



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
124° (2006), Vol. XXX, P. II, pp. 173-185

PATRIZIA TUCCI* – CLAUDIO IMPERATORI*

**Il contributo delle Scienze geologiche
negli studi archeometrici e nella conservazione
di reperti lapidei pugliesi: il capitello (federiciano?)
del Metropolitan Museum of Art di New York
e l'Obelisco di S. Oronzo (Ostuni, BR)**

INTRODUZIONE

Gli studi archeometrici su reperti in materiali lapidei stanno avendo in questi anni un incremento notevole dovuto alla maggiore attenzione che viene concessa ai Beni Culturali e alla loro conservazione. L'archeometria, intesa come intervento e applicazione delle scienze sperimentali, naturali e tecnologiche alla conoscenza e caratterizzazione dei materiali delle opere del patrimonio culturale e dei loro contesti ambientali di ritrovamento, è nata per dare un approccio metodologico scientifico alla conoscenza dei materiali lapidei impiegati nella costruzione di monumenti e manufatti antichi e non, ed acquista necessariamente dei fini di valenza storica: definizione della provenienza dei lapidei, quindi dei relativi flussi di commercio e scambio in un determinato periodo, l'età, quando possibile, dei materiali o dei livelli stratigrafici di ritrovamento, infine la scoperta e l'interpretazione delle antiche tecnologie di cavatura. Dunque per studio archeometrico si intende risalire alle cave antiche, quando ancora riconoscibili, o alla formazione geologica di appartenenza. È intuitivo che per rendere più agevoli tali studi, andrebbero preliminarmente individuate e studiate le antiche cave di estrazione dei più importanti e famosi materiali lapidei utilizzati fin dall'antichità (Banche Dati), e non partire dal reperto e cercare il sito estrattivo. La conoscenza, inoltre, dei siti estrattivi di tali materiali permette, nel caso si proceda al loro restauro, di poter disporre di grossi

* Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Roma «La Sapienza», P.le Aldo Moro 5, 00185 Roma. E-mail: patrizia.tucci@uniroma1.it

campioni per le necessarie prove fisico-meccaniche o per eventuali sostituzioni di parti fortemente degradate.

Impostare una ricerca in questo senso, significa in ultima analisi effettuare uno studio petrologico sul materiale al fine di individuare parametri minero-petrografici, chimici, geochimici e/o paleontologici, che confrontati con quelli dei campioni di cava ne indichino univocamente la provenienza. La caratterizzazione di tale materiale comporta principalmente lo studio minero-petrografico, l'analisi quantitativa degli elementi anche in traccia, la determinazione dei rapporti isotopici, lo studio delle interfasi e delle superfici, nel caso di rocce sedimentarie, la determinazione quantitativa e qualitativa del residuo insolubile e il riconoscimento della componente paleontologica.

IL CAPITELLO (età e provenienza incerte) DEL METROPOLITAN MUSEUM OF ART DI NEW YORK

L'interesse di questo reperto – capitello in biocalcarenite con 4 teste scolpite (Castelnuovo Tedesco, 1995) – di età e provenienza ignote, comparso dal nulla sul mercato d'arte di Parigi nel 1928, nasce dalla somiglianza evidenziata nel 1965 dalla dottoressa V. Ostoia con il più noto capitello Federiciano (Calò & Mariani, 1995) rinvenuto nel 1920 a Troia (Foggia) in occasione del restauro della cattedrale (Fig. 1). Il capitello di Troia è risultato, da studi precedentemente effettuati, realizzato in pietra locale (“Tufi Calcarei” e/o “Tufi del Gargano”, Pliocene; zone estrattive di Apricena, Siponto e S.Leonardo).

Dal 1977, anno in cui i due capitelli furono presentati ad una mostra tenutasi al Wurtembergisches Landes Museum di Stoccarda, gli studiosi di storia dell'arte si sono divisi tra sostenitori dell'ipotesi che i due reperti sono stati eseguiti contemporaneamente per lo stesso monumento e da coloro che ritengono il capitello di New York una copia di quello di Troia.

Al fine di portare un contributo alla risoluzione di questa controversia si è effettuato sul capitello di New York uno studio a carattere archeometrico.

Analisi:

Su due frammenti (campioni N1 e N2), prelevati alla base del reperto di New York secondo le disposizioni Normal 3/80, sono state eseguite: analisi mineralogiche e petrografiche al microscopio ottico (Zeiss); analisi diffrattometriche a raggi X (Seifert, 30 μ A, 40 KV); analisi chimiche, tramite fluorescenza a raggi X (Siemens con tubo ad anticatodo al Cr, 3000W); datazioni tramite misura dello $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (spettrometria di massa a ionizzazione termica positiva, VG54E a singolo collettore su polvere).

Risultati Sperimentali:

Dal punto di vista minero-petrografico si tratta di una biocalcarenite a struttura bioclastica e tessitura isotropa (Fig. 2); lo scheletro è composto da individui di calcite



Fig. 1. A sinistra il capitello del Museo Diocesano di Troia; a destra quello del Metropolitan of Art di New York.

(granulometria media, circa 0.3 mm) e bioclasti, subordinati cristalli di quarzo, lamine di fillosilicati e frammenti litici di varia natura; il cemento, scarso, è di natura calcitica con presenza diffusa di ossidi di Fe, mentre la matrice è costituita da abbondanti granuli di calcite poco arrotondati (granulometria media, circa 0.05 mm). Per quanto riguarda la componente paleontologica sono state trovate: una fauna bentonica rimaneggiata, grossi e abbondanti frammenti di spicole silicee e subordinati microforaminiferi planctonici fra cui la *Globoquadrina cf debiscenses* (Fig. 2).

L'associazione faunistica, tipica del Terziario, nonché i risultati delle datazioni $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Fig. 3) permettono di ascrivere la roccia al Miocene Basale (Aquit-

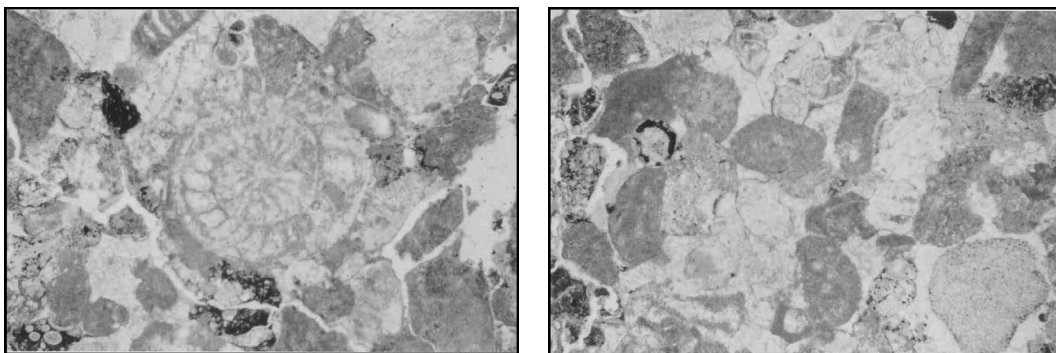


Fig. 2. A sinistra Foto in sezione sottile del campione N1, struttura bioclastica e tessitura isotropa (20x, nicols paralleli); a destra Foto in sezione sottile del campione N2, granuli poco arrotondati, in alto fossile di *Globoquadrina* (20x, Nicols paralleli).

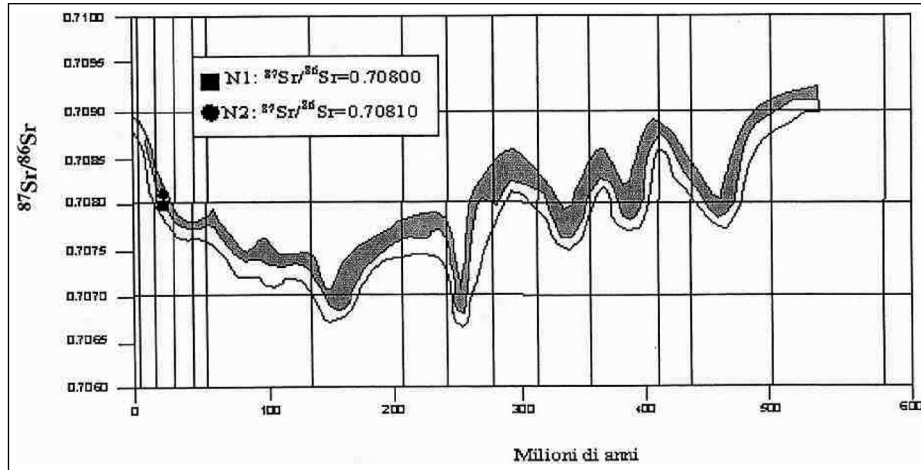


Fig. 3. Valori del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ per i due campioni N1 e N2 contro il tempo in Ma nel Diagramma di Koeppnick ($\text{err}=2 \cdot 10^{-5}$).

niano). La presenza di spicole di spugne, costituite da silice amorfa, è evidenziata anche dall'analisi chimica della roccia (Tab. 1), in quanto mostra un valore di SiO_2 alto non giustificato (esame microscopico e diffrattometrico) dalla scarsa quantità di quarzo riconosciuta.

	N1 wt%	N2 wt%
SiO_2	11,83	12,01
Al_2O_3	0,63	0,66
Fe_2O_3	1,16	1,15
MnO	0,13	0,14
CaO	47,03	46,75
L.O.I.	38,37	38,52
Zr	79	54
Sr	1608	1304
Rb	9	10
Cu	59	43

Tab. 1. Analisi chimica dei principali elementi maggiori ed in traccia eseguite alla fluorescenza a raggi x; Fe_2O_3^* =Fe totale; L.O.I.=perdita a 900°C .

Discussione:

L'analisi chimica, unitamente allo studio paleontologico, permette la ricostruzione delle caratteristiche del bacino di deposizione dell'antico sedimento (contenuti in MnO, Fe₂O₃, Cu, Sr): ambiente al limite tra un Margine di Piattaforma e la Scarpata – profondità non superiore ai 70 m – dominato da un'alta energia (spiccato rimaneggiamento dei fossili bentonici) e con breve trasporto dei granuli (scarso grado di arrotondamento). Questa indicazione batimetrica è supportata dalla presenza di foraminiferi planctonici.

In Puglia biocalcareni del Miocene Inferiore, confrontabili (criteri morfologici e litostratigrafici) con la roccia con cui è stato realizzato il capitello di New York, si rinvencono, in affioramento, in spessi strati alternati a marne più o meno calcaree in un membro flyschoidale della Formazione della Daunia Orientale (zone estrattive Rotello, Colletorto, Castelnuovo Monterotaro). In particolare termini uguali al materiale del capitello affiorano a Castelluccio Valmaggione e a Monte San Vito, settore quest'ultimo, distante da Troia circa 23 Km (unità Daunia, membro del Flysch di Faeto) (Tucci et al., 1998).

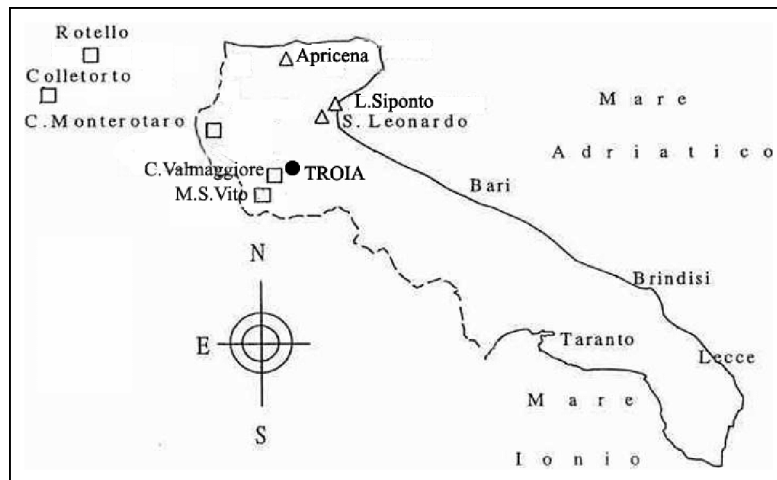


Fig. 4. Principali distretti estrattivi della biocalcareni del Miocene Inferiore in Puglia e Molise.

Conclusioni:

- Il capitello di New York è stato realizzato con una biocalcareni del Miocene Inferiore. Il capitello di Troia con una biocalcareni del Pliocene.
- Biocalcareni del Miocene Inferiore affiorano in Puglia, in particolare vicino a Troia, in un membro Flyschoidale della Formazione della Daunia Orientale (Monte Faeto).
- La Formazione dei “Tufi del Gargano” e la Formazione della Daunia non si rinvencono mai in affioramento insieme (Fig. 4).

I risultati ottenuti sembrano in contrapposizione con l'ipotesi che i due capitelli siano stati eseguiti contemporaneamente per lo stesso monumento. Non vi è, infatti, una giustificazione logica per l'utilizzo da parte delle maestranze dell'epoca di due litotipi, macroscopicamente simili, ma provenienti da Formazioni che affiorano in zone "per l'epoca" molto distanti tra loro, a meno di non invocare per uno dei due reperti l'utilizzo di materiale di riuso. Va, però, altresì detto che materiali simili e della stessa età di quello con cui è stato realizzato il capitello conservato al Metropolitan Museum di New York affiorano in Corsica; ci si ripromette di effettuare un confronto fra questi e la bioclacarenite del capitello.

I MATERIALI LAPIDEI DELL'OBELISCO DI S. ORONZO (OSTUNI, ITALIA). INDAGINI FINALIZZATE AL RESTAURO

Scopo del lavoro è il riconoscimento e la caratterizzazione dei litotipi lapidei utilizzati per la realizzazione dell'Obelisco (Fig. 5), l'individuazione delle formazioni e/o cave antiche di provenienza dei materiali e quindi l'esecuzione sui campioni di cava di alcune prove geotecniche, tutto ciò finalizzato a dare indicazioni utili per il restauro del monumento ed ad avere a disposizione materiale per eventuali sostituzioni di parti fortemente degradate.

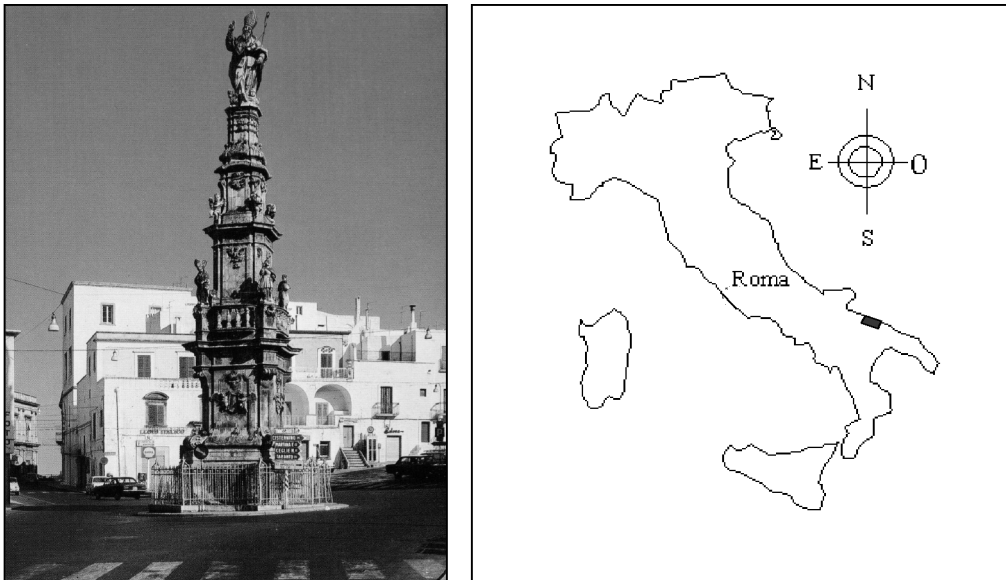


Fig. 5. Guglia rococò di S. Oronzo (barocco locale) presso la Piazza della Libertà (Ostuni).

Campionamento e Analisi:

Prima del campionamento i litotipi utilizzati sono stati identificati in base alle evidenze macroscopiche, quali colore reale, granulometria e consistenza, e sulla base del diverso grado di alterazione superficiale presente in accordo con l'esposizione e la posizione del manufatto sul monumento (Fig. 6).

La campionatura è stata fatta in accordo con le raccomandazioni Normal 3/80 (Fig. 6).

Sui campioni si sono effettuati: studi petrografici al microscopio ottico (Zeiss), diffrattometria (XRF) (Seifert, 30 μ A, 40 KV), determinazione qualitativa e quantitativa del residuo insolubile dopo opportuno attacco chimico, analisi chimiche tramite fluorescenza X (XRF) (Siemens con tubo ad anticatodo al Cr, 3000W), datazione tramite la misura del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (spettrometria di massa a ionizzazione termica positiva, VG54E a singolo collettore su polvere). Prove fisico-meccaniche (metodologie varie) e prove d'invecchiamento (più cicli termali e di immersione in $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$) finalizzate agli interventi di restauro.

Risultati Sperimentali:

Le analisi petrografiche hanno evidenziato la presenza di due litotipi: una Intrabiomicrite (Fig. 7) a tessitura fra fango e granosostenuta (Wackestone/Packstone), matrice micritica abbondante con immersi numerosi clasti, rari quelli di origine biogena. Porosità diffusa con piccole cavità spesso di forma circolare (impronte di Calcispherulidi); una Intrabiomicrite (Fig. 7) a tessitura granosostenuta (Packstone), matrice e subordinata calcite spatica, granuli sia di clasti micritici che di bioclasti (Coccoliti, alghe calcaree, lamellibranchi). Porosità superiore al campione precedente.

In Tab. 2 vengono riportati i valori medi delle analisi chimiche.

Le analisi isotopiche $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Tab. 3) hanno consentito di datare tutti i campioni tra il Campaniano Superiore e il Maastrichtiano.

In figura 8 è riportata la serie stratigrafica delle Murge nel settore di Ostuni.

Discussione:

Il confronto tra i caratteri minero-petrografici, chimici, paleontologici, nonché le età assolute delle rocce, con quelli dei campioni di cave antiche affioranti nel distretto di Ostuni (Tucci P. & Morbidelli P., 2004), hanno permesso di ascrivere i campioni O5, O6, O7, O10, O11 ad una facies eteropica intermedia fra il "Calcarea di Caranna s.s." ed il "Calcarea di Caranna" varietà Ostuni e gli altri campioni al "Calcarea di Caranna" s.s..

Circa le cave di provenienza dei materiali, si deve tener conto che: la facies eteropica intermedia tra il "Calcarea di Caranna s.s." e il "Calcarea di Caranna" varietà Ostuni non è stata mai rinvenuta in affioramento né ad Ostuni né nella piana sottostante la città; il "Calcarea di Caranna s.s.", riconosciuto tra i materiali dell'Obeli-

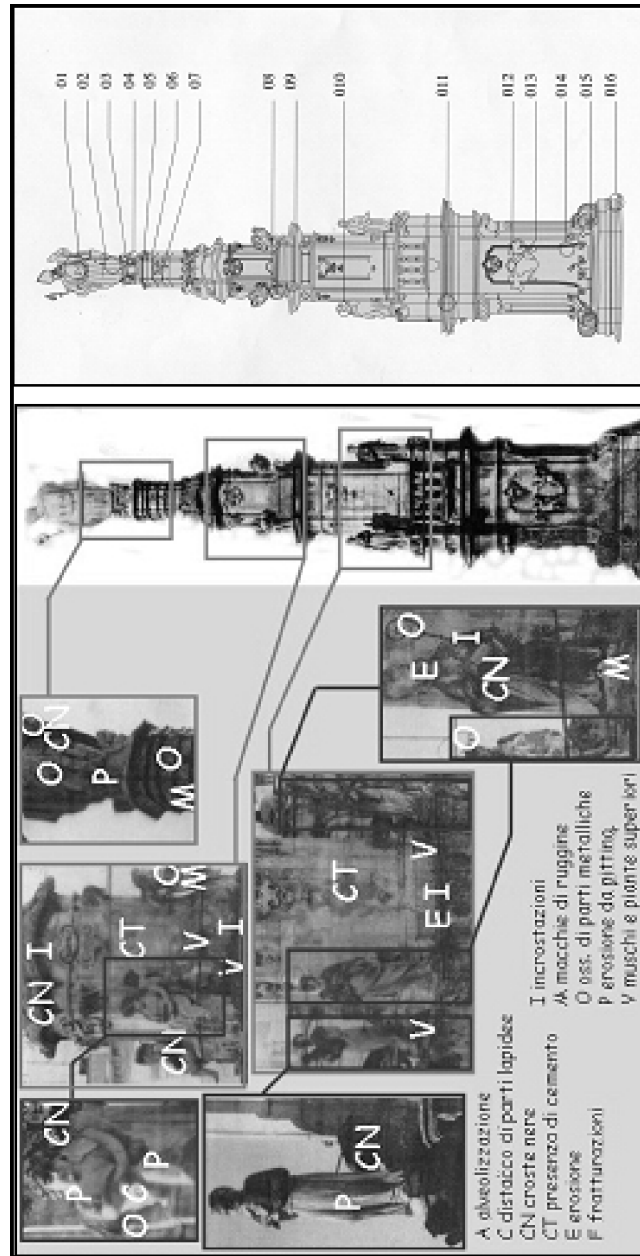


Fig. 6. Forme e prodotti di alterazione dell'Obelisco di S. Oronzo e punti di prelievo dei campioni studiati.

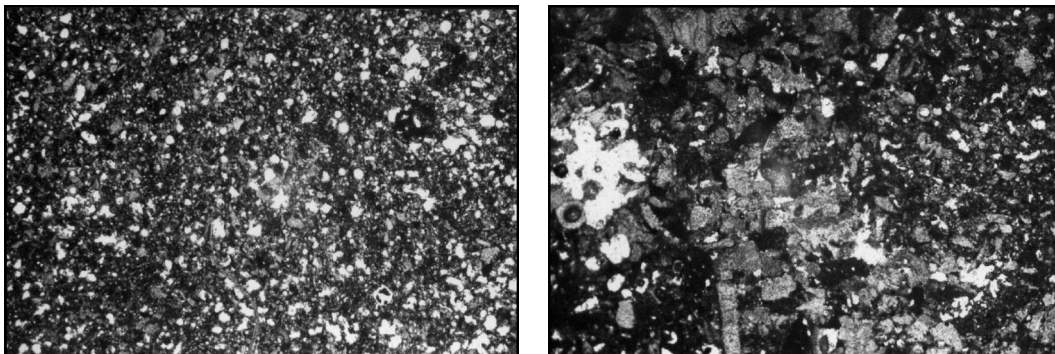


Fig. 7. Fotografie in sezione sottile dei due litotipi riconosciuti. A sinistra l'Intrabiomicrite a tessitura tra fango e granosostenuta; a destra l'Intrabiomicrite a tessitura granosostenuta. (Nicols incrociati, 10X, 1 cm = 100 μ m).

	LITOTIPO 1	LITOTIPO 2
SiO ₂	0,01	0,02
TiO ₂	0,01	0,01
Al ₂ O ₃	-	-
Fe ₂ O ₃ *	-	-
MnO	0,02	0,01
MgO	0,06	0,20
CaO	55,91	55,65
Na ₂ O	0,01	0,01
K ₂ O	-	-
LOI	44,32	44,87
Tot	100,33	100,79
CaCO ₃	99,78	99,33
CO ₂	43,88	43,68
S	120	1
Rb	9	2
Sr	106	53
Ba	7	7
La	22	-
Cr	19	2
R.I.	0,11	0,29
CaCO ₃	99,78	99,33

Tab. 2. Elementi Maggiori (% in peso) e in Traccia (ppm) dei campioni prelevati dall'Obelisco. - = sotto il limite di rilevabilità; LOI = perdita a 900°C; R.I. = residuo insolubile (% in peso); Fe₂O₃* = Fe totale. Litotipo 1 = O1, O2, O3, O4, O8, O9, O12, O13, O14, O15, O16; Litotipo 2 = O5, O6, O7, O10, O11.

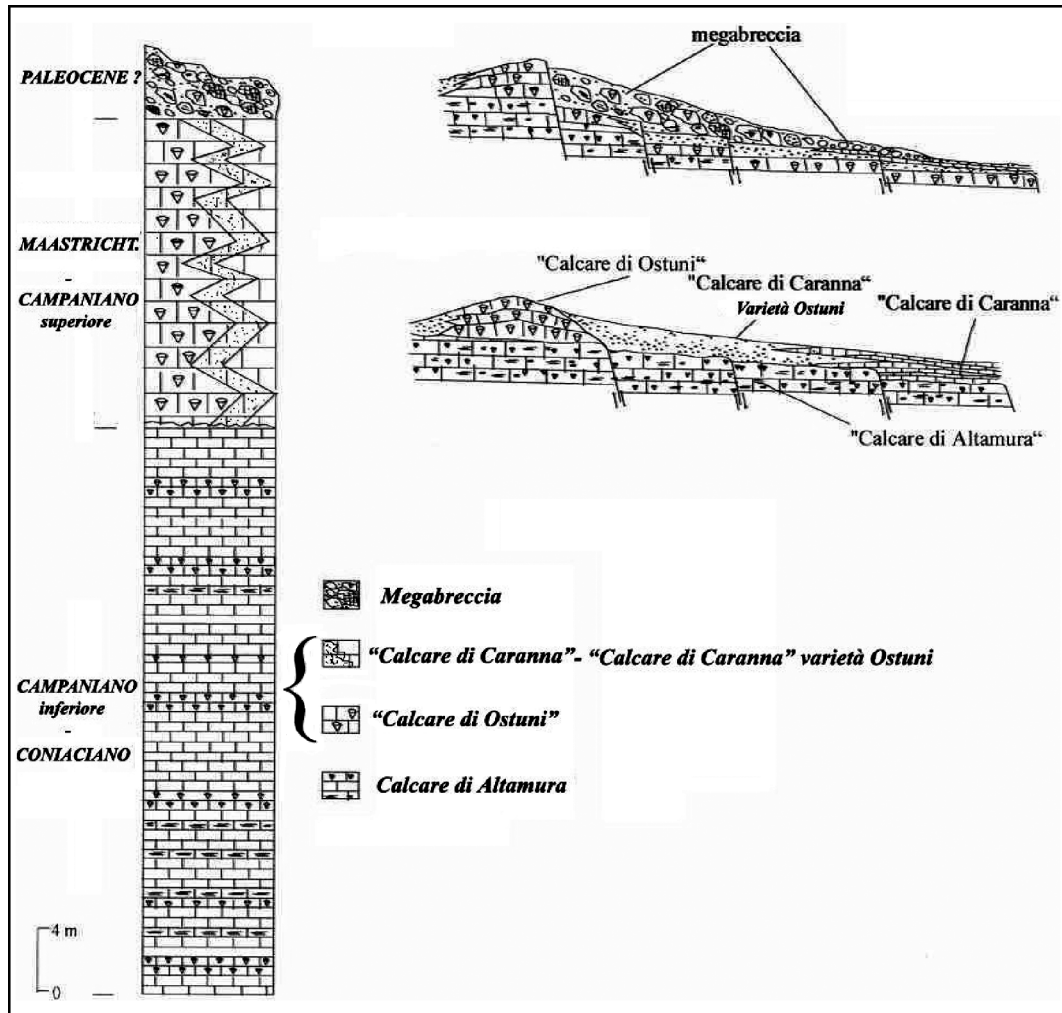


Fig. 8. Ricostruzione dell'evoluzione della piattaforma carbonatica nel Settore di Ostuni dal Campaniano inf. al Maastrichtiano-Paleocene? (da Pieri & Laviano, 1989; modif.).

sco, corrisponde alla parte inferiore del Membro ghiaioso a *Sabinia* della formazione (Luperto Sinni & Borgomano, 1989; Tucci et al., 1994), mentre quello coltivato nelle famose ed antiche cave di Caranna (Fig. 9) (località a 15 Km da Ostuni), da cui la formazione prende il nome, corrisponde al Membro brecciato; del Membro ghiaioso a *Sabinia* si è ritrovata un'unica piccola cava (Tucci P. & Morbidelli P., 2004), con tracce di lavorazione antica, a Costamerlata (Villanova, Marina di Ostuni); nei blocchi della Megabreccia (Fig. 8) sono presenti clasti costituiti da tutti i litotipi calcarei della successione stratigrafica del settore di Ostuni. È ragio-

	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Età
O1	0.707630±15	Campaniano Superiore
O3	0.707620±15	Campaniano Superiore
O6	0.707605±15	Campaniano Superiore, Tardo Maastrichtiano
O8	0.707640±15	Campaniano Superiore
O9	0.707640±15	Campaniano Superiore
O10	0,707605±15	Campaniano Superiore, Tardo Maastrichtiano
O16	0.707630±15	Campaniano Superiore

Tab. 3. Risultati delle datazioni tramite misura del rapporto $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

nevole, pertanto, dedurre per i materiali con cui è stato realizzato l'Obelisco una provenienza dalle cave aperte nella Megabreccia (cave Melpignano) affiorante in località Masseria Tamburoni (piana degli olivi, sottostante la città) direzione Carovigno) (Fig. 10) non essendo verosimile che le maestranze dell'epoca prelevassero materiali macroscopicamente uguali da due cave distanti tra loro circa 7 Km.

Sono state effettuate, infine, sui litotipi reperiti in cava: prove geotecniche per l'individuazione delle caratteristiche meccaniche (resistenza a compressione uniaxiale, modulo di elasticità e coefficiente di Poisson), delle caratteristiche fisiche (peso per unità di volume, velocità onde P, coefficiente di imbibizione, indice dei vuoti, porosità), la misura della percentuale dei sali solubili (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^-), e prove d'invecchiamento effettuate tramite cicli termici e vari cicli di immersione in $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$. Queste hanno indicato che è sconsigliato l'uso per esterni di questi materiali, in quanto la permeabilità, l'elevato coefficiente di porosità e la grana ne accentuano l'alterazione.

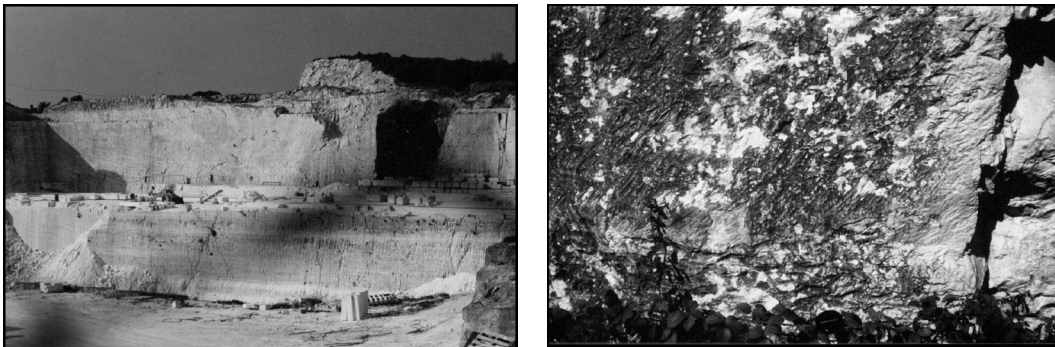


Fig. 9. Cava del "Calcare di Caranna s.s" (Conti) in località Caranna; a sinistra tracce di lavorazione antica.



Fig. 10. Cava di “Megabreccia” (Melpignano) in località Masseria Tamburoni.

Conclusioni:

L’Obelisco è stato realizzato utilizzando due tipi di rocce calcaree, fra loro eteropiche, appartenenti alla stessa formazione murgiana: il litotipo maggiormente utilizzato è la porzione inferiore del Membro ghiaioso a *Sabinia* del “Calcare di Caranna s.s.”, l’altro è una facies eteropica intermedia fra il “Calcare di Caranna s.s.” e il “Calcare di Caranna” varietà Ostuni. I materiali sono stati utilizzati indifferentemente sia per le parti scolpite che per i plinti e le balconate.

Le cave di prelievo, più probabili, per entrambi i materiali sono quelle aperte nella Megabreccia affiorante in località Masseria Tamburoni (BR). Gli studi effettuati hanno anche permesso di appurare che i materiali non sono idonei per un uso esterno e hanno fornito dati utili per l’esecuzione di restauri adeguati e per la sostituzione di porzioni mancanti.

BIBLIOGRAFIA

- Castelnuovo Tedesco L. (1995): "Il capitello e la testa di donna del Metropolitan Museum of Art di New York" Catalogo "Federico II: Immagine e potere".
- Calò A. & Mariani A., (1995): "Il capitello Federiciano della Diocesi di Troia" Catalogo "Federico II: Immagine e potere".
- Luperto Sinni E. & Borgomanno J., (1989): Le Crétace supérieur des Murges sud-orientales (Italie méridionale): stratigraphie et évolution des paléoenvironnements. *Riviste Italiane de Paléontologie et Stratigraphie*, 2, 95-136.
- Normal 3/80, (1980). *Materiali lapidei: campionamento CNR-ICR*, Roma.
- Pieri P. & Laviano A. (1989): Tettonica e sedimentazione nei depositi Senoniani delle Murge sudorientali (Ostuni), *Bollettino della Società Geologica Italiana* 108, 351-356.
- Tucci P., Armiento G., Menichini P., Esposito R., (1994). I materiali lapidei della facciata de Le Monacelle di Ostuni e le loro antiche cave di provenienza, in: *La conservazione dei Monumenti nel bacino del Mediterraneo*, Fassino V., Ott H., Zezza F. (eds.), *Atti del III Simposio Internazionale*, Venezia, 11-17.
- Tucci P., Azzaro E., Maffei A., Volpe G., Gavia P. (1998): "Studio Archeometrico dei Materiali Lapedei del Sito Archeologico di San Giusto (Lucera, Foggia-Italia)" *Plinius*, N. 20, ottobre, 205-207.
- Tucci P. & Morbidelli P. (2004): "Apulian Marbles" of the Ostuni district (South Eastern Murge, Apulia, Italy). Identification and characterisation of ancient quarries for archaeometric purposes. *Periodico di Mineralogia*, vol. LXXIII, n. 3, 127-140.