifici come necessità primaria per la

loro sopravvivenza fisica, e dall'altro il completamento degli interventi conservativi con il restauro delle superfici tendente a recuperare il più possibile i valori estetici delle facciate (mediante opportune puliture controllate) e a preservarne i materiali con trattamenti di consolidamento (ove necessario) e di protezione. Iniziò così in Italia, sempre negli anni settanta una estesa sperimentazione nei laboratori e in situ sui monumenti, contemporaneamente a interventi piloti su edifici campione. Sono di quegli anni gli importanti restauri della Porta della Carta di Palazzo Ducale a Venezia, dei rilievi delle cattedrali di Ferrara e di S. Petronio a Bologna, di alcuni monumenti di Firenze e Roma, restauri che in un certo senso fecero scuola e spinsero l'ICCROM, l'UNESCO e le Soprintendenze del Ministero Italiano per i Beni Culturali a lanciare a Venezia nel 1976 il primo corso internazionale per la conservazione della pietra che, con cadenza biennale, è arrivato nel 2003 alla 15a edizione. Verso la fine degli anni settanta molti altri paesi mediterranei seguirono l'Italia nell'intraprendere importanti progetti di restauro: val la pena ricordarne i maggiori. Innanzitutto il restauro dei monumenti dell'Acropoli di Atene, in particolare dell'Eretteo, sui quali si era già intervenuti all'inizio del Novecento, restauro ora concluso, e del Partenone, tuttora in corso: questi restauri eseguiti sotto l'egida dell'UNESCO e con il controllo di

un comitato internazionale di esperti ha consentito una nuova anastilosi dell'Eretteo e una parziale ricostruzione della cella del Partenone, oltre ad accumulare una notevole esperienza sui problemi di deterioramento e conservazione del marmo pentelico. Altri importanti interventi iniziarono, sempre alla fine degli anni settanta proseguendo nei due decenni successivi, in Francia (i portali policromi di Chartres, Notre-Dame a Parigi, St. Trophime ad Arles, la cattedrale di Amiens, ecc.), in Spagna (S. Maria di Ripoll, vicino a Madrid, le cattedrali di Burgos, Santiago di Compostela, Oviedo, l'Università di Salamanca, ecc.), ancora in Italia (i monumenti dei Fori e gli archi trionfali di Roma antica, il Duomo di Milano, i monumenti barocchi di Lecce, ecc.), in Turchia (le chiese rupestri della Cappadocia, la biblioteca di Celso a Efeso, S. Sofia a Istanbul, ecc.), in Egitto (la Sfinge, la tomba di Nefertari, alcuni monumenti della Cairo islamica).

Attualmente sono molti gli interventi di restauro di grande importanza in corso o programmati sui monumenti lapidei in pietre carbonatiche dell'area del Mediterraneo. Val la pena di ricordare tra quanto si sta facendo in Italia, il restauro sistematico dei monumenti barocchi della Val di Noto in Sicilia, ora giunto a buon punto, il restauro di Palazzo Ducale e della Basilica di S. Marco a Venezia (il primo completato, il secondo in dirittura di arrivo), il

restauro della Basilica Palladiana a Vicenza (costruita con le pietre di Piovene e dei Berici), il restauro dell'Arena di Verona (in calcari nodulari del Rosso Ammonitico), del tempio di Adriano a Roma in marmo tasio. Per finire vorrei menzionare il vasto progetto di intervento sui monumenti di Tiro e di Baalbeck in Libano che sarà finanziato dalla Banca Mondiale e si propone come un restauro esemplare per tutta l'area del Medio Oriente.

### **Bibliografia essenziale**

Alvarez W. and Gohrbandt K. H. eds., 1970, *Geology and History of Sicily, The Petroleum Exploration Society of Lybia, Tripoli*, Castelfranco Veneto (TV).

Lazzarini L., 2008, *I Greci nell'Adriatico nell'età dei Kouroi*. In "Atti del Convegno Nazionale di Studi sui Kouroi Adriatici" (a cura di M. Luni), Urbino, pagg. 117 - 133.

Lazzarini L., Laurenzi Tabasso M., 1986, *Il restauro della pietra*, Padova.

Zezza F., 1990, *La conservazione dei monumenti nel bacino del Mediterraneo*, in "La conservazione dei monumenti nel bacino del Mediterraneo" a cura di F. Zezza, Atti del I° Simposio Internazionale, Bari 7-10/6/1989, Brescia, pagg. 7 - 28.