

CERCETĂRI FIZICO-CHIMICE PRIVIND MORTARUL DE ROSTUIALĂ FOLOSIT LA INSTALAȚIA PORTUARĂ ANTICĂ DE LA CAPIDAVA

Nicolae Șt. NOICA*, Cristian MATEI**,
Ioan DINA***, Marcela MUNTEAN****

Instalația portuară antică (sec. II-VI e.n.) de la Capidava este unica instalație portuară romană timpurie cercetată până în prezent pe întregul curs al Dunării. Cercetările arheologice începute în acest sector în anul 1987¹⁾, au continuat în anul 1988²⁾ și în continuare până în prezent, dezvelind cheiul antic pe o lungime de peste 50 m, precum și pe toată lățimea sa de 2,52 m. Pe o mare suprafață a zidului sparge-val, aflat în antichitate în contact direct cu apele Dunării, se păstrează un mortar de o calitate excelentă cu un aspect apropiat de cel al betonului modern. Într-o porțiune de 5,8 m spre capătul din amonte al cheiului se observă o refacere a zidului sparge-val – refacere executată probabil în a doua jumătate a secolului III e.n. – cu alte mijloace și materiale, deosebite de cele folosite inițial, mortarul de rostiuală lipsind în porțiunea refăcută.

Rețetele antice prezentate de Vitruvius (*De architectura*) pentru mortarele folosite la construcțiile hidraulice relevă folosirea în compoziția acestora a țiglei pisate și cernute (*De arch.*, II, 5, 4), a prafului de Puteoli care *amestecat cu var și piatră spartă dă tărie nu numai clădirilor obișnuite, ci chiar digurilor care zidite în mare se întăresc sub apă* (*De arch.*, II, 4, 1 și 2), sau a prafului de Cumae provenit din regiunile dintre "Cumae și promontoriul Minervei", destinat special zidurilor care vor sta sub apă (*De arch.*, V, 12, 6).

Cercetările efectuate până în prezent în România de către prof. dr. ing. Șerban Solacolu în 1935-1936 la pilele podului lui Traian, de către prof. Steopoe la Mangalia, Sarmizegetusa și Celei, iar mai recent de către E. Stoicovici și N. Gudea la Porolissum, castrul de la Pomăt³⁾, au folosit metode fizico- chimice simple. Profesorul Solacolu ajunge la concluzia că, liantul folosit la pilele podului lui Traian era *Ciment Roman*, ceea ce confirmă cunoașterea liantului.

Proba de mortar analizată a fost extrasă din partea nerefăcută a zidului sparge-val. Analiza materialului s-a realizat cu ajutorul metodelor de investigație moderne: analiză chimică (metoda termochimică), microscopic electronică, difracție de raze X, microanaliză de raze X. Proba de mortar prezintă la vedere trei straturi: mortarul de legare a moloanelor de zidul cheiului, dur, de culoare albă-gri cu cărămidă pisată pe care l-am numit *mortar de bază*; un strat de mortar pentru

grund de culoare negricioasă pe care l-am numit *strat intermediar*, un strat de mortar de glet de culoare gri, aplicat peste *stratul intermediar*, formând un strat compact, vizibil, numit în continuare *strat superficial*. Cu ajutorul microsondei electronice de raze X echipată cu analizor autonom de raze X s-a obținut o remarcabilă imagine a probei de mortar în secțiune mărită de 600 x care marchează clar existența celor trei tipuri de mortar.

Analizele spectrale de raze X s-au efectuat pe zone dispuse în cele trei straturi de mortar. Din rezultatele obținute se constată în afara elementelor caracteristice liantului de bază și agregatului din mortar, și prezența unei cantități apreciabile de fosfor.

Compoziția medie oxidică a celor trei tipuri de lianți utilizați este prezentată în tabelul alăturat.

Luând în considerație modulii de bazicitate și respectiv compoziția chimică oxidică a lianților, se constată că *stratul intermediar* și cel *superficial* au practic același modul de bazicitate (1,2) plasat în domeniul cimenturilor romane, în timp ce mortarul de bază, cu modul de bazicitate ceva mai mare (1,95), se încadrează în domeniul varurilor foarte hidraulice.

O particularitate a *stratului intermediar* constă în prezența unei proporții însemnate (în jur de 13%) de P_2O_5 care nu se remarcă nici măcar în urme la celelalte straturi de mortar. De fapt, el se găsește în *stratul intermediar* sub formă de pirofosfat de siliciu ($SiO_2P_2O_5$) sau SiP_2O_7 , compus mineralogic care, așa cum se afirmă în literatura de specialitate, corespunde unor temperaturi de sinteză de peste 1180-1200°C. Acest fapt ne conduce la ipoteza că liantul din *stratul intermediar* a fost ars la această temperatură. Situația este în bună concordanță cu gradul de carbonatare al mortarelor indicat în tabelul alăturat. Gradul de carbonatare scăzut sugerează prezența în sistem a unor compuși cu hidraulicitate ridicată. Pirofosfatul, respectiv materia sticloasă, a fost evidențiat la microscopul electronic.

În concluzie se poate spune că:

- liantul din *stratul de bază* este un var foarte hidraulic;
- liantul din *stratul intermediar* și cel *superficial* este ciment roman;
- *stratul intermediar* se remarcă printr-un conținut ridicat de fosfor (silicofosfat) care sugerează folosirea lui pentru impermeabilizare;
- între liantul de bază și cărămida pisată (întrebuițată ca adaos hidraulic) se constată o interacție chimică intensă.

Analizele fizico-chimice asupra mortarului folosit la instalația portuară antică de la Capidava confirmă relatările lui Vitruvius privind folosirea unor materiale specifice pentru construcțiile hidraulice. Având în vedere faptul că stâncă ce servește drept temelie cheiului antic a fost secționată de la ESE spre VNV, pe direcția amonte-aval a construirii cheiului (pentru a se crea adâncimea de pescaj), precum

și aplicarea unor straturi succesive de mortar pe suprafața cheiului dinspre Dunăre, se poate trage concluzia că, lucrarea a fost executată pe secțiuni, folosindu-se probabil una-două sau mai multe casete din care a fost scoasă apa cu ajutorul unor dispozitive speciale, aidoma celor descrise de Vitruvius (*De arch.*, X, 4, 6) ca fiind folosite la astfel de lucrări. În sprijinul acestei ipoteze vine și faptul că, pe nivelul de călcare al cheiului, corespunzând anticului fund al Dunării, în partea dinspre fluviu, au fost găsite în cursul celor două campanii arheologice un număr foarte mare de scoabe și piroane de fier ce au servit probabil spre a prinde între ele chesoanele casetelor.

NOTE

* Trustul de Antrepriză Construcții Montaj și Reparații pentru Industria Chimică București.

** Muzeul Militar Central – Filiala Constanța.

*** Întreprinderea Mașini Grele București.

**** Institutul Politehnic București.

1. În acest sens vezi C. Matei, în *Cultură și Civilizație la Dunărea de Jos*, nr. 3-4, Călărași, 1987, p. 95-102; M. Lucaciu, C. Matei, L. Dărăban, V.V. Morariu, în *Archaeometry in Romania*, vol. I, București, 1988, p. 51-58.

2. C. Matei, în *Cultură și Civilizație la Dunărea de Jos*, nr. 5-7, Călărași, 1988-1989 (p. 121-141). În acest material autorul a prezentat primele concluzii ale analizelor făcute pe probe de mortar recoltate din cheiul instalației portuare antice de la Capidava, analize efectuate cu mijloace simple de către Institutul de cercetări pentru Industria Lianților și Azbocimentului, care nu au ajutat decât la cunoașterea superficială, de ansamblu, a caracteristicilor probei de mortar studiate. Prezentul material aduce precizări noi privind compoziția mortarului hidraulic în general și a celui folosit la instalația portuară antică de la Capidava în special, pentru acesta din urmă cercetarea fiind exhaustivă.

3. E. Stoicovici și N. Gudea, în *Acta Musei Porolissensis VII*, Zalău, 1983, p. 185-196.

4. Același sistem a fost folosit după cât se pare, la construirea podului lui Apollodor de la Drobeta. Cf. D. Tudor, *Oltenia romană*, EA R.S.R., București, 1978, p. 64 și urm.

PHYSICS AND CHEMICAL RESEARCHES ON THE PLASTER MORTAR USED AT THE ANCIENT PORT INSTALLATION FROM CAPIDAVA (Summary)

As a result of the archaeological research performed in 1988 in the ancient port installation from Capidava, the quay was uncovered on 12,40 meters in length.

Upstream on 5,8 meters in length the quay was rebuilt, maybe in the 3rd century o.e. On the quay's surface, downstream, the plaster mortar is excellent preserved. From this plaster mortar was excerpted a sample to be analyse. For analyses were used the following methods: chemical analyse (the thermochemical method), electronic microscope, X ray diffraction, microanalyse of X ray.

The sample of plaster mortar presents three coats: a) the base coat; b) the intermediary coat; c) the superficial coat.

In the structure of the intermediary coat there is a high proportion of P_2O_5 (13,08%). This element does not exist in the others coats. The high percentage of phosphorus of the intermediary coat suggest that it was used for make the plaster mortar water proof. This mineralogic constituent with phosphorus corresponding to a high temperature of synthesis (1180-1200°C) which confirm the ancient text of Vitruvius, *De architectura*, where the author speaks about using in the hydraulic mortar's composition of the volcanic ash, *pozzolana*.