

Proiect **Servicii de prospectare stiintifica si arheologica pentru proiectul „REABILITARE CURTEA DOMNEASCA DIN MUNICIPIUL SUCEAVA”**

Contract nr. **44972/2022**
Proiect nr. **470 / 2022**

Beneficiar **MUNICIPIUL SUCEAVA**

Proiectant STUDII **sc ARHITECTURA GRAFICA DESIGN SRL SUCEAVA**

Proiectant specialitate
Cercetari parament si
Expertiza biologica **sc MOLDRESTCOM srl**



6. EFECTUAREA UNEI CERCETARI DE PARAMENT SI ANALIZE DE LABORATOR



MOLDRESTCOM S.R.L.



**Studii și cercetări preliminare asupra ruinelor din cadrul
Ansamblului „Curtea Domnească” - municipiul Suceava,
județul Suceava**

cod LMI SV-II-a-A-05471

2024

Studii și cercetări preliminare asupra ruinelor din cadrul Ansamblului „Curtea Domnească” - municipiul Suceava, județul Suceava

Beneficiar – **Primăria municipiului Suceava**

Proiectant general

ARHITECTURA GRAFICA DESIGN SRL SUCEAVA

Șef proiect complex

arh. Constantin Gorcea



S.C. MOLDRESTCOM S.R.L.

Întocmit de: Specialist restaurator pictură murală și piatră - **Gheorghiță DĂNILĂ**



Specialist restaurator pictură murală și piatră – drd. **Ionel GEMANAR**



Relevee : Restaurator pictură murală **Alexandru - Marian MUNTEANU**

A blue ink signature, likely of Alexandru - Marian Munteanu.

CUPRINS

1. DATE GENERALE ȘI STAREA DE CONSERVARE
2. BULETIN DE ANALIZĂ MINERALOGICĂ ȘI STRUCTURALĂ A PROBELOR DE MATERIALE SOLIDE ȘI COEZIVE PRELEVATE DIN EDIFICIUL "CURTEA DOMNEASCĂ" MUNICIPIUL SUCEAVA
3. ANALIZE FIZICE - SĂRURI
4. PROBE DE CURĂȚARE
5. CERCETARE STRATIGRAFICĂ
6. MĂSURĂTORI DE UMIDITATE
7. CONCLUZII FINALE ȘI PROPUNERI
8. BIBLIOGRAFIE

1. DATE GENERALE ȘI STAREA DE CONSERVARE

Curtea Domnească de la Suceava se găsește în centrul orașului, cu acces direct la drumul național 29A, într-o zonă foarte aglomerată, dar în care se găsesc o serie de monumente medievale care fac un frumos ansamblu, chiar dacă întreaga zonă este străjuită de blocuri contemporane: peste drum se găsește Biserica Nașterea Sfântului Ioan Botezătorul, construită de Vasile Lupu, în anul 1643, pe locul unei biserici mai vechi, și care a avut rol de paraclis al curții, de unde și numele dat de localnici, Biserica Domnițelor sau a Coconilor.

La nord-vest, se găsește Biserica Sfântul Dumitru, construită de Petru Rareș, între anii 1534-1535, și ea pe locul unei biserici mai vechi. În același loc se găsesc urmele a numai puțin de trei biserici anterioare, dintre care una datând de la sfârșitul secolului XIV. Lângă biserică se găsește turnul de veghe ridicat de Alexandru Lăpușneanu, care a suferit modificări ulterioare. În partea de nord-est se găsește Biserica Sfântul Gheorghe, prima mitropolie a Moldovei, construită de Petru Mușat și reconstruită de Ștefan cel Mare. Astăzi, monumentul este o construcție care datează din a doua jumătate a secolului XVII, refăcută major la sfârșitul secolului XIX, refacere care a salvat-o de la prăbușire. Destul de aproape de curtea domnească se mai găsesc Bisericile Înălțarea Domnului, ridicată de Doamna Elena, soția lui Petru Rareș, în anul 1551, pe locul unei biserici anterioare și Sfânta Cruce de rit armean.

Din Curtea Domnească se poate observa spre est Cetatea de Scaun. Din zona centrală a Sucevei, fotografie aeriană (1999), se pot observa ruinele Curții Domnești. Deși a beneficiat de un interes deosebit din partea arheologilor, fiind inițiate săpături începând cu anul 1951, care s-au desfășurat cu intermitențe până în anul 2006, situația întregului ansamblu (inclusiv aici și biserica Domnițelor, dar și biserica Sf. Dumitru cu turnul lui Lăpușneanu) continuă să fie incertă, în condițiile existenței unei presiuni edilitare, începută în perioada comunistă și continuată, mai puțin intens, după 1990. În mod evident, Curtea Domnească nu însemna în Evul Mediu doar cele câteva ziduri pe care le cunoaștem astăzi datorită cercetărilor arheologice, ci un ansamblu de dimensiuni mult mai mari împrejmuit cu un zid de incintă și străjuit de turnuri, dintre care două au fost descoperite arheologic.

Informațiile despre Palatul Domnesc de la Suceava sunt vagi în izvoarele istorice, cu o primă atestare în anul 1395 și cu alte câteva mențiuni de-a lungul timpului până în anul 1700, când un sol polonez îl găsește părăsit și în parte ruinat. Cercetările arheologice și publicarea lor, chiar dacă în parte au oferit date esențiale despre dezvoltarea ansamblului, existența mai multor perioade de refacere, a mai multor pavaje, a unor trasee de ziduri, a unor construcții de lemn, considerate aparținând nucleului inițial, dar și a unor obiecte și monede care au permis datarea celor de mai sus.

Situată în centrul orașului, spațiu care a rămas și astăzi cel mai intens populat, Curtea a suferit agresiuni majore, începând cu sfârșitul secolului XVII, când Suceava își pierde complet importanța istorică de care beneficiase în calitate de principală reședință domnească, între sfârșitul secolului XIV și a doua jumătate a secolului XVI (cu o scurtă revenire ulterioară în timpul lui Vasile Lupu). Populația locală începe să folosească pietrele din construcțiile ruinate și să-și ridice propriile locuințe. Documente de pe parcursul secolului XVIII arată că existau prăvălii de la care Biserica Sfântul Dumitru percepea chirii. Cadastrul austriac de la 1856 atestă deja pe teritoriul Curții a numeroase case, iar o stradă traversa întreaga zonă. Situația rămâne neschimbată și în cadastrul din anul 1912, neexistând o preocupare pentru cele câteva ziduri care au fost conservate ca pereți ai unor case ridicate pe parcursul secolului XIX. De altfel, orice intervenție la fostul Palat Domnesc ar fi fost imposibilă în acel moment, pentru că presupunea demolarea caselor respective. Existența curții era cunoscută și este marcată de către Carl Romstorfer în lucrarea sa dedicată Cetății Sucevei, dar în care face considerații și despre alte monumente din oraș, pe care le cunoștea foarte bine.

Ulterior, și în perioada interbelică sunt menționate informații despre monument, uneori fiind confundat cu Cetatea. Zona Curții Domnești cu Biserica Sfântul Dumitru și Nașterea Sfântului Ioan Botezătorul conform cadastrului austriac din anul 1856.

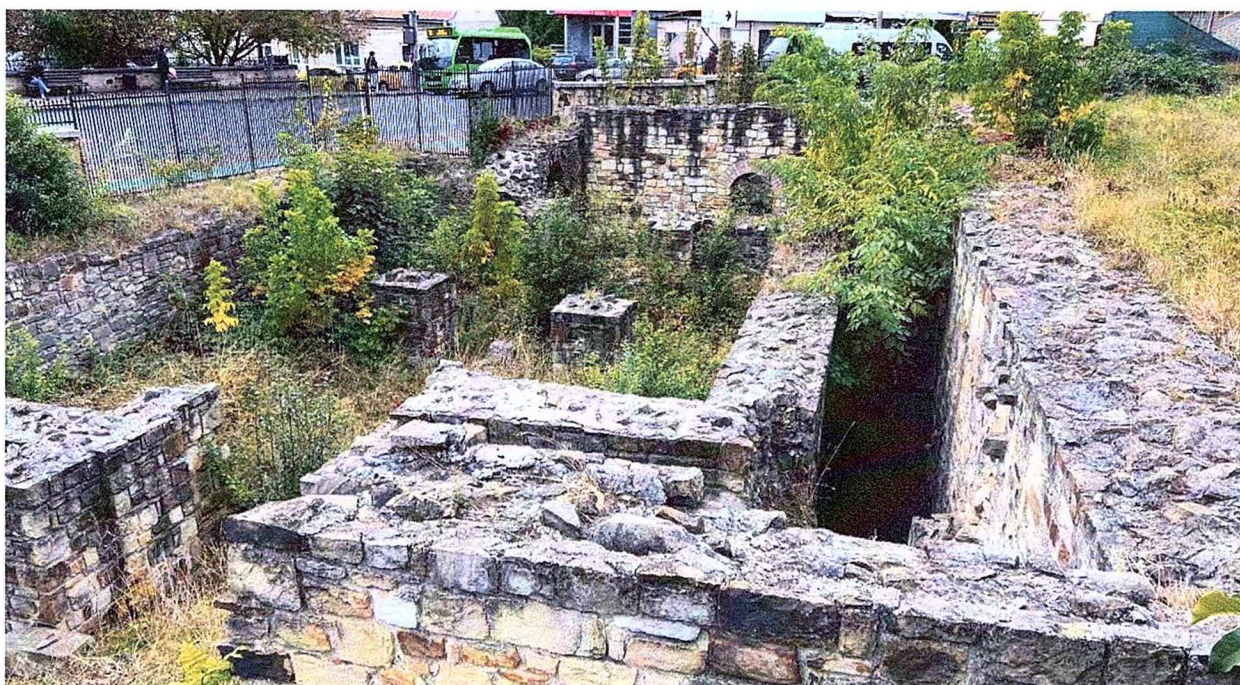
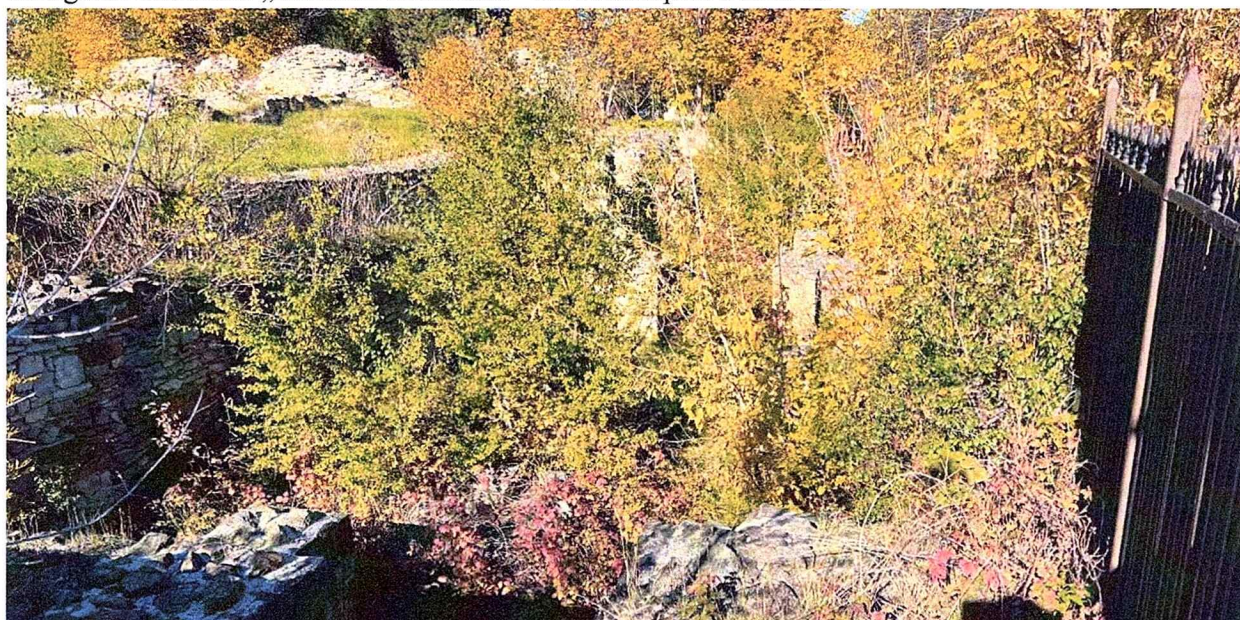
Deja, de la sfârșitul secolului avem și primele imagini cu zona centrală a orașului, cele mai vechi luate de pe zidurile cetății, de unde se observau turnul lui Lăpușneanu, Biserica Sf. Dumitru și în fața lor, numeroase case și, în plan apropiat, Biserica Sfântul Gheorghe-Mirăuți. Fotografie aeriană interbelică- am marcat spațiul Curții Domnești, în fața Biserica Sfântul Dumitru cu turnul lui Lăpușneanu. După cel de-al Doilea Război Mondial și după instaurarea regimului comunist, Nicolai Grămadă, directorul muzeului local, face numeroase intervenții la autoritățile centrale pentru ca cele câteva ruine din centrul orașului să fie declarate monument istoric și casele care le acopereau să fie dărâmate. Noua politică de sistematizare urbană prin care casele destul de insalubre trebuiau înlocuite cu blocuri a dus la demolarea treptată a locuințelor și inițierea de cercetări arheologice. Multe dintre aceste cercetări, în special cele din anii 50-60 ai secolului trecut s-au făcut în zone astăzi inaccesibile, pentru că se găsesc deja sub drumul principal sau sub blocurile deja ridicate.

Primele planuri ale cercetărilor arheologice publicate (1953-1954), SCIVA 1955. Ulterior, cercetările au fost extinse, astăzi se cunosc date esențiale, atât cât pot fi ele obținute prin cercetările arheologice, despre construcțiile existente, despre diversele etape de dezvoltare și despre domnitorii care au contribuit la transformarea Curții de-a lungul timpului, deși în mod evident, după cum o arată numeroasele monede descoperite aici, toți domnitorii care au locuit aici au contribuit la îmbunătățirea spațiului. Conform rezultatelor descoperirilor arheologice, un prim nucleu al Curții datează din timpul domniei lui Petru Mușat, când se ridicau două construcții de lemn, dintre care una de mari dimensiuni. Aceste construcții sunt distruse prin ardere, resturile lor fiind nivelate și deasupra sunt ridicate primele construcții de piatră în jurul cărora exista un pavaj realizat din dale de piatră de mari dimensiuni care a fost surprins în mai multe locuri, acolo unde construcțiile medievale, dar și moderne ulterioare, nu l-au distrus. De altfel, la curtea domnească a fost documentată o succesiune de cel puțin trei pavaje sub care s-au găsit conducte de aducțiune a apei care era adusă de la fântâna domnească de la Șipot, amintită și de Carl Romstorfer. Fragmente de cahle datate în timpul lui Alexandru cel Bun au fost descoperite, dar dotarea cu instalații corespunzătoare de încălzit îi aparține lui Ștefan cel Mare. În timpul său, spațiul destinat palatului domnesc se mărește corespunzător, locuințele existente anterior sunt dezafectate pentru a face loc unor noi încăperi. Foarte posibil și în secolul XVI se produc transformări, mai ales în timpul lui Petru Rareș care ridică Biserica Sfântul Dumitru în imediata apropiere. Vasile Lupu va realiza o ultimă refacere a curții domnești, dar evenimentele tragice de la sfârșitul domniei sale au afectat în mod sigur și palatul proaspăt renovat, decorat cu plăcuțe decorative de Iznik și sobe noi.

STAREA DE CONSERVARE

Observatiile în situ ne arată că piatra care constituie ruinele construite sau reconstruite în diferite perioade de timp, este într-un proces amplu și rapid de degradare. În urma analizei suprafețelor au fost identificate degradări specifice rocilor precum: pierderea coeziunii materialelor constitutive, micro fisurarea și fisurarea elementelor din piatră, exfolieri paralele cu planul de stratificare a rocii și exfolieri termogene (în anumite zone sunt vizibile desprinderi totale sau parțiale, a unuia sau a mai multor straturi din materialul litic), lacune de diferite dimensiuni și profunzimi, eroziuni, rosturi cu mortare de reparație necorespunzătoare pe bază de ciment, biodeteriogeni (alge, licheni, briofite), depuneri atmosferice, pete feruginoase.

Unul din factorii care contribuie la degradarea vestigiilor istorice, o reprezintă invadarea vegetației, ca urmare neglijenței și tergiversării începerii lucrărilor de conservare și restaurare a întregului ansamblu „Curtea Domnească” din municipiul Suceava.



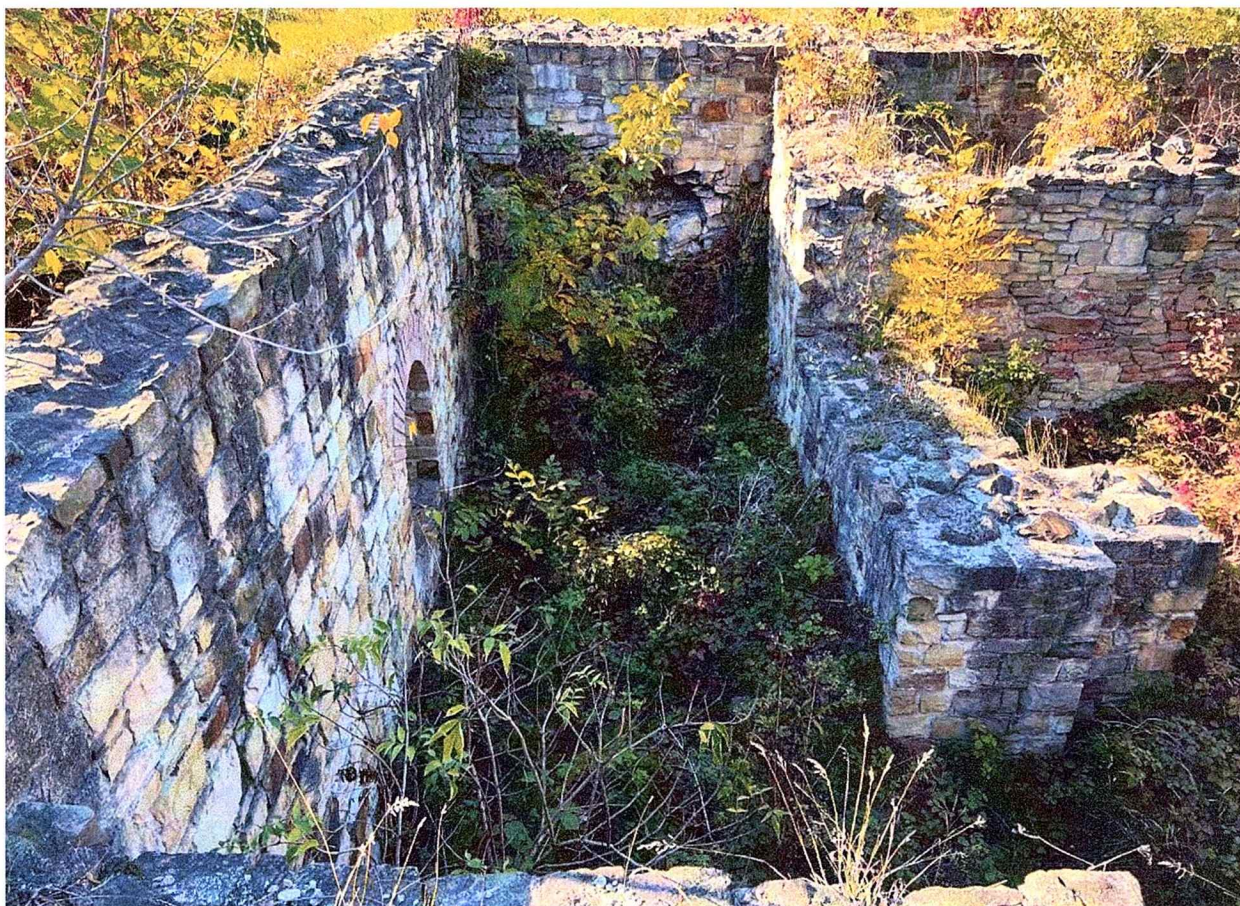
Imagine de ansamblu, invadarea ruinelor Curții Domnești cu vegetației inclusiv cu arbori și arbuști



Arborii și arbuștii crescuți în apropierea zidurilor contribuie la degradarea monumentului atât prin creșterea expansivă a rădăcinilor pe sub elementele litice, provocând dislocarea pietrelor, cât și prin menținerea unei zone umbrite și umede pe tot parcursul zilei.



Imagini comparative cu aspectul ruinelor sufocate de evoluția vegetației, în diferite perioade ale anului



Imagini comparative cu aspectul ruinelor sufocate de evoluția vegetației, în diferite perioade ale anului

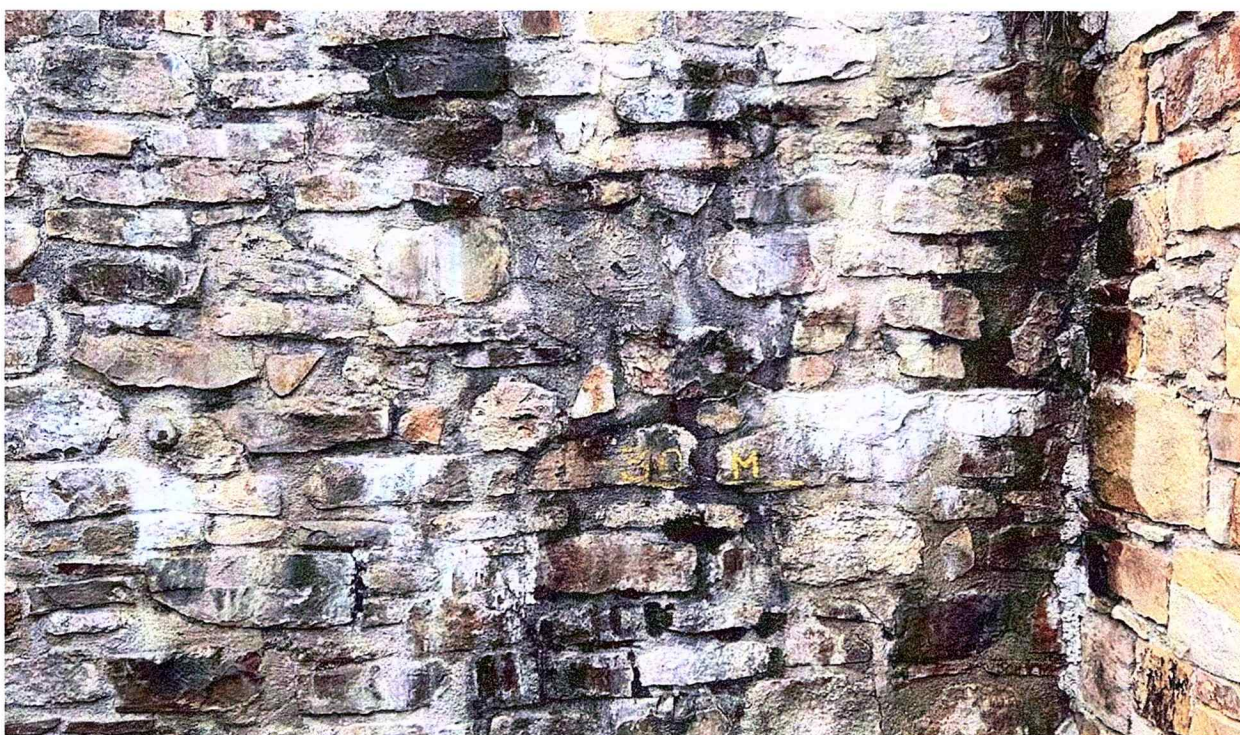
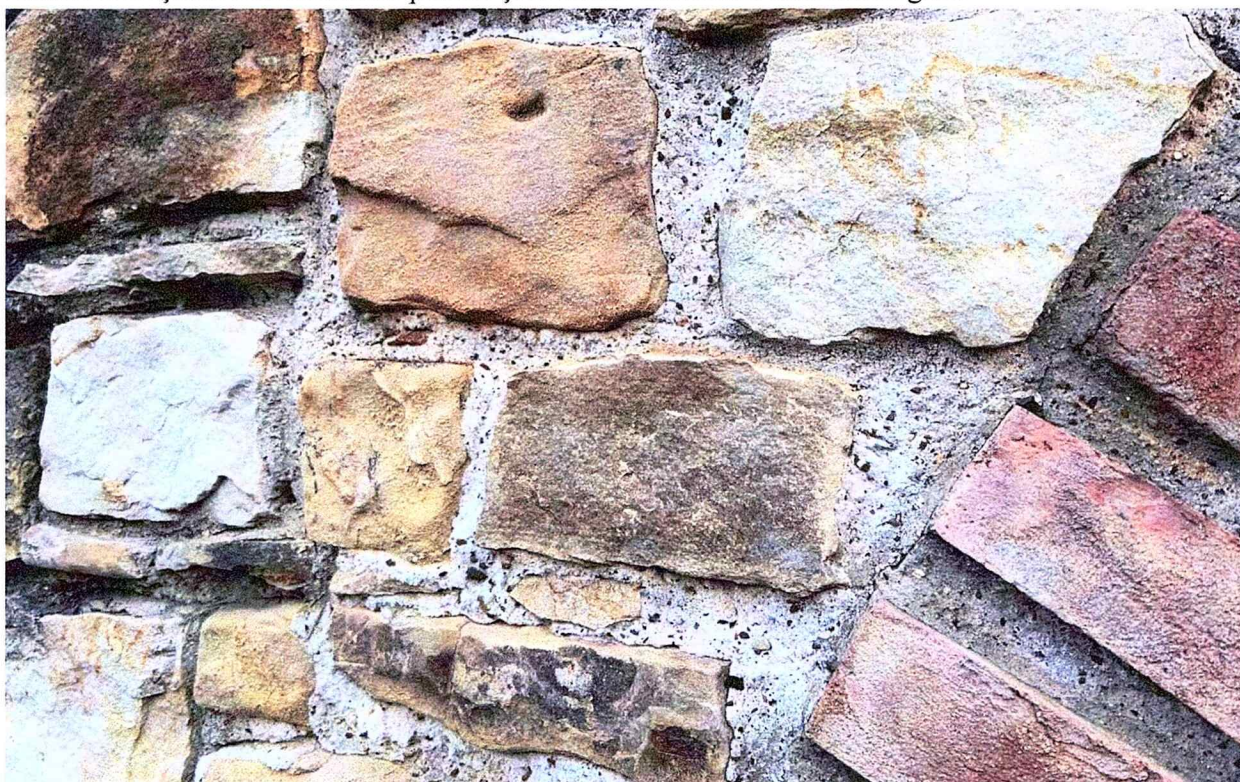
Un alt factor de degradare și poate cel mai important, îl reprezintă umiditatea sub diferitele ei forme. Ruinele *Curții Domnești*, expuse permanent precipitațiilor, prin degradările sub formă de fisuri și microfisuri de la partea superioară a zidurilor, permit infiltrarea apei meteorice. Astfel în perioadele reci ale anului, din cauza fenomenului îngheț-dezgheț se produc cele mai mari degradări, atât a elementelor litice, cărămidă, a mortarelor de rost, dar și a celor ce leagă pietrele din structura de zidărie.





Degradări a elementelor din piatră, caramidă și pierderea mortarelor de rost, cauzate de expunerea la intemperii și a fenomenului îngheț-dezgheț

Umiditatea de capilaritate contribuie de asemenea la degradarea zidurilor. În cadrul unor intervenții anterioare, pe unele porțiuni, s-au aplicat mortarelor de rostuire cu ciment. Ascensiunea umidității de capilaritate poate ajunge și la înălțimi de 150 cm – 200 cm facilitând migrarea sărurilor la suprafață. Acest fenomen împreună cu cel de îngheț-dezgheț duc la pierderea coeziunii pietrei și a mortarelor de rost care se dezintegrează. Această degradare este strâns legată de natura și omogenitatea pietrei. În literatura de specialitate se menționează că dezintegrarea pietrei apare ca urmare a creșterii dimensiunilor porilor și datorită colonizării microbiologice.



Forme de degradare - dezintegrare prin pierderea coeziunii - elementelor litice și a mortarelor



Forme de degradare - dezintegrare prin pierderea coeziunii - elementelor litice și a mortarelor



Forme de degradare - dezintegrare prin pierderea coeziunii - elementelor litice și a mortarelor



S-au identificat dislocări ale zidăriei, degradare rezultată în urma pierderii mortarelor de rostuire

Colonizarea microbiologică se poate identifica macroscopic în special spre nord-vest, unde umiditatea este mai accentuată. Sursa colonizării suprafețelor cu biodeteriogeni este vegetația care a invadat întreg ansamblul, cât și umiditatea provenită din precipitații. Pe suprafețele zidurilor și a elementelor din piatră sculptată (componente artistice) predomină culoarea verde determinată de dezvoltarea de alge, licheni și briofite. Prezența acestora face ca suprafața litică să fie ilizibilă, făcând grea lecturarea cromaticii pietrei originale.



Ansamblu și detaliu, colonizare microbiologică.



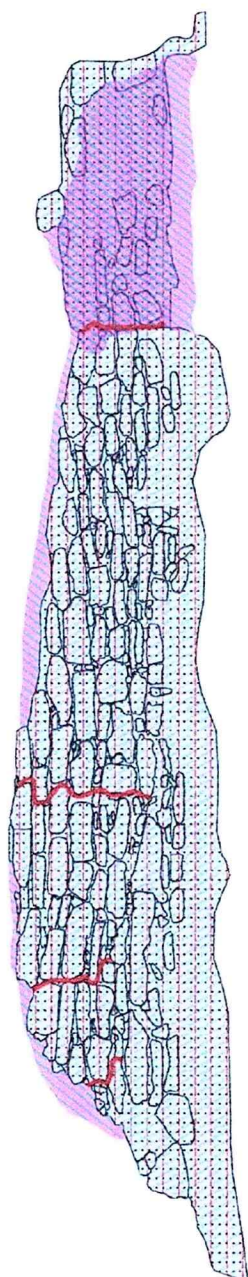
Colonizare microbiologică.



Modul neglijent de depozitare a unor elemente sculptate componente artistice (părți ale unor portaluri, sau ancadrame de ferestre), acoperite de arbuști, alge, licheni și briofite

RELEVÉE CU STAREA DE CONSERVARE A ZIDURILOR (RUINE) DIN CADRUL
ANSAMBLULUI – CURTEA DOMNEASCĂ

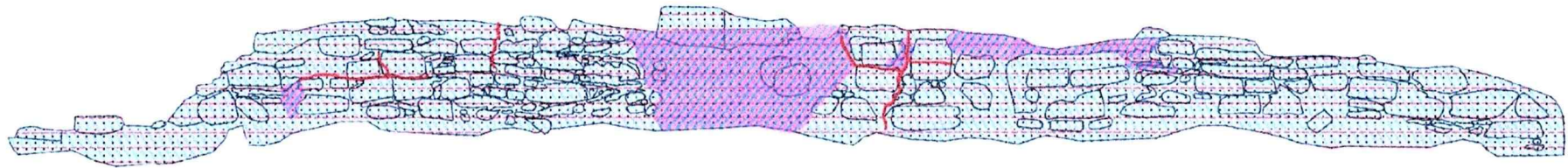
Curtea domnească - Secțiunea A9- A9
Starea de conservare



Legenda

	pietre din structura zidului cegradate		rosturi degradate
	biodeteriori		fisuri structurale
	zone lacunare		elemente din piatră friabile (decorative)
	depuneri aderente și neaderente		

Curtea domnească - Secțiunea A3 - A3
Stare de conservare



Legenda



pietre din structura zidului degradate



biodegradare



zone lacunare



depuneri aderente și neaderente



rosturi degradate

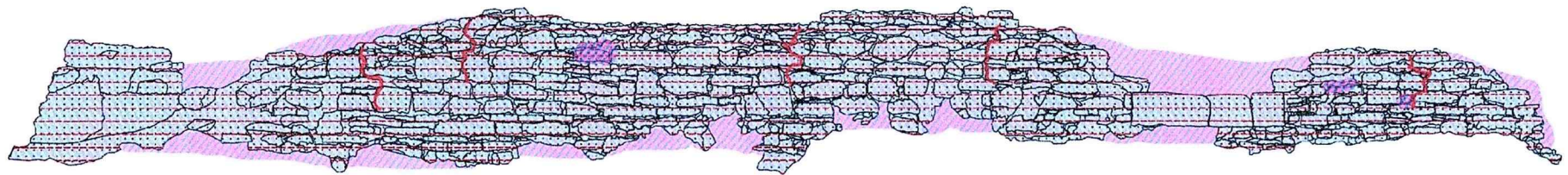


fisuri structurale



elemente din piatră friabilă (decoezive)

Curtea domnească - Secțiunea B1- B1
Starea de conservare



Legenda



pietre din structura zidului cegradate



biodețeriogeni



zone lacunare



depuneri aderente și neaderente



rosturi degradate

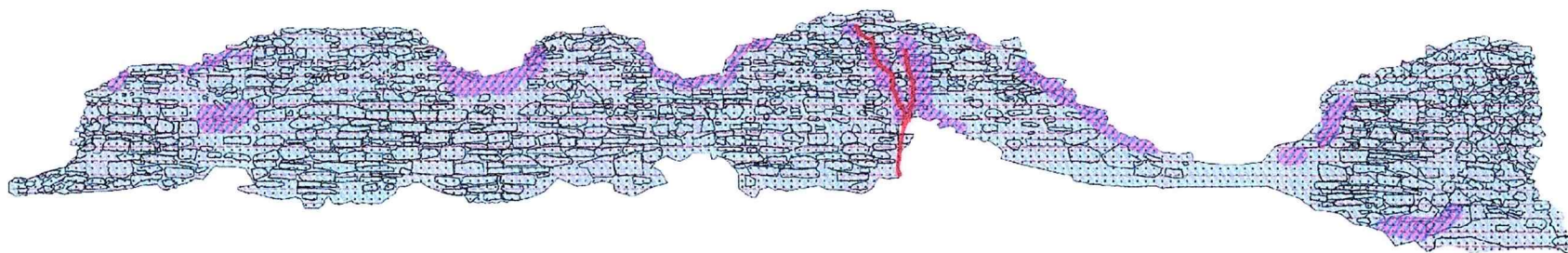


fisuri structurale



elemente din piatră friabile(decoezive)

Curtea domnească - Secțiunea B3 - B3
Starea de conservare



Legenda



pietre din structura zidului cegradate



biodeteriorogeni



zone lacunare



depuneri aderente și neaderente



rosturi degradate

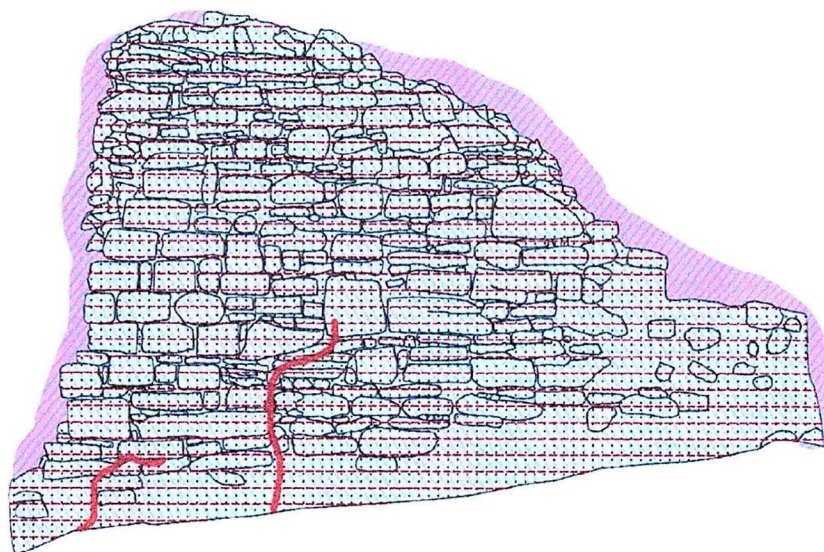


fisuri structurale



elemente din piatră friabilă(decoezive)

Curtea domnească - Secțiunea B4 - B4 (detaliu latura stângă)
Starea de conservare



Legenda



pietre din structura zidului degradate



biodeteriorați



zone lacunare



depuneri aderente și neaderente



rosturi degradate

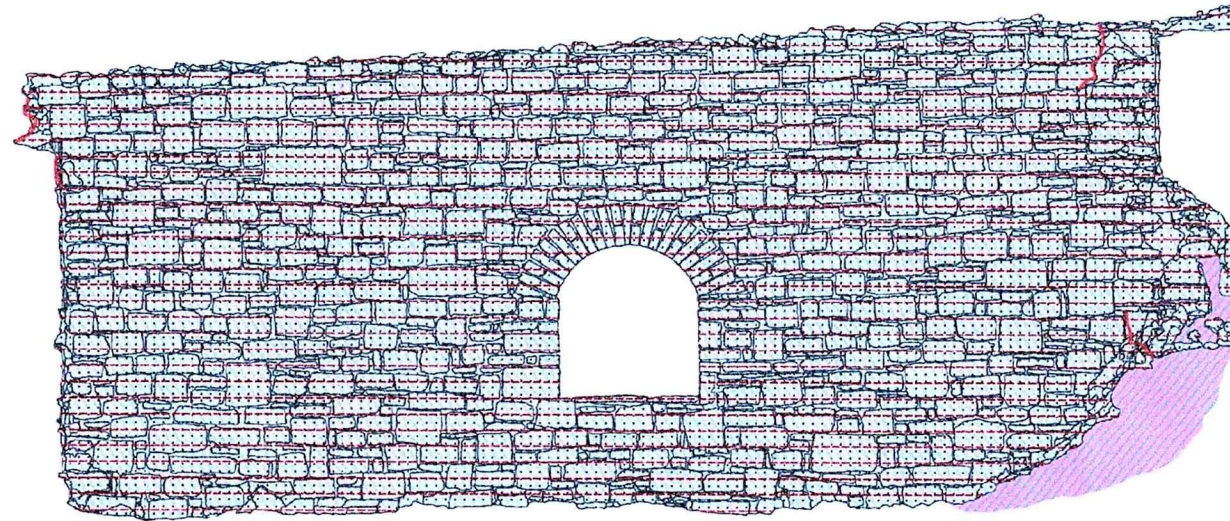


fisuri structurale



elemente din piatră friabilă(decoezivă)

Curtea domnească - Secțiunea C2-C2
Starea de conservare



Legenda



pietre din structura zidului degradate



biodeteriogeni



zone lacunare



depuneri aderente și neaderente



roștur degradate

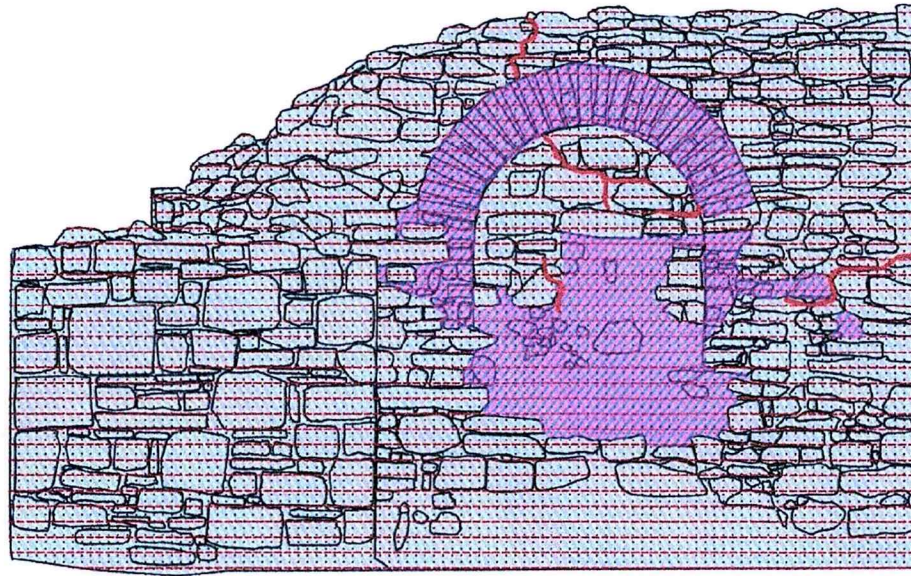


fisuri structurale



elemente din piatră friabile(decoezive)

Curtea domnească - Secțiunea C23 - C23
Starea de conservare



Legenda



pietre din structura zidului degradate



biodeteriojeni



zone lacunare



depuneri aderente și neaderente



rosturi degradate

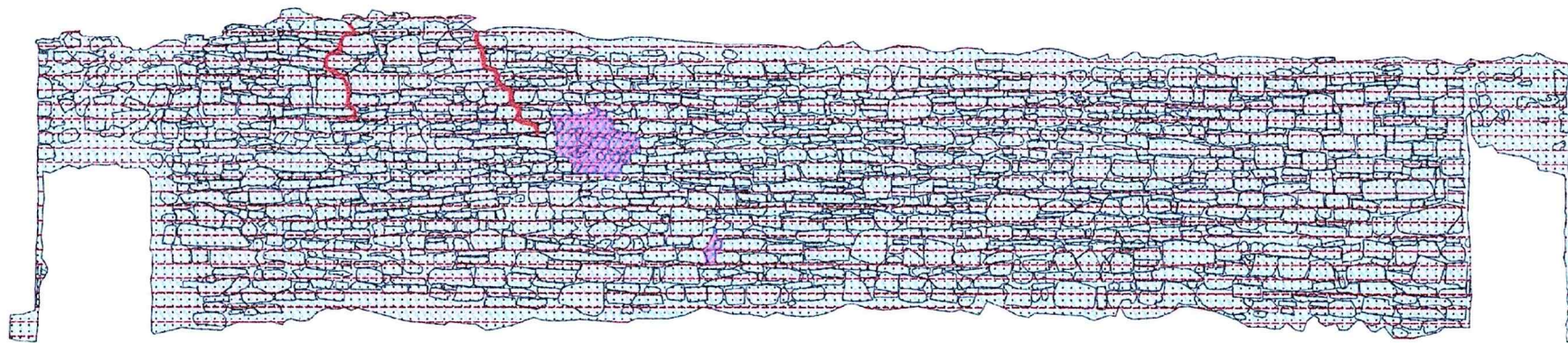


fisuri structurale



elemente din piatră friabile(decoezivă)

Curtea domnească - Secțiunea C 25 - C 25
Starea de conservare



Legenda



pietre din structura zidului degradate



biodeterioranți



zone lacunare



depuneri aderente și neaderente



roșturi degradate



fisuri structurale



elemente din piatră friabile (decoezive)

**2. BULETIN DE ANALIZĂ MINERALOGICĂ ȘI STRUCTURALĂ A PROBELOR DE
MATERIALE SOLIDE ȘI COEZIVE PRELEVATE DIN EDIFICIUL "CURTEA
DOMNEASCĂ" MUNICIPIUL SUCEAVA**

**ANALIZA MINERALOGICĂ ȘI STRUCTURALĂ
A PROBELOR DE MATERIALE SOLIDE ȘI COEZIVE
PRELEVATE DIN EDIFICIUL
"CURTEA DOMNEASCĂ"
MUNICIPIUL SUCEAVA**



**ANALIZA MINERALOGICĂ ȘI STRUCTURALĂ
A PROBELOR DE MATERIALE SOLIDE ȘI COEZIVE.
PRELEVATE DIN EDIFICIUL
"CURTEA DOMNEASCĂ"
MUNICIPIUL SUCEAVA**

Martie 2024

**Executant,
Pyrolit ALC SRL**

Ing. geolog dr. Anca Luca



**Beneficiar,
SC MOLDRESTOM SRL**

Restaurator, Gheorghiță Dănilă



Introducere

Curtea Domnească din Suceava se află actualmente pe Bulevardul Ana Ipătescu. Conform datelor istorice, a fost construită între secolele XIV – XVII, în centrul oraşului. Ansamblul cuprinde ruinele Palatului Domnesc (sec. al XIV-lea), ruinele unui turn-locuinţă şi a unui turn de poartă (sec. al XIV-lea), respectiv a unor anexe (date din 1486). Prima construcţie descoperită pe actualul loc al Curţii Domneşti datează de la sfârşitul secolului al XIV-lea, din timpul domniei lui Petru I Muşat. Domnitorul Alexandru cel Bun (început de sec. XV) a refăcut construcţia, ridicând un zid de incintă din piatră şi un corp de clădiri prevăzut cu beciuri, pe latura de est. Arsă într-un incendiu, domnitorul Ştefan cel Mare a reconstruit-o în a doua jumătate a secolului al XV-lea. Peste resturile clădirii din lemn (din sec. XIV) s-a construit o casă de piatră cu parter, iar clădirea din zid cu beciuri de pe latura de est a fost extinsă spre sud. Clădirea era o construcţie de piatră, având fundaţa de 1,5 m şi ziduri groase de 1,6 m. Ultimele intervenţii s-au efectuat în timpul domniei lui Vasile Lupu (mijloc sec. XVII). Curtea Domnească din Suceava a fost abandonată la sfârşitul secolului al XVII-lea, iar zidurile sale au început să fie demantelate. În prezent, ea se află în stare de ruine.

Ansamblul „Curtea Domnească” din Suceava a fost inclus în anul 2004 pe Lista monumentelor istorice din judeţul Suceava, la numărul 1409, având cod LMI SV-II-a-A-05471.

Cercetări arheologice şi lucrări de conservare

[https://ro.wikipedia.org/wiki/Curtea_Domneasc%C4%83_din_Suceava]

- Ruinele Curţii Domneşti din Suceava au intrat în atenţia cercetătorilor şi restauratorilor abia la începutul anilor 50' ai secolului al XX-lea. Zidurile fostei curţi s-au conservat pe o înălţime ce variază între 1 şi 5 m. În jurul ruinelor s-a construit un zid din piatră.
- În perioada 1998-1999 s-au efectuat aici noi săpături arheologice.
- Începând cu anul 2000 s-a deschis aici un şantier naţional de restaurare. Din lipsa fondurilor, vestigiile istorice au fost invadate de vegetaţie.
- Primăria Suceava, Consiliul Judeţean şi Muzeul Bucovinei s-au asociat pentru realizarea unui proiect de reabilitare a Curţii Domneşti şi transformarea acesteia în şantier arheologic vizitabil.
- În decembrie 2011, firma spaniolă Arena Teatro a finalizat proiectul de restaurare şi modernizare a Curţii Domneşti din Suceava.

În etapa noului proiect de restaurare din anii 2023-2024, au fost solicitate şi analize ale materialelor solide şi coezive din diferite zone ale ruinelor Curţii Domneşti, respectiv mortare, considerate de către arheologi ca fiind originale, din secole diferite. Astfel, echipa de arheologi şi de restauratori au prelevat 16 probe solide şi coezive (anexa nr. 1 şi fig. 1), pentru a li se determina caracteristicile compoziţionale mineralogice şi cele structurale. Locurile de prelevare sunt indicate în planul din anexa nr. 1 şi pe imagini in situ, la fiecare buletin de analiză care urmează.

Componentele structurale ale materialelor au dimensiuni foarte mici, motiv pentru care probele au fost analizate microscopic, pe secţiuni subţiri de circa 0,02-0,03 mm, confecţionate din acestea. Fiecare probă, din care s-au confecţionat secţiunile subţiri, a primit indicativul S, de la Suceava. Majoritatea materialelor sunt friabile, motiv pentru care, pentru a se confecţiona secţiunile subţiri şi a se conserva structura primară a acestora, eşantioanele au fost întâi fierte în balsam. Pentru a avea suprafeţe cât mai mari de observaţie, din fiecare probă au fost confecţionate, după caz, câte 2 până la 4 secţiuni subţiri. Probele au fost examinate atât macroscopic, la stereomicroscop, cât şi la microscopul optic cu lumină polarizată (secţiunile subţiri). Pentru ilustrarea caracteristicilor compoziţionale şi structurale, respectiv a particularităţilor, au fost fotografiate, la microscopul polarizant, câmpurile reprezentative din fiecare secţiune subţire. Imaginile au fost prelucrate şi inserate în fiecare buletin de analiză, cu scurt text explicativ.



Fig. 1. *Imagine macroscopică a celor 16 probe prelevate de către arheologi și restauratori.*

Pe baza caracteristicilor macroscopice și microscopice ale eșantioanelor analizate, au fost estimate rețetele de confecționare ale mortarelor.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 1

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 1 (anexa nr. 1, fig. 2)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 2. Locul de prelevare a probei S1.

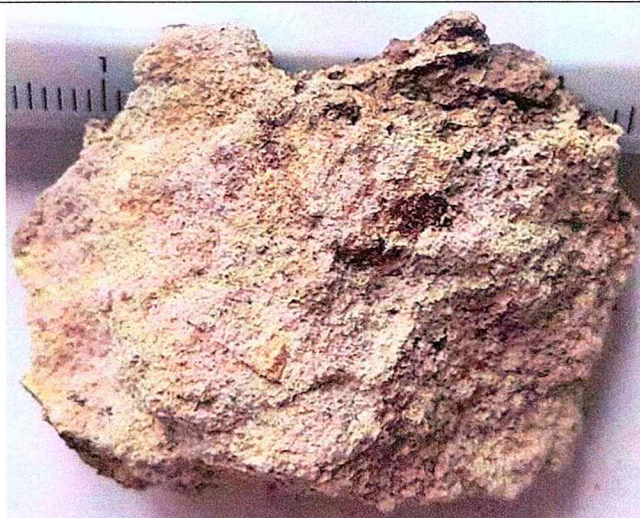


Caracteristici macroscopice

Materialul este foarte friabil, degradat în timp. În plus, fața expusă mediului este acoperită cu o crustă de culoare cenușie, neuniformă ca grosime, puternic aderentă la suport. În figura 3 se pot vedea, în spărtură proaspătă, trei componente structurale ale mortarului: (1) granule de *agregat*, în culori deschise; (2) liant de culoare ocru deschis; (3) pori izolați. Granulele de agregat au conture variabile, de la angulare la rotunjite, cu dimensiuni mai mici de 4-5 mm. Se remarcă două mici fragmente de cărămidă, de culoare maronie, probabil adăugate ca agregat artificial. Liantul este puternic efervescent, la testul cu acizi diluați, deci este dominantă componenta calcitică. Macroscopic, porii vizibili sunt rari, neuniform distribuiți în masa liantului, xenomorfi și mai mici de circa 1-1,2 mm. Structura mortarului este relativ heterogenă, izotropă (nu se observă orientări preferențiale ale componentelor structurale).



Fig. 3. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S1. Fața expusă mediului este acoperită cu o crustă cenușie. Pe intrados se pot vedea componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, liant și pori izolați. Local, se observă două fragmente de cărămidă de culoare brună.



Caracteristici microscopice

Mortarul fiind foarte friabil, au fost confecționate 3 secțiuni subțiri, cu suprafețe relativ mici de observație. Microscopic, se observă degradarea mortarului prin:

- dizolvarea parțială și neuniformă a liantului,
 - ceea ce a condus la dezagregarea parțială și neuniformă a mortarului, cu pierderea sigur a unor granule de agregat cu dimensiuni diferite,
 - variabila și locala recristalizare a calcitului din liant,
 - modificarea cantitativă și calitativă a sistemului original de pori, cu apariția porilor secundari, relativa comunicare a unor pori și uneori tapetarea pereților macroporilor cu calcit microcristalin neformat.
- Astfel, componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt cele rezultate după degradarea parțială a acestuia, procentele estimate fiind următoarele:
- agregat, 45 – 55%, cu micro-domenii variabile;
 - liant, 15 – 25%, cu micro-domenii variabile;
 - sistem de pori, 30 – 40%, cu micro-domenii variabile datorită degradării.

Agregatul este atât natural, cât și artificial, fiind format din litoclaste, granoclaste, bioclaste la care se adaugă fragmente de cărămidă și rari bulgări de var (fig. 4, 5, 6). Granulele au conture variabile, de la angulare până la rotunjite și dimensiuni cuprinse între circa 0,03 mm și rar de circa 2 mm (în secțiunile subțiri analizate). *Litoclastele* sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 1, iar *granoclastele* sunt fragmente de cristale din speciile minerale înscrise în tabelul nr. 2, cuarțul fiind dominant.

Particularitatea unor granoclaste de cuarț este dată de fisurarea neuniformă a lor, pe o parte din fisuri fiind sticlă naturală, uneori cu pori mici, sferoidali (fig. 4).

Bioclastele reprezintă circa 1 – 2% din totalul de claste, fiind de moluște, alcătuite din calcit micro/criptocristalin.

Fragmentele de cărămidă reprezintă circa 5 – 10% din total agregat. Deși macroscopic ajung la dimensiuni de câțiva milimetri (fig. 3), în secțiunile subțiri au putut fi prinse doar fragmentar (fig. 4, 5, 6). Au conture subangulare / subrotunjite și sunt mai mici de circa 2 mm. Compozițional se observă claste de: silicolite, granitoide; cuarț, feldspat plagioclaz, calcit; concrețiuni oxidice. Pasta este uneori hialină – amorfă sau hipocristalină (parțial cristalizată), distingându-se filosilicați micro-criptocristalini, illit, hematit. Uneori se pot remarca rari și mici pori xenomorfi, primari. Structura este variabilă de la izotropă, la anizotropă. Caracteristicile compoziționale și structurale atrag atenția asupra adăugării la confecționarea mortarului, a fragmentelor din diferite tipuri de cărămizi.

Bulgării de var sunt aproximativ 3 – 5% din total agregat, neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de aproximativ 0,8 mm. Au conture subangulare până la rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din calcit micro/criptocristalin, uneori cu microfisuri cimentate cu calcit neformat (fig. 4, 5).

Liantul, din punct de vedere mineralogic, este din calcit, cristalizat în mai multe generații:

- (a) componenta calcitică primară, este rezultată din carbonatarea pastei de var;
- (b) dizolvarea locală și parțială a liantului, în timp, a condus la precipitarea calcitului secundar, pe de o parte și pe de altă parte, la recristalizarea calcitului primar (fig. 4, 5, 6).
- (c) în figura 6 se remarcă chiar recristalizări ale calcitului în cuiburi, sugerând prezența în liant a filler-ului carbonatic (fracție siltică, adăugată).

Porii sunt dominant xenomorfi, rar sferoidali (fig. 4, 5, 6). *Porii xenomorfi* sunt neuniform distribuiți, izolați sau conectivi, ajungând la circa 0,7-1 mm. *Porii sferoidali* sunt spre fața expusă mediului, izolați, neuniform distribuiți, fiind sub 0,5 mm.

Local, într-o secțiune subțire a fost surprins un fragment din crusta de pe fața expusă mediului. În compo-

ziția sa se remarcă prezența gipsului micro/criptocristalin, neformat împreună cu calcitul secundar.

Tabelul nr. 1. *Natura petrografică a litoclastelor din proba S1.*

Natura / varietatea	Faze componente	Structura petrografică
---------------------	-----------------	------------------------

petrografică		
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț ± muscovit / sericit	anizotropă / izotropă, inechigranulară ± porfiroclastică, micro / mezoblastică
Granitoide	cuarț, microclin, feldspat plagioclaz ± biotit ± muscovit	holocristalină, izotropă, faneritică, inechigranulară ± cataclazată
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Calcare cu oolite	oolite cu nuclee din claste de cuarț, feldspați, cuarțolite, și înveliș din calcit cripto-cristalin	izotropă, compactă
Filit	cuarț, sericit ± grafit	anizotropă, micro/criptocristalină
Gresie polimictică	cuarț, feldspați, muscovit, biotit, glauconit, calcit	izotropă, arenitică, compactă
Micașist	cuarț, muscovit, biotit, granat (almandin), disten, staurolit	anizotropă, micro/mezogranulară
Rocă oxidică	oxizi/hidroxizi de fier, cuarț	izotropă, micro/criptocristalină, compactă

Tabelul nr. 2. Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S1.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Feldspat plagioclaz (± sericitizat)	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Feldspat potasic (microclin)	KAlSi ₃ O ₈
Granat (almandin)	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃
Biotit titanifer ± oxidat sau cloritizat	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Muscovit	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Staurolit	Fe ²⁺ ₂ Al ₉ O ₆ (SiO ₄) ₄ (O,OH) ₂
Disten	Al ₂ SiO ₅
Minerale opace	probabil FeS sau/și Fe ₂ O ₃

Rețeta mortarului, relativ degradat

Se poate estima că materialele solide utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,03 și 5 mm, dominant sub 1 mm;
- b) pastă de var;
- c) fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de var este aproximativ 2 : 1, cel vizibil după degradarea parțială a mortarului. Fragmentele de cărămizi reprezintă circa 5 – 10% din total agregat.

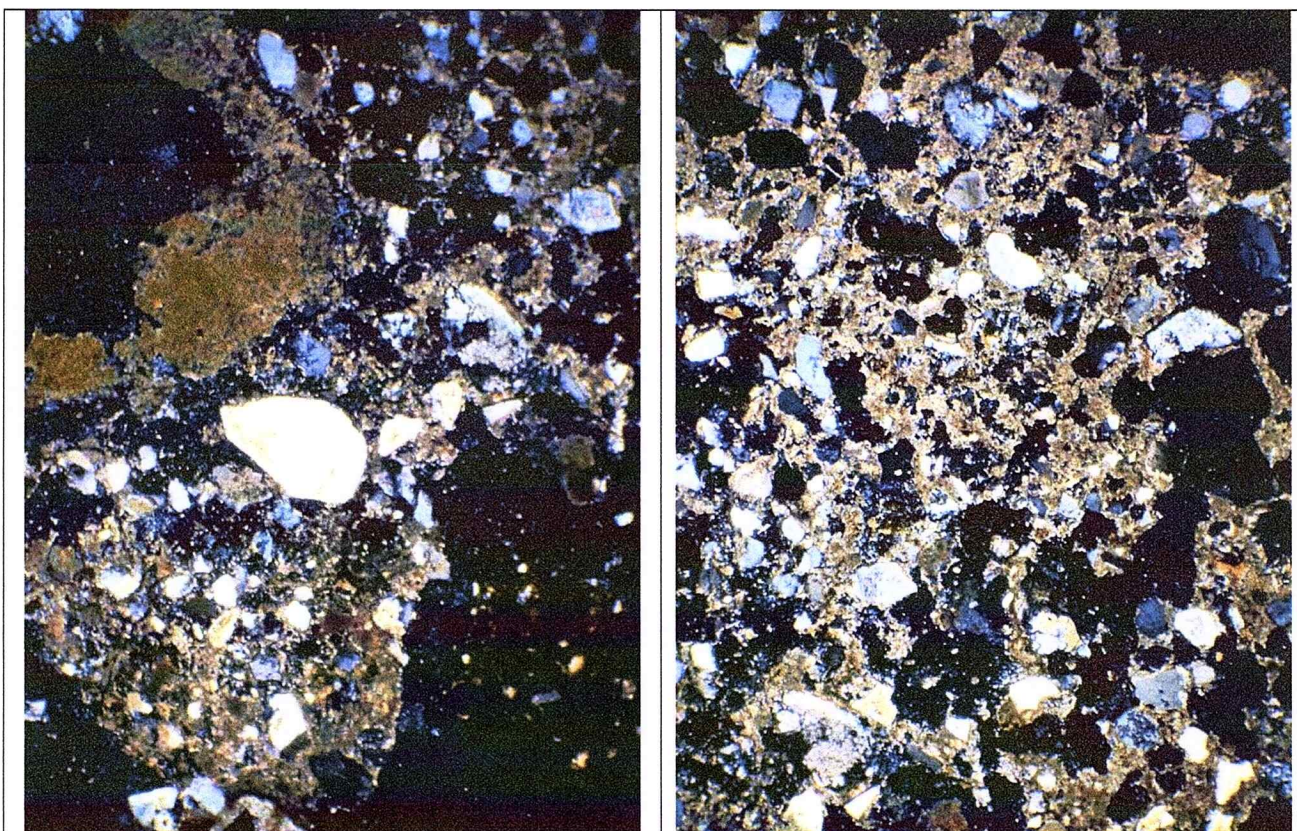
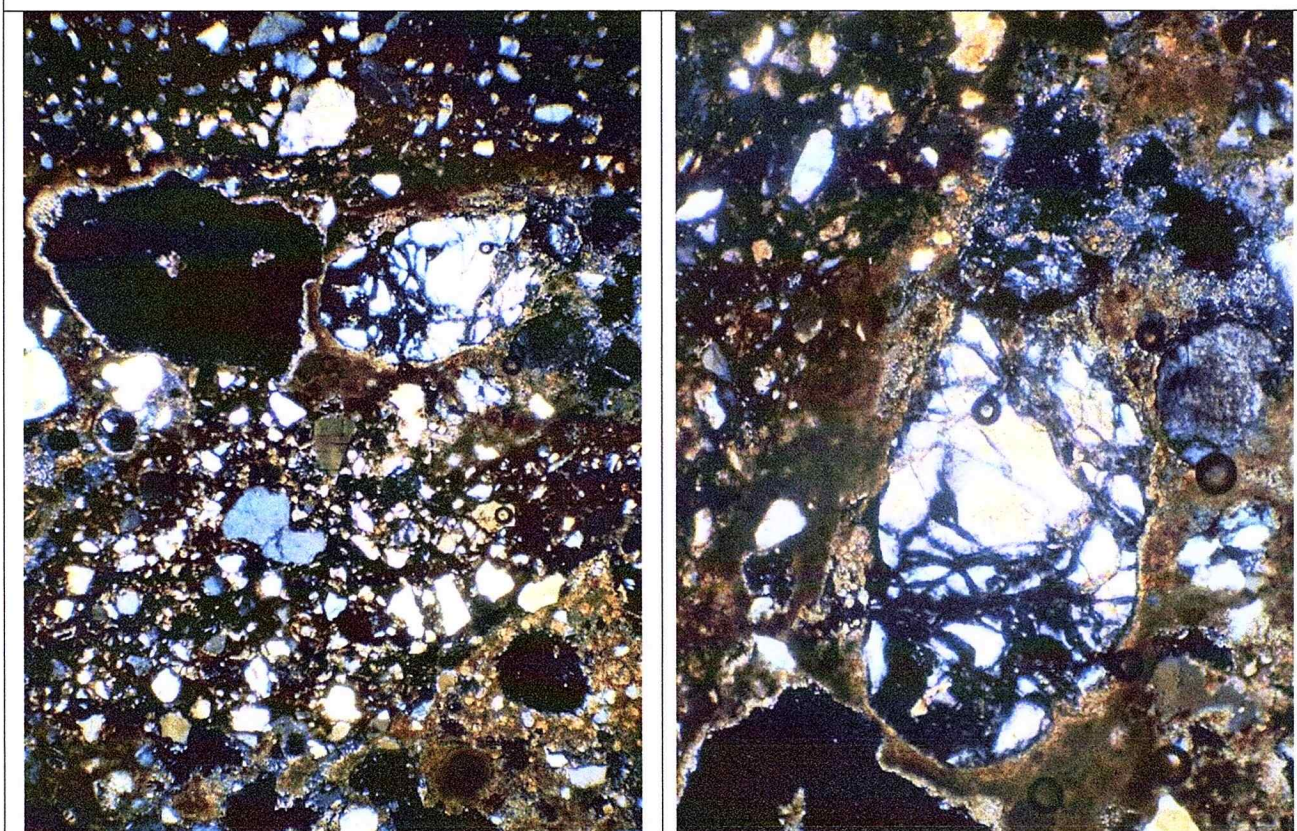


Fig. 4. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu nicoli încrucișați (N+), din proba S1. Se observă: (a) agregat din granoclaste de cuarț (unele microfisurate) și feldspați; un fragment dintr-un bulgăre de var; (b) liant micro/criptocristalin, parțial re-cristalizat; (c) pori de dimensiuni foarte variate, xenomorfi, relativ comunicanți, uneori tapetați cu calcit microcristalin neoformat (negri cu N+).



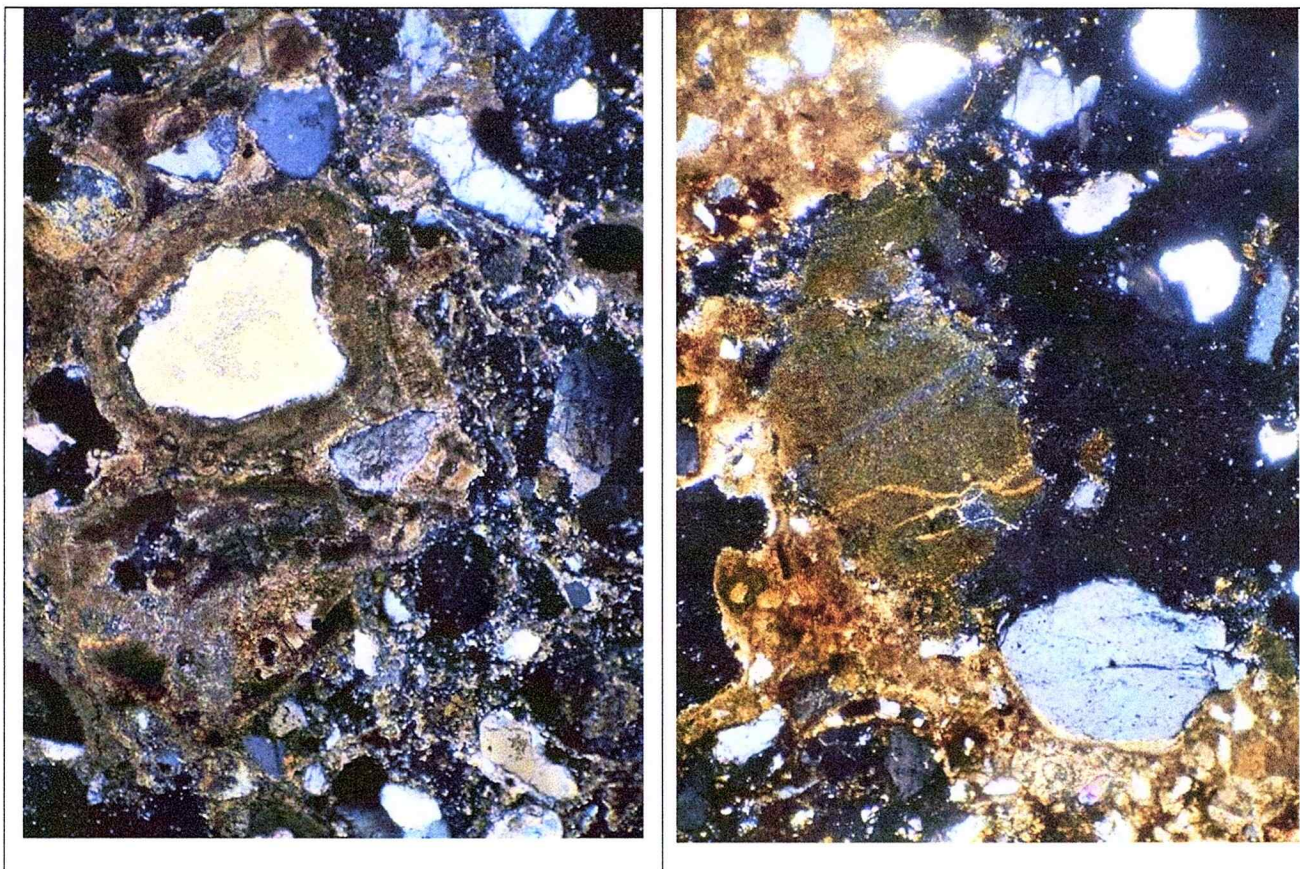
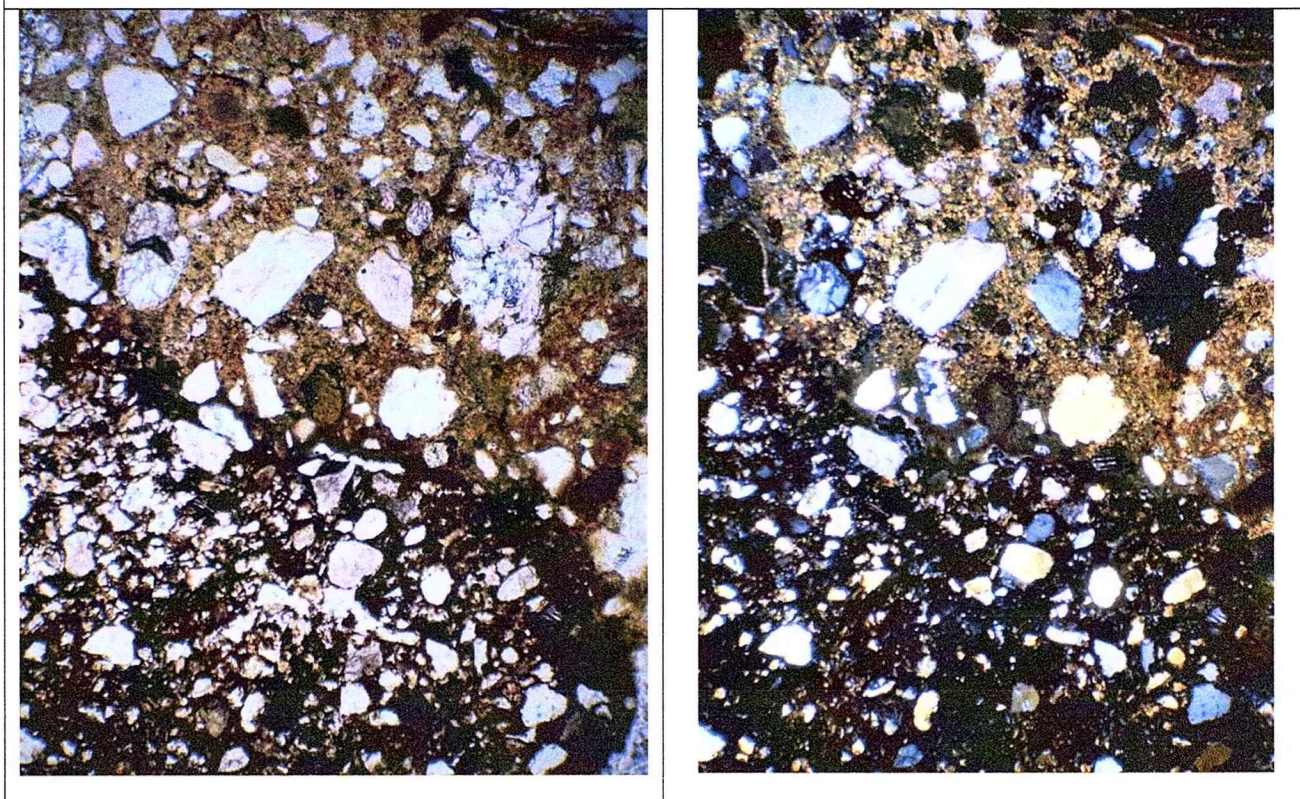


Fig. 5. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii cu (N+) și nicoli paraleli (NII), din proba S1, pentru a observa: (a) agregat mixt din: litoclaste de calcar oolitic; granoclaste de cuarț (unele microfisurate), feldspați; un bulgăre de var microfisurat; un fragment de cărămidă; (b) liant micro/criptocristalin, din calcit parțial recrystalizat; (c) pori de dimensiuni foarte variate, xenomorfi și uneori tapetați cu calcit microcristalin neformat (negri cu N+).



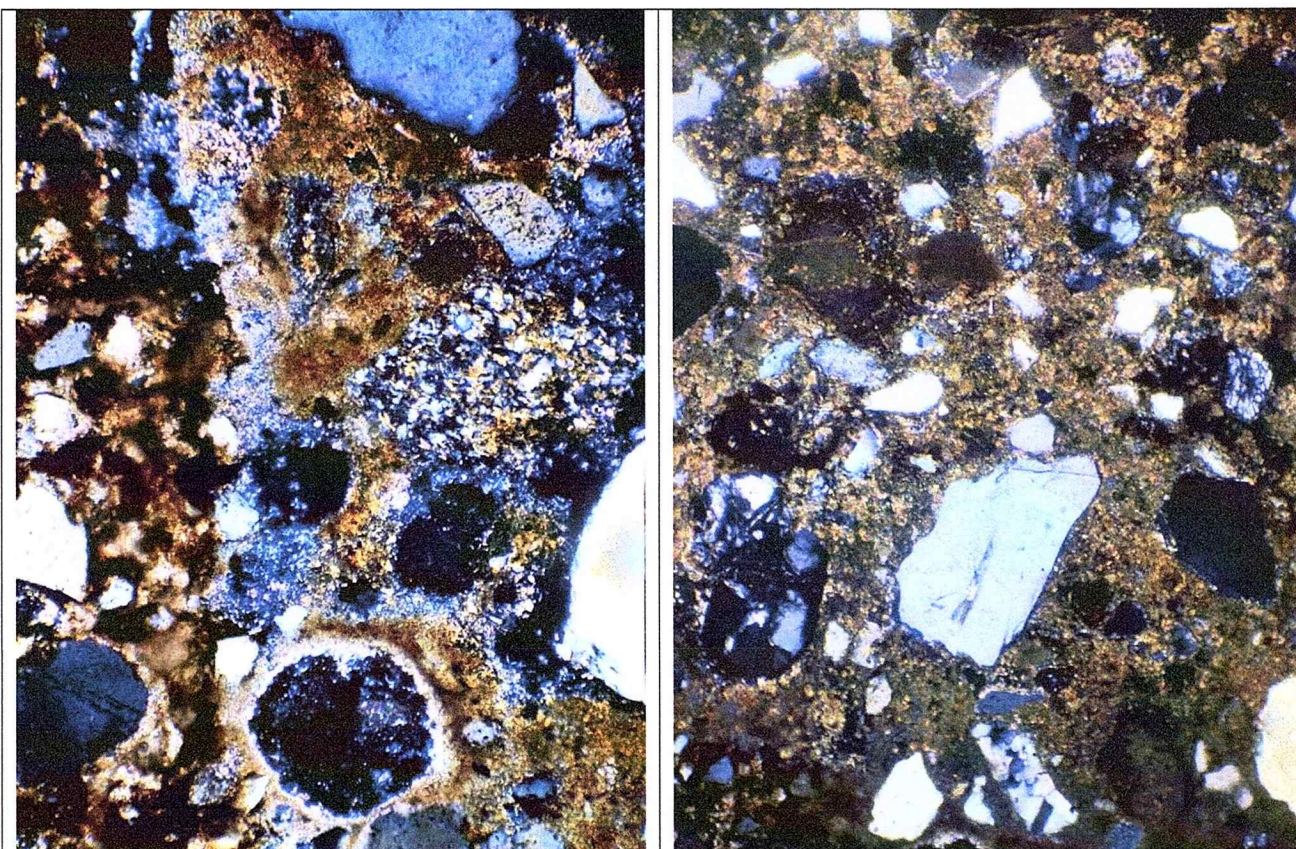


Fig. 6. Imagini microscopice în lumină focalizată, ultra-detaliu și detaliu, cu (N+), din proba S1, pentru a observa în plus: (a) un fragment de cărămidă cu pasta hipocristalină; (b) liant micro/criptocristalin, din calcit recristalizat neuniform, în diferite etape; (c) pori izolați, xenomorfi și sferoidali, uneori tapetați cu calcit microcristalin neoformat (negri cu N+).

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 2

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 2 (anexa nr. 1, fig. 7)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 7. Locul de prelevare a probei S2.



Caracteristici macroscopice

În spărtură proaspătă, se observă cele trei componente structurale ale mortarului: (1) rare granule de *agregat*; (2) liant de culoare albicioasă; (3) rari pori izolați (fig. 8). Granule de agregat sunt puține, au conture angulare și dimensiuni mai mici de 2 mm. Liantul este puternic efervescent, la testul cu acizi diluați, deci este bogat în carbonat de calciu. Macroscopic, porii vizibili sunt rari, neuniform distribuiți în masa liantului, xenomorfi și mai mici de 1 mm. Structura mortarului este relativ omogenă, izotropă. Local, spre exterior, în special concavitățile eșantionului sunt acoperite de o crustă cenușie, cu grosime variabilă, puternic aderentă la suport. De asemenea, pe fața exterioară, sunt vizibili câțiva pori secundari, mai mici de circa 5 – 8 mm.

Caracteristici microscopice

Din eșantion au fost confecționate 2 secțiuni subțiri. Componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt următoarele:

- agregat, 70 – 80%, cu micro-domenii variabile;
- liant, 15 – 20%, cu micro-domenii variabile;
- sistem de pori, 5 – 15%, cu micro-domenii variabile.

Agregatul este: (a) natural, format din litoclaste, granoclaste și bioclaste și (b) artificial, respectiv din rare fragmente de cărămidă (fig. 9, 10). Granulele au conture subangulare până la rotunjite și dimensiuni mai mici de 2 mm (în secțiunile subțiri analizate). *Litoclastele* sunt reprezentate prin fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 3, în ordinea descrescătoare a frecvenței. *Granoclastele* sunt fragmente de cristale din speciile minerale înscrise în tabelul nr. 4, cuarțul fiind dominant.

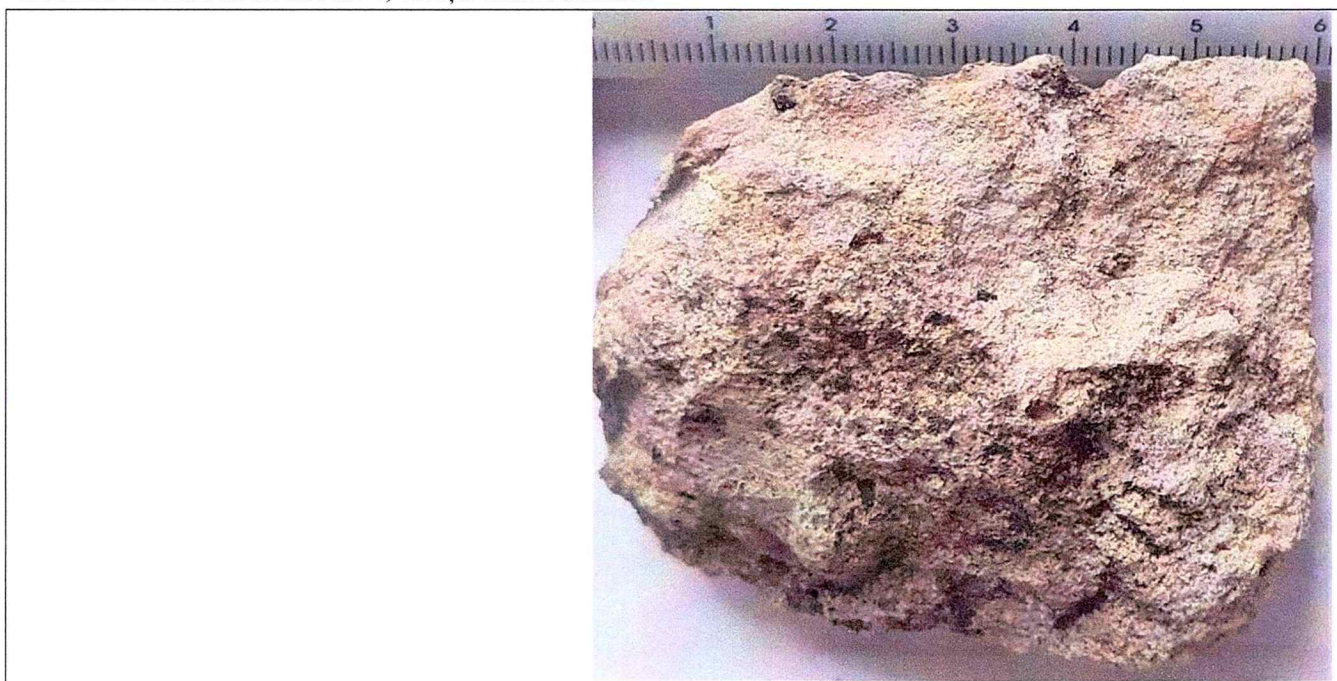


Fig. 8. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S2. Se observă componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, liant și pori izolați.





Tabelul nr. 3. *Natura petrografică a litoclastelor din proba S2.*

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	izotropă, cripto/microgranulară
Radiolarit	biocorpuri de radiolari, calcedonie, opal	izotropă, cripto/microgranulară
Cuarțite	cuarț ± sericit	anizotropă / izotropă, inechigranulară, micro / mezoblastică
Siltite	sericit, cuarț, siderit	izotropă / anizotropă, porfirică, compactă
Roci oxidice	oxizi de fier, cuarț	izotrope / anizotrope, microcristaline
Roci argiloase	minerale argiloase, cuarț, feldspați, illit, hematit	anizotropă, micro/criptocristalină, compactă
Granitoide	cuarț, feldspați, muscovit	izotropă, holocristalină, faneritică, compactă
Micașist	cuarț, muscovit, biotit, gnanat (almandin)	anizotropă, microcristalină
Gresie polimictică	cuarț, feldspați, muscovit, biotit, opal, calcit	izotropă, arenitică, compactă

Tabelul nr. 4. *Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S2.*

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Feldspat plagioclaz	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Feldspat alcalin (microclin pertitizat)	KAlSi ₃ O ₈
Muscovit	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Biotit titanifer ± oxidat	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Granat (almandin)	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃
Sfen (titanit)	CaTiSiO ₅
Minerale opace	probabil FeS sau/și Fe ₂ O ₃

Bioclastele par cu totul accidentale, probabil dintr-un calcar organogen cu plăcuțe de echinizi și fragmente de moluște, toate din calcit.

Fragmentele de cărămizi sunt foarte rare, sub 1% din total agregat. Au conture subrotunjite și rotunjite, fiind mai mici de circa 1 mm (în secțiunile subțiri analizate). Este dificil să se determine compoziția, fragmentele fiind puține și relativ de mici dimensiuni. Totuși, se pot observa claste de cuarț, feldspați într-o pastă frecvent hialină – amorfă, de culoare brunie, datorită prezenței hematitului (fig. 10). Cu siguranță au fost adăugate cu rol de agregat, în confecționarea mortarului. Structura este izotropă, relativ omogenă.

Liantul, din punct de vedere mineralogic, este din calcit, rezultat din carbonatarea pastei de var (fig. 9, 10). Nu se disting eventuale recrystalizări.

Porii sunt xenomorfi, în general izolați, neuniform distribuiți în masa liantului și au dimensiuni maxime de circa 0,5-0,8 mm.

Rețeta mortarului

Materialele solide utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,03 și 2 mm, dominant sub 0,8 mm;
- b) pastă de var;
- c) fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de var este aproximativ 4 : 1. Fragmentele de cărămizi sunt sub 1% din total agregat, dar procentul poate fi mai mare, în ansamblu.

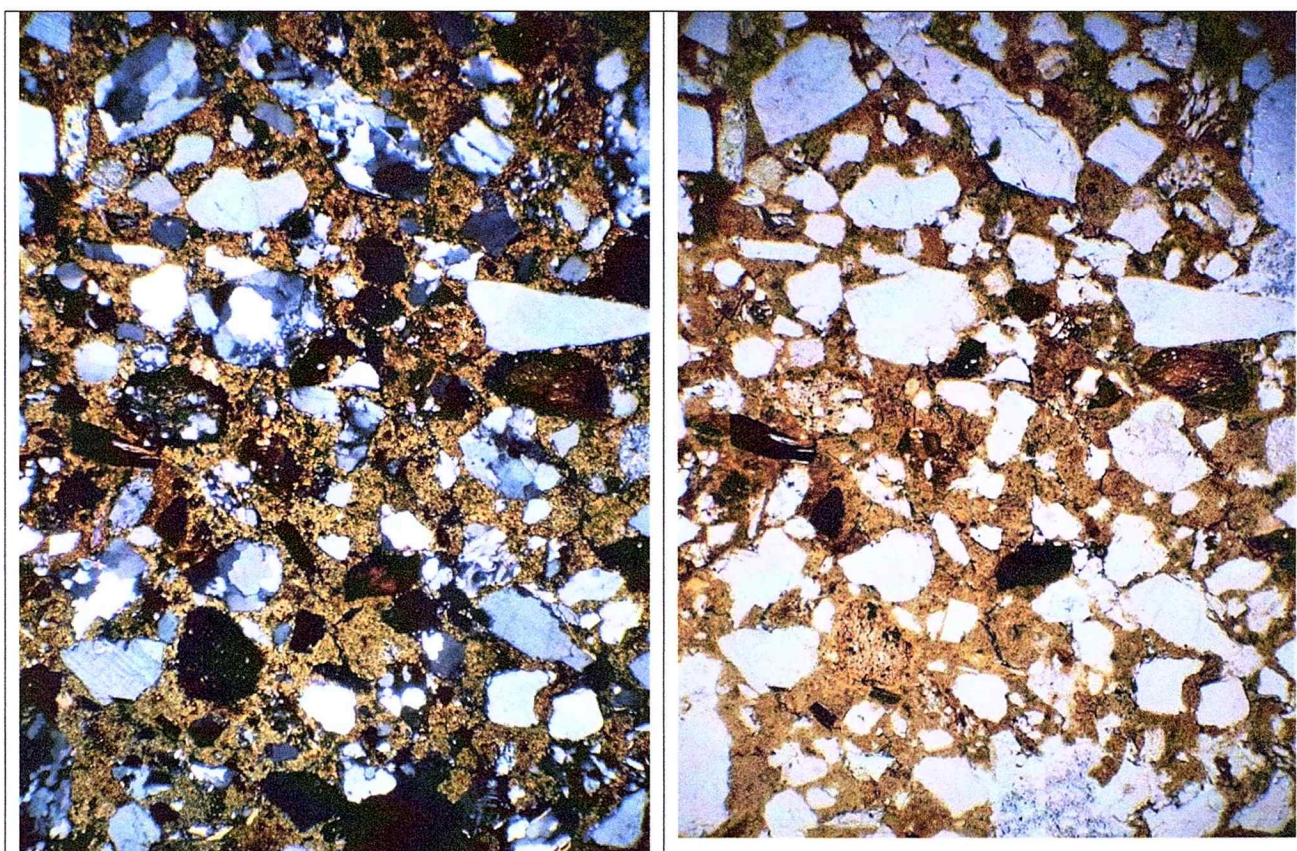


Fig. 9. Imagini microscopice în lumină polarizată, ansamblu cu (N+) și (NII), din proba S2. Se observă: (a) agregat din litoclaste de cuarțite, siltite; granoclaste de cuarț, feldspat plagioclaz, microclin, biotit titanifer parțial oxidat, muscovit; (b) liant din calcit micro/criptocristalin; (c) pori xenomorfi.

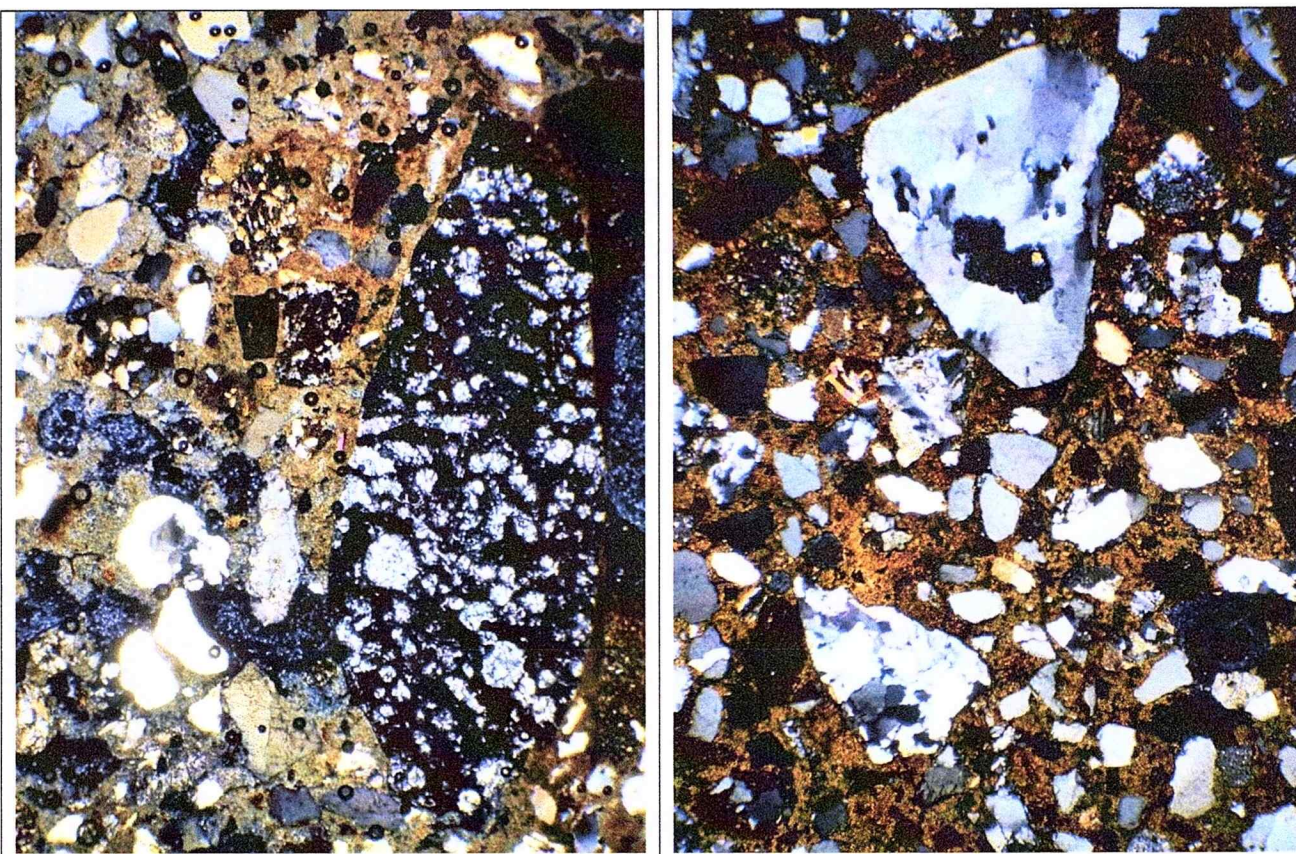
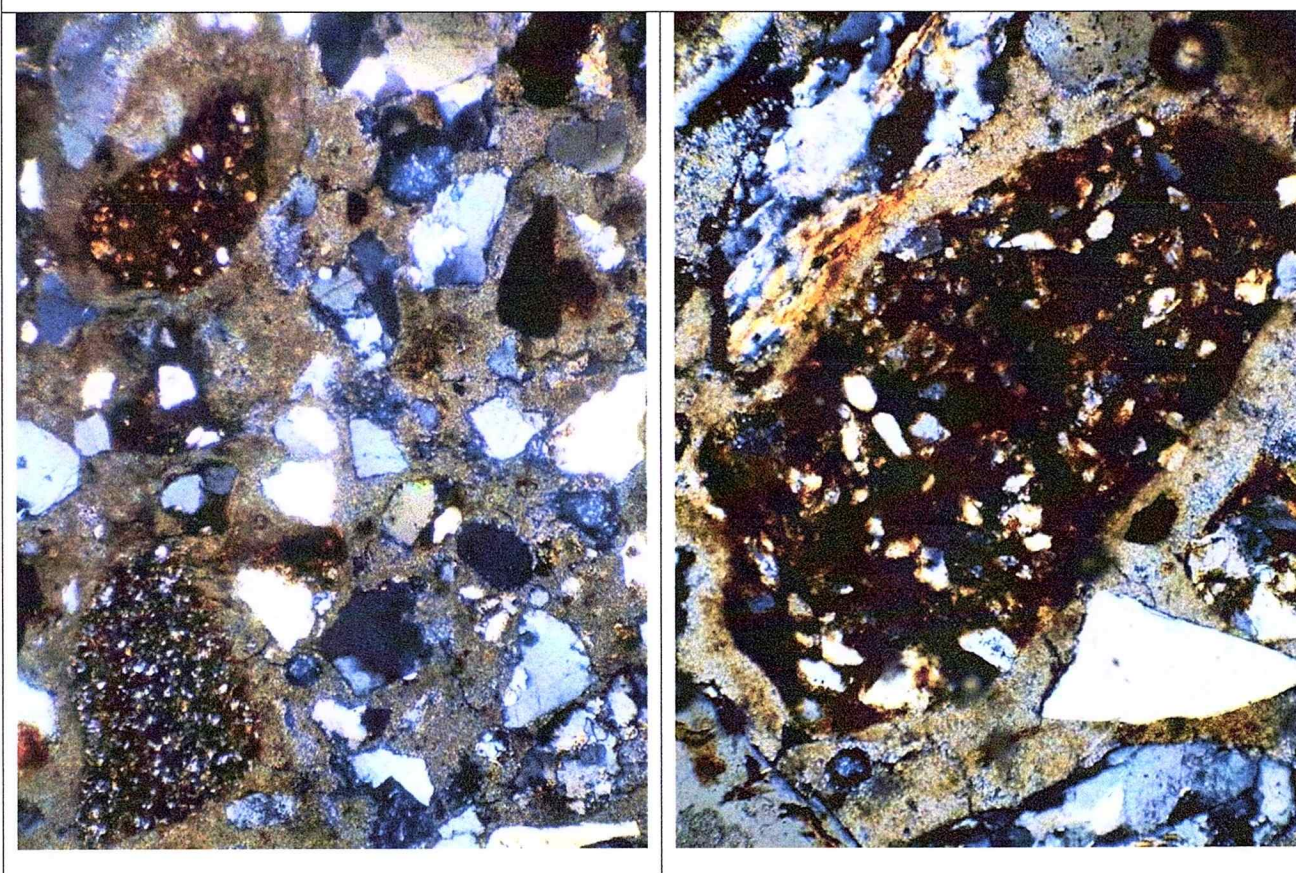


Fig. 10. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii cu (N+), din proba S2, pentru a observa: (a) agregat mixt din: (a) litoclaste de radiolarit, roci argiloase, cuarțolite, micașist și granitoide; granoclaste de cuarț, feldspați, biotit oxidat; fragmente de cărămizi cu pastă hialină; (b) liant din calcit micro/criptocristalin.



BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 3

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 3 (anexa nr. 1, fig. 11)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 11. Locul de prelevare a probei S3.

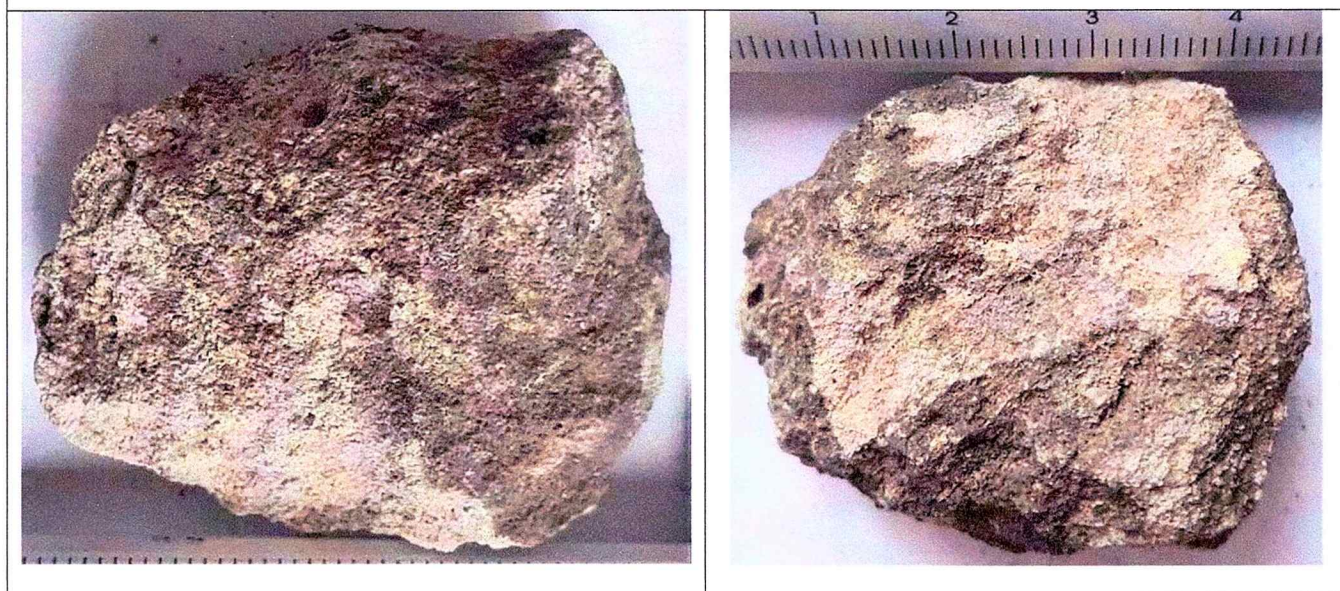


Caracteristici macroscopice

Materialul este asemănător cu cel din proba S1. Deoarece proba este aproape total acoperită cu o crustă neuniformă de degradare (fig. 12), nu se pot observa fragmentele de cărămidă.



Fig. 12. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S3. Suprafețele expuse mediului sunt acoperite parțial cu o crustă cenușie sau albicioasă. Local se pot vedea componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, liant și pori izolați.



Caracteristici microscopice

Fiind relativ friabil, au fost confecționate trei secțiuni subțiri, pentru a avea suprafețe mai mari de observație. Mortarul este asemănător cu cel din proba S1, astfel încât, în cele ce urmează se prezintă micile deosebiri:

- În ansamblu, mortarul este foarte puțin degradat;
- Componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt următoarele:
 - agregat, 50 – 60%, cu micro-domenii variabile datorită dimensiunii granulelor de agregat;
 - liant, 20 – 30%, cu micro-domenii variabile;
 - sistem de pori, 10 – 20%, cu micro-domenii.

Granulele de **agregat** natural (litoclaste, granoclaste, bioclaste), cât și artificial (foarte rare fragmente de cărămidă și bulgări de var) (fig. 13, 14, 15, 16) rar ajung la circa 1 mm, în medie sub 0,5 mm (în secțiunile subțiri analizate).

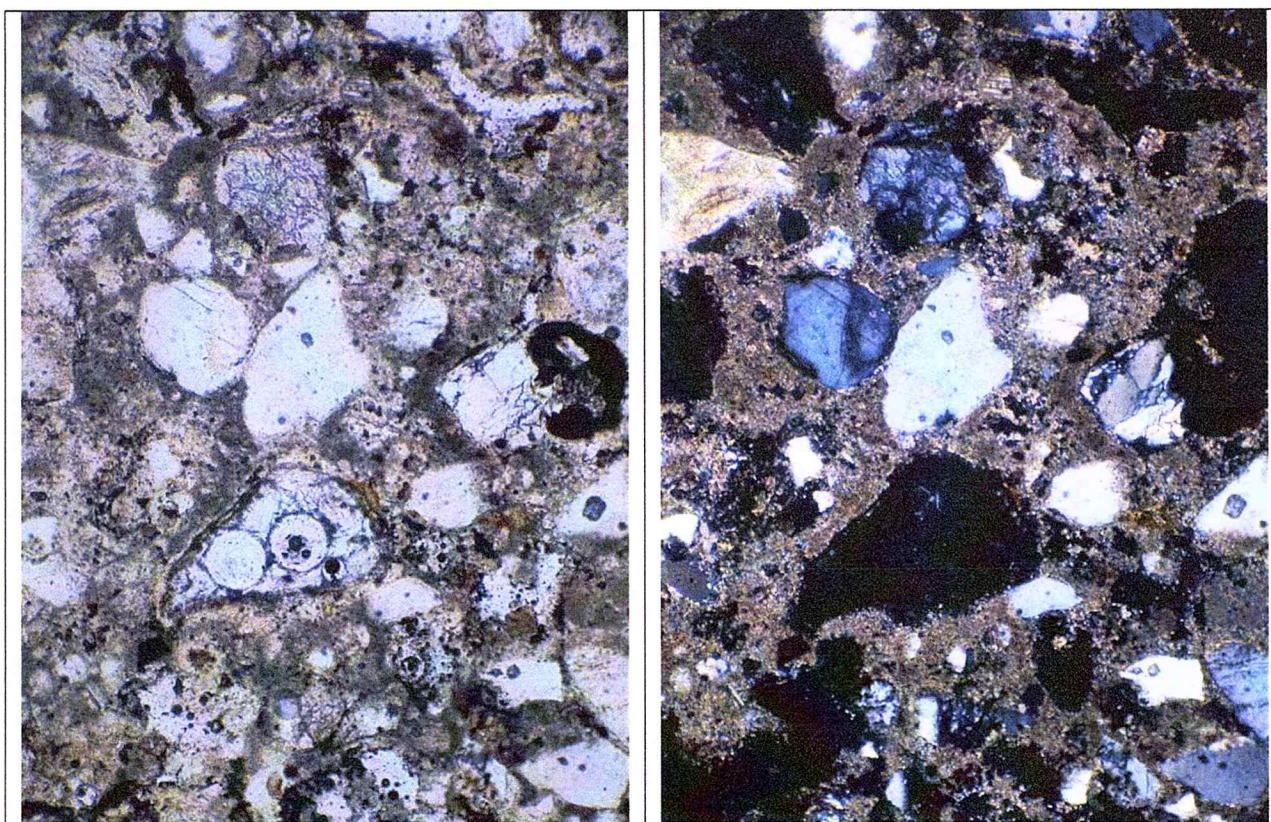
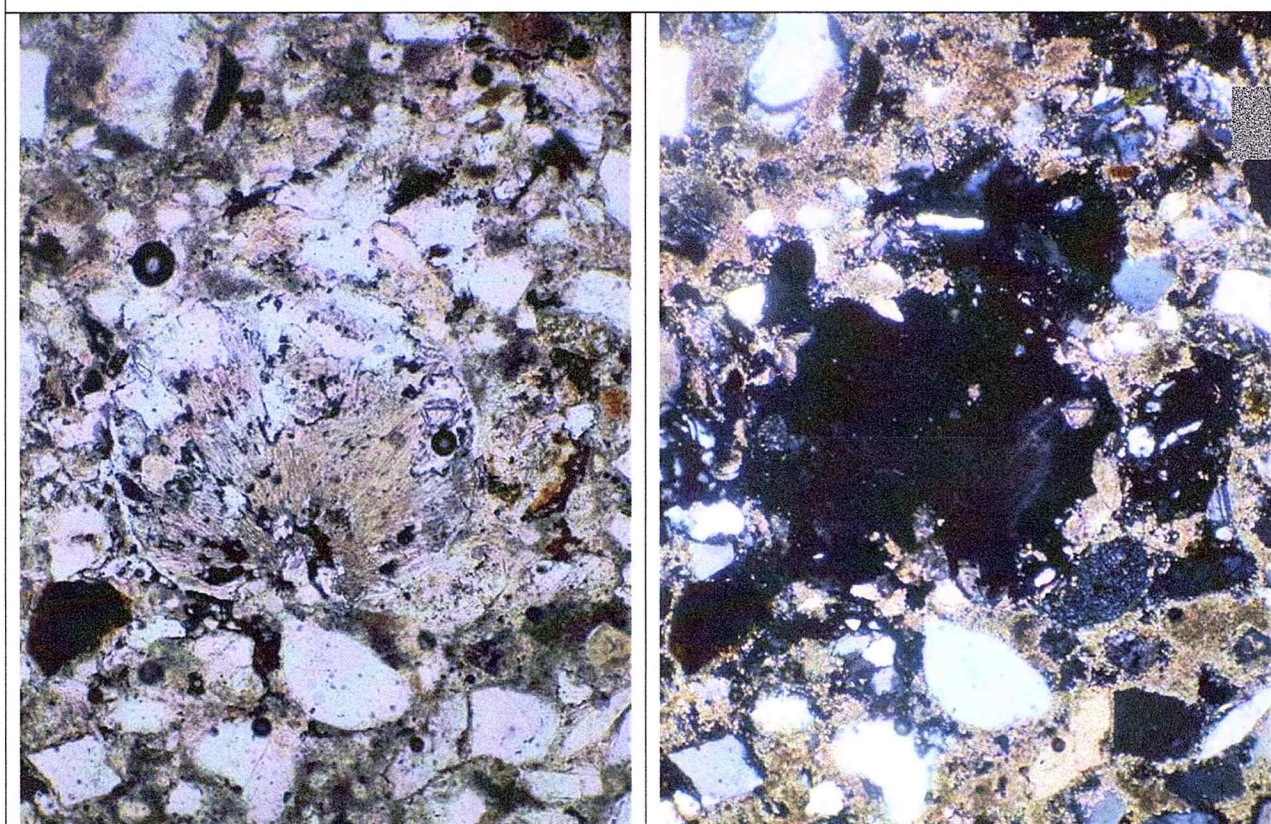


Fig. 13. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu (NII) și (N+), din proba S3. Se observă: (a) agregat din litoclaste de rocă vulcanică hialină scoriacee, cuarțolite, silicolite criptocristaline, rocă oxidică; sferulite; granoclaste de cuarț (unele microfisurate), feldspați argilizați, biotit; (b) liant microcristalin; (c) pori de dimensiuni variate, xenomorfi.



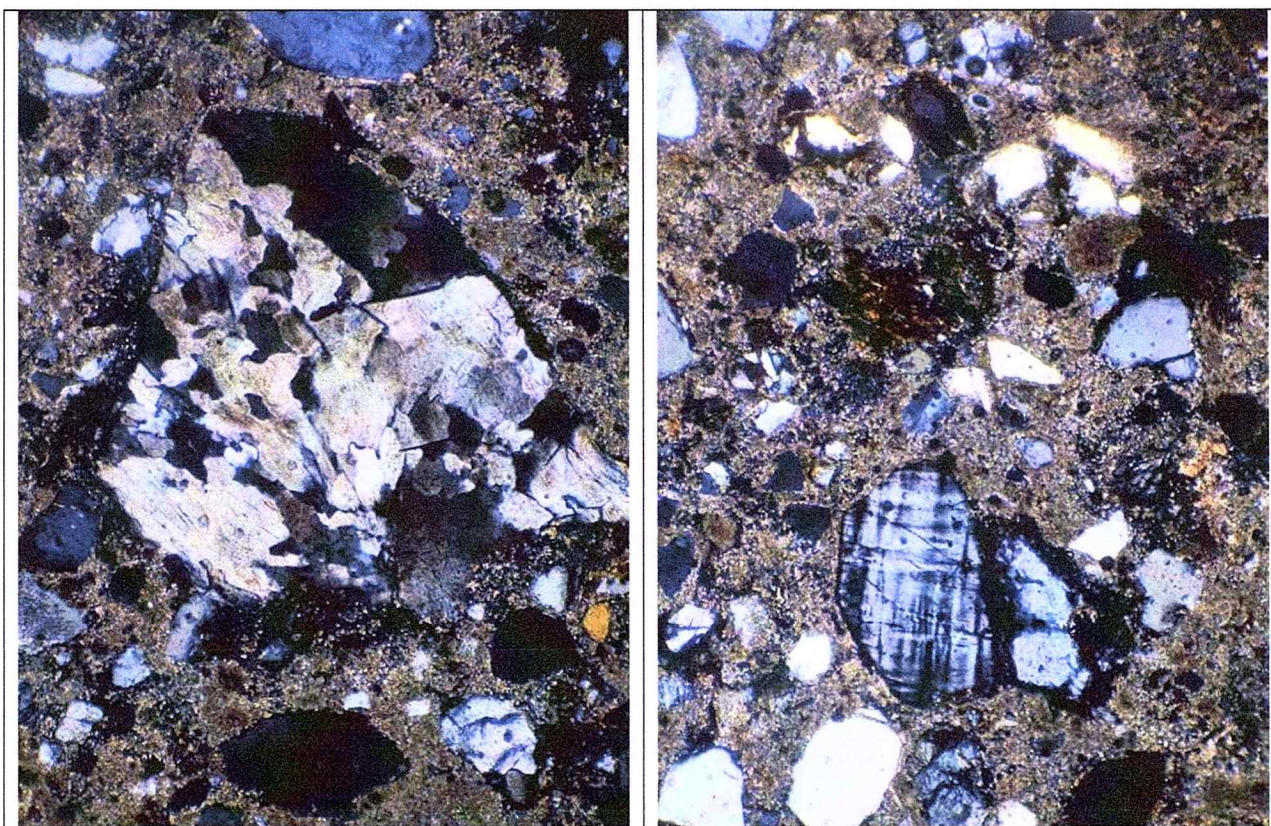
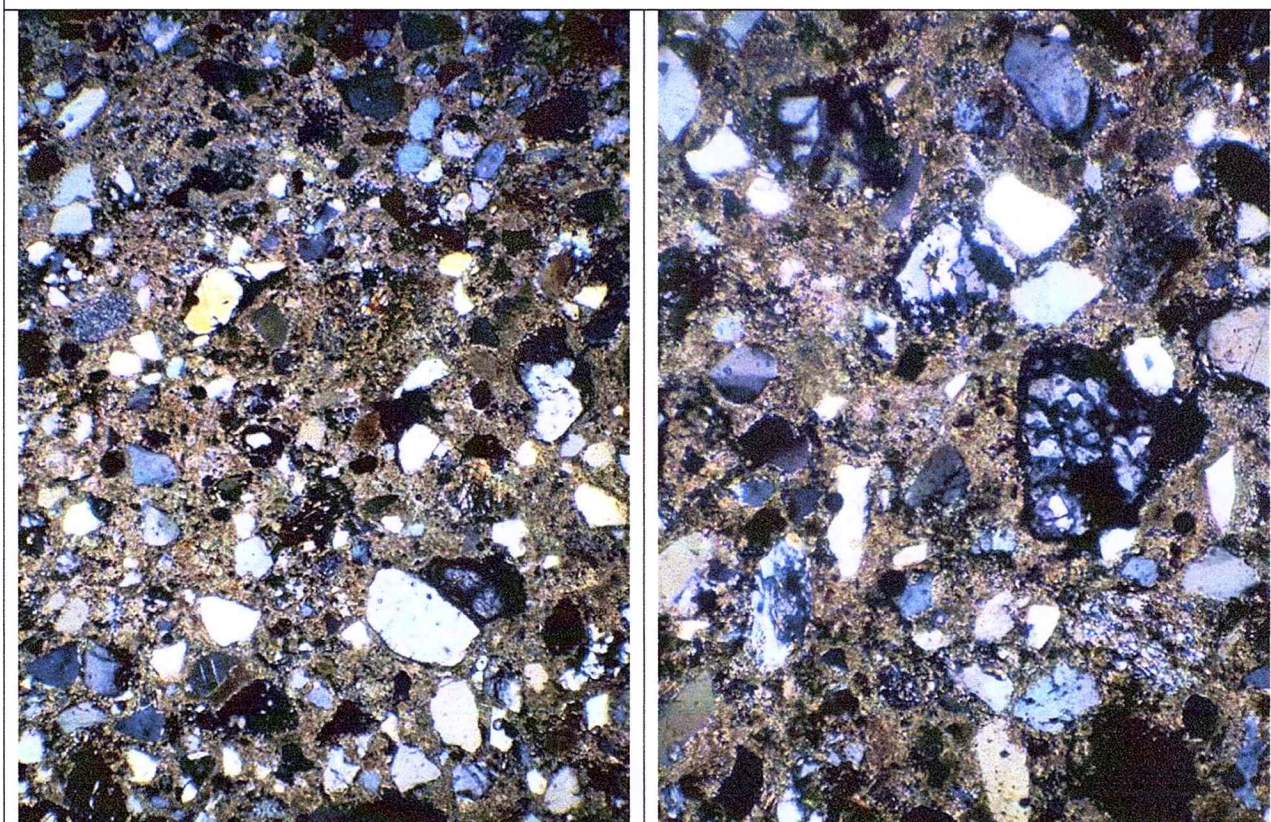


Fig. 14. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii cu (N+) din proba S3, pentru a observa agregatul mixt din: litoclaste de granitoide, cuarțolite, filit; granoclaste de cuarț (unele microfisurate), microclin, feldspat plagioclaz; un mic fragment de cărămidă.



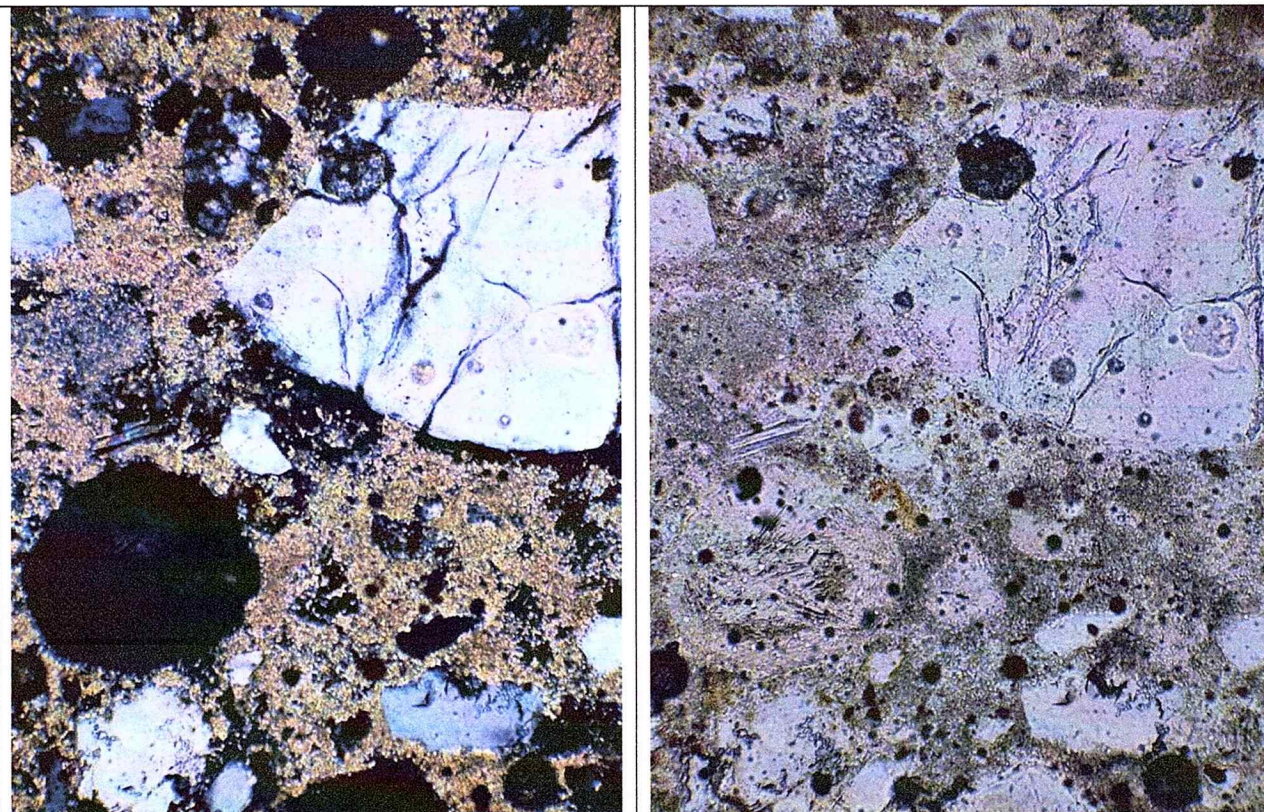
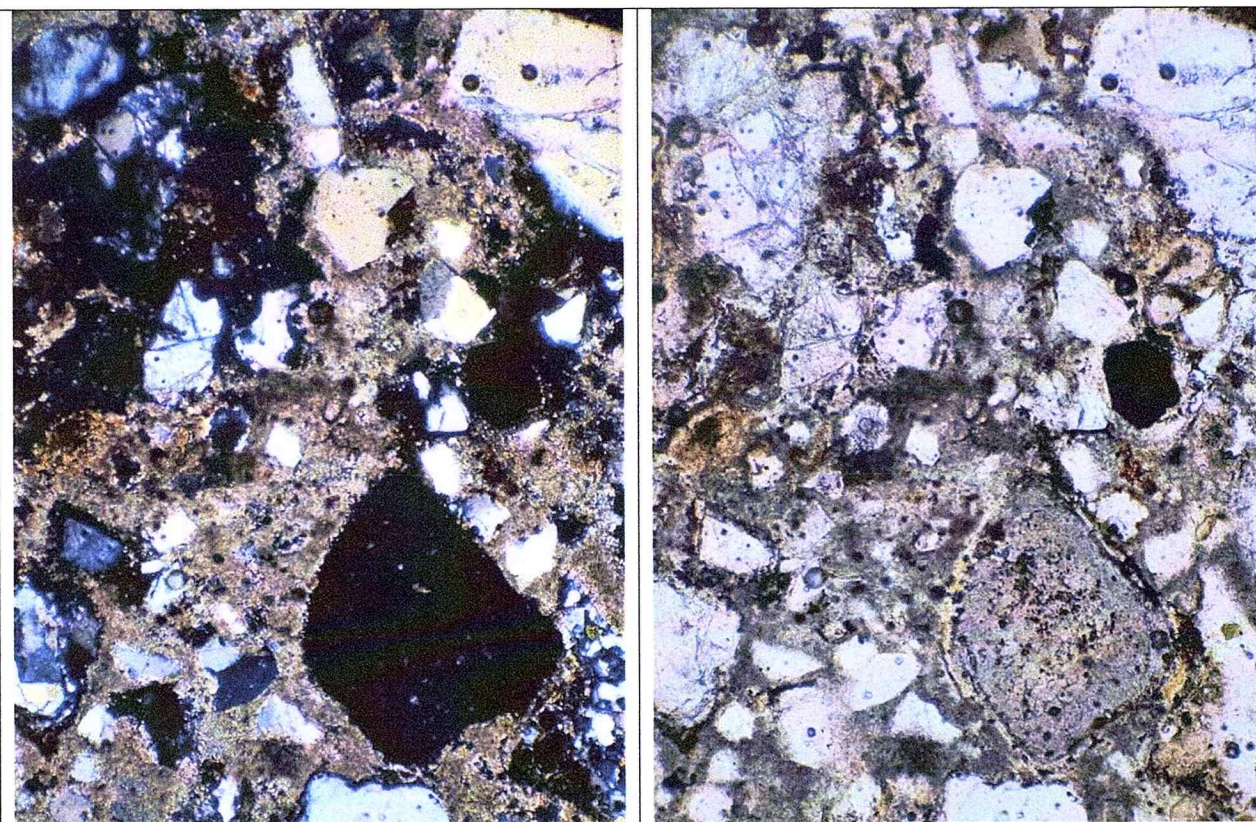


Fig. 15. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii cu (N+) și (NII), din proba S3, pentru a observa agregatul din: litoclaste de rocă vulcanică hialină, cuarțolite; sferulite; granoclaste de cuarț (unele microfisurate).



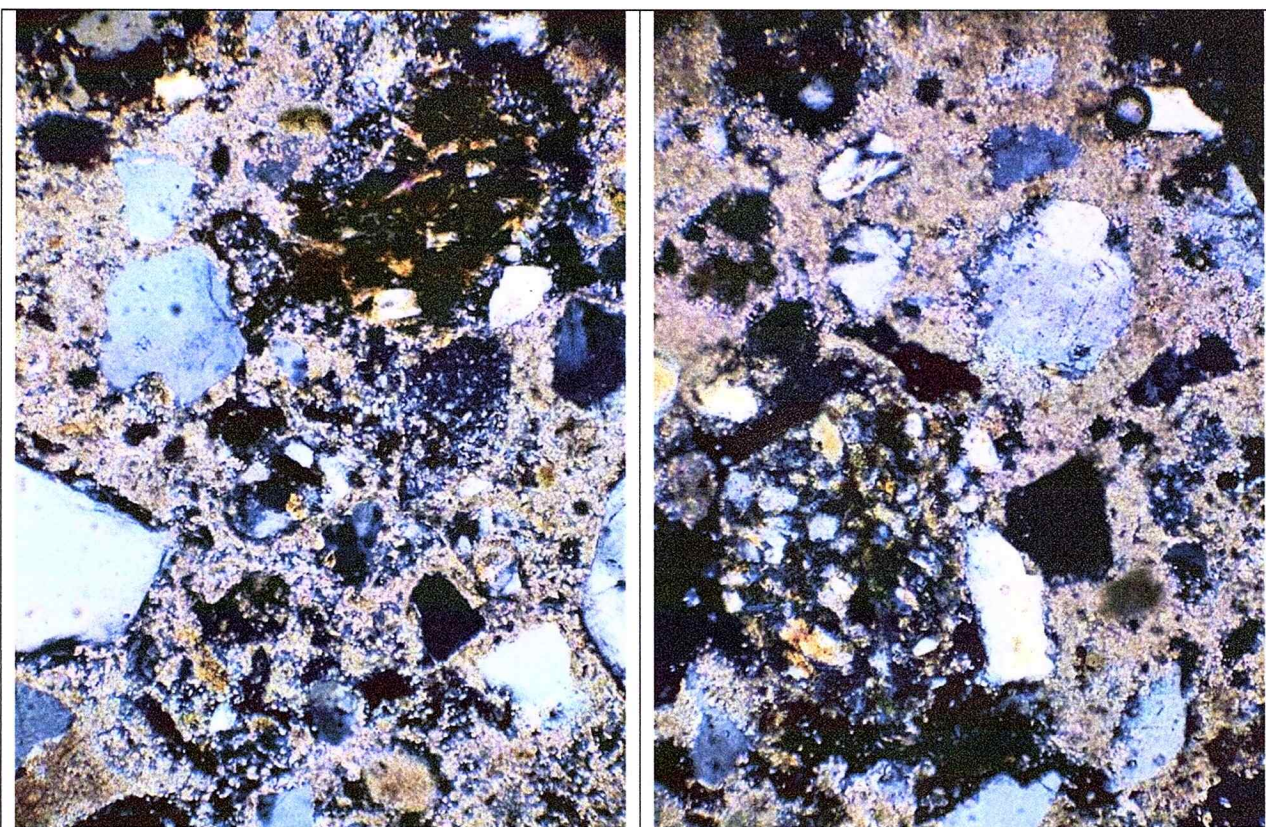


Fig. 16. Imagini microscopice în lumină focalizată, ultra-detaliu cu (N+), din proba S3, pentru a observa în plus: (a) un fragment de cărămidă cu pasta hipocristalină; un fragment de grauwacke; silicolite; granoclaste de cuarț, granat; (b) liant microcristalin.

Litoclastele sunt identice cu cele din tabelul nr. 1, în plus fiind prezente: fragmente de rocă vulcanică hialină ± structură scoriacee (cu pori primari sferici, fig. 13); un fel de gresie cu glauconit (grauwacke); șist grafitic. Uneori sticla vulcanică a cristalizat (în zăcământ) cu formare de sferulite (fig. 13). La fel, *granoclastele* sunt fragmente de cristale din speciile minerale prezentate în tabelul nr. 2 (cuarțul fiind dominant), în plus fiind prezent glauconitul. Multe din *granoclastele de cuarț* au fisuri neuniforme, parte dintre acestea fiind colmatate cu sticlă naturală (fig. 13, 14, 15).

Deoarece mortarul este foarte puțin degradat, *liantul* este din calcit microcristalin echigranular (fig. 13, 14, 15, 16).

Rețeta mortarului

Materialele solide utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,03 și 1 mm, dominant sub 0,5 mm;
- b) pastă de var;
- c) fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de var este aproximativ 5 : 2. Fragmentele de cărămizi reprezintă circa 1 – 2% din total agregat.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 4

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 1 (anexa nr. 1, fig. 17)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar

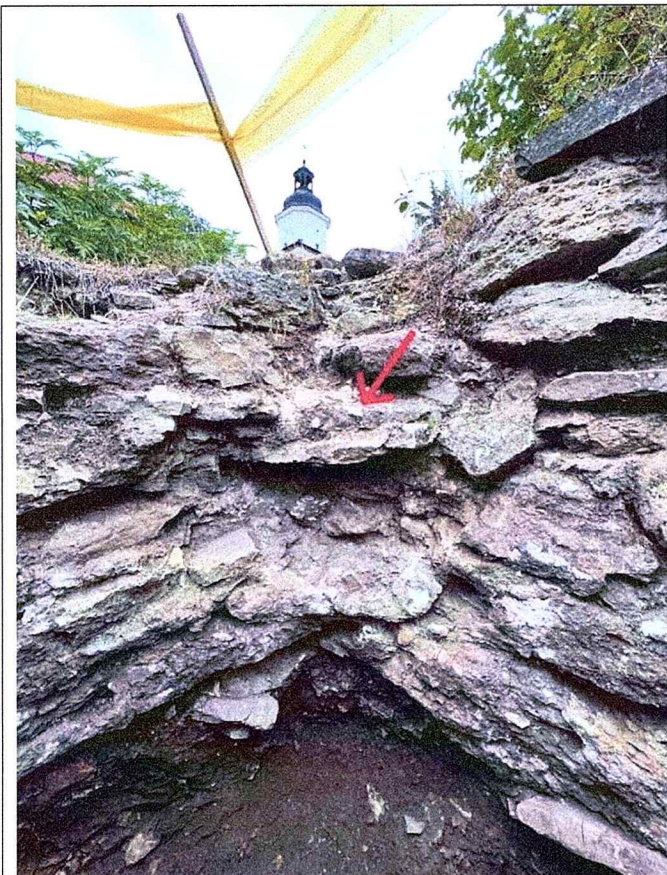
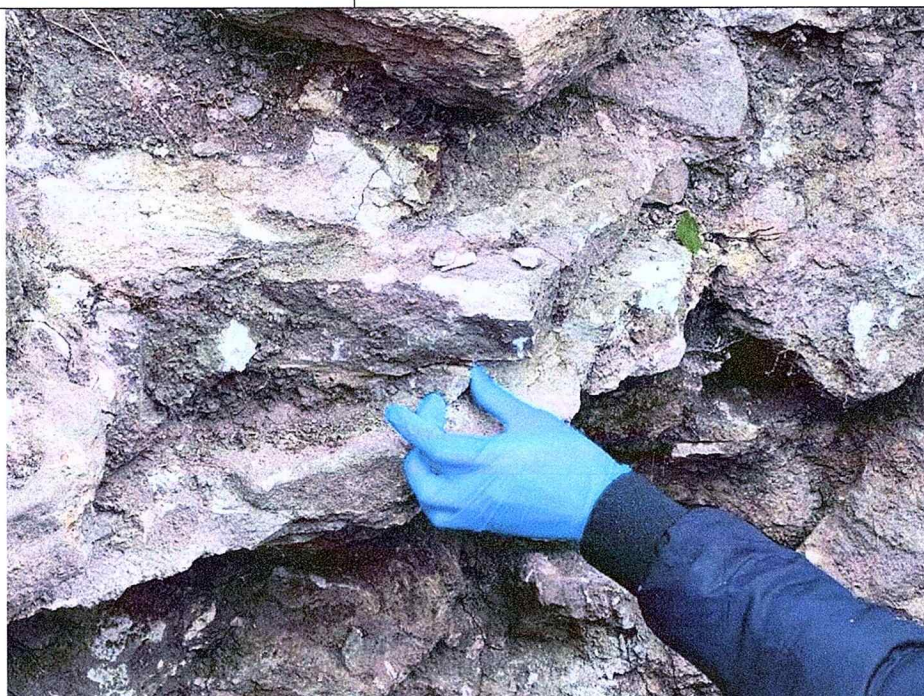


Fig. 17. Locul de prelevare a probei S4.



Caracteristici macroscopice

Precum se observă în figura 18, fața expusă mediului este acoperită cu o crustă locală, de culoare negricioasă, neuniformă ca grosime, parțial aderentă la suport. În spărtură proaspătă, componentele structurale solide ale mortarului se deosebesc cu dificultate datorită dimensiunii mici a granulelor de agregat și a culorii asemănătoare a acestora cu cea a liantului (fig. 18). Se observă un macropor sferic, de circa 2 mm diametru. Prin culoarea cărămizie, se vede clar un fragment de cărămidă, de aproximativ 10 mm lungime. Liantul a reacționat slab la testul cu acizi diluați. Structura mortarului este relativ omogenă, izotropă.



Fig. 18. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S4. Fața expusă mediului este acoperită cu o crustă cenușie. Pe intrados se pot vedea componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, liant și pori izolați. Local, se observă două fragmente de cărămidă de culoare brună.



Caracteristici microscopice

Mortarul este pe bază de ipsos, astfel încât, prin lipirea lamelei de sticlă peste fragmentul de mortar de 0,02 mm au apărut multe bule de aer sferice și aplatizate, vizibile pe toată suprafața secțiunii (fig. 19, 20, 21). Componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt următoarele: - agregat, 50 – 55%;

- liant, 45 – 50%;
- sistem de pori, sub 5%.

Agregatul este atât natural, cât și artificial, fiind format din litoclaste și granoclaste, la care se adaugă fragmente de cărămidă și rari bulgări de var, respectiv de ipsos (fig. 19, 20, 21). Granulele au conture dominant angulare, dar pot fi și rotunjite, cu dimensiuni cuprinse între circa 0,02 mm și rar de circa 2 mm. **Litoclastele** sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 5, iar **granoclastele** sunt fragmente de cristale din speciile minerale din tabelul nr. 6, cuarțul fiind dominant.

Particularitatea unor granoclaste de cuarț este dată de fisurarea neuniformă a lor, parte din fisuri fiind colmatate cu sticlă naturală (fig. 20, 21).

Fragmentele de cărămidă reprezintă circa 1 – 2% din total agregat. Macroscopic este vizibil un fragment de circa 10 mm, dar microscopic sunt puține și mici, cu conture subangulare, angulare. În compoziția lor se observă claste de cuarț (contrastante dimensional), feldspat într-o pastă hialină, complet oxidată.

Bulgării de var sunt rari, neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de aproximativ 0,7 mm. Au conture subrotunjite - rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din calcit microcristalin și ipsos/gips criptocristalin (fig. 20, 21).

"Bulgării" de ipsos sunt ocazionali (sigur rezultați din amestecul neomogen al pastei de ipsos), neuniform distribuiți în masa mortarului, cu dimensiuni mai mici de aproximativ 0,4 mm. Au conture subangulare / subrotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din ipsos/gips criptocristalin (fig. 21).

Liantul este mixt: (a) componenta gipsiferă, micro/criptocristalină, rezultată din cristalizarea pastei de ipsos, dominantă; (b) filler din calcit, neuniform distribuit și cu dimensiuni mai mici de 0,05 mm; circa 2-5% din masa liantului; (c) calcit rezultat din carbonatarea pastei de var.

Porii sunt dominant sferoidali (fig. 20, 21), izolați, neuniform distribuiți, sub 0,5 mm. O parte din pori sunt tapetați cu cristale acicular-prismatice de gips sau/și anhidrit.

Tabelul nr. 5. Natura petrografică a litoclastelor din proba S4.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț ± muscovit / sericit	anizotropă / izotropă, inechigranulară ± porfiroclastică, micro / mezoblastică
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, crypto/microgranulară
Calcare micritice	calcit micro/criptocristalin	izotropă, compactă
Gresie cuarțitică	cuarț, calcedonie	izotropă, arenitică, compactă

Tabelul nr. 6. Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S4.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Granat (almandin)	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃
Feldspați	KAlSi ₃ O ₈ , NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Biotit titanifer ± oxidat sau cloritizat	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂

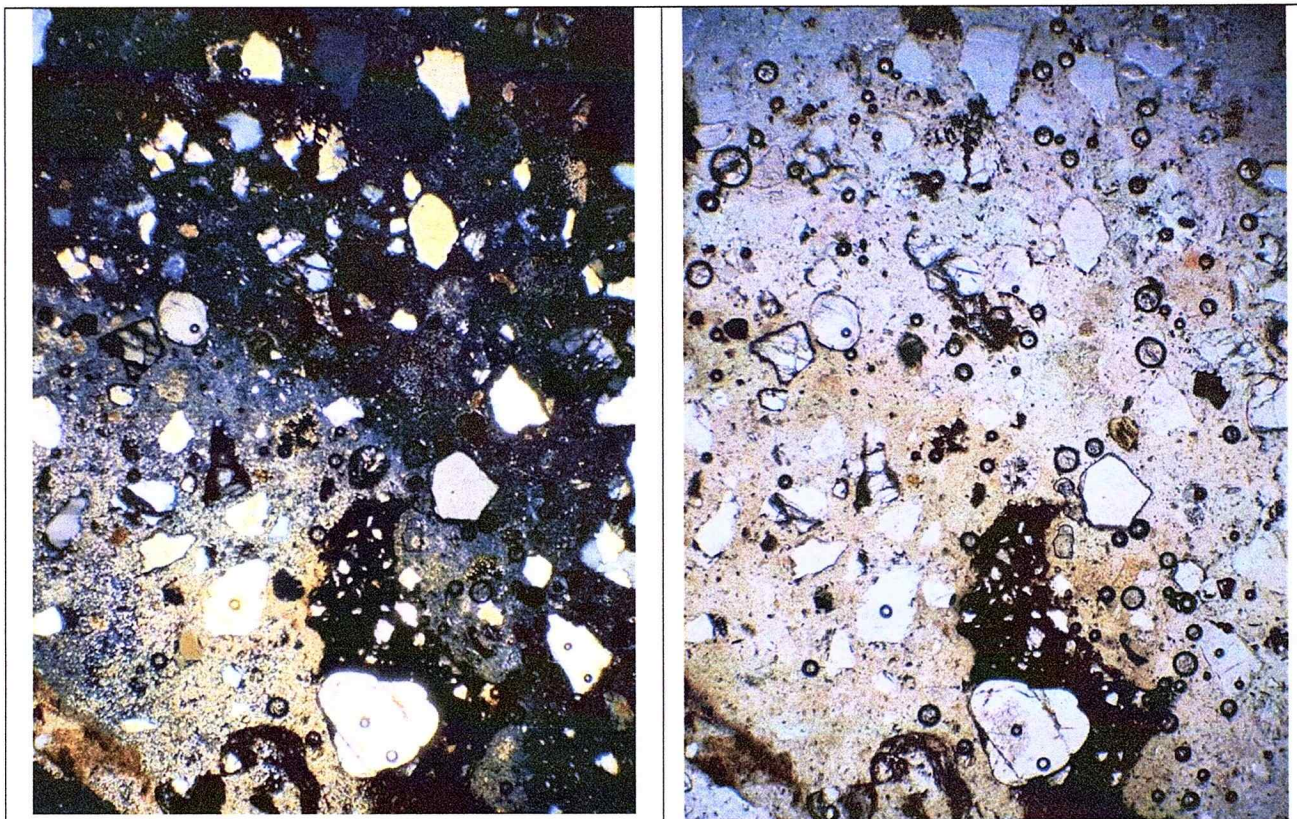
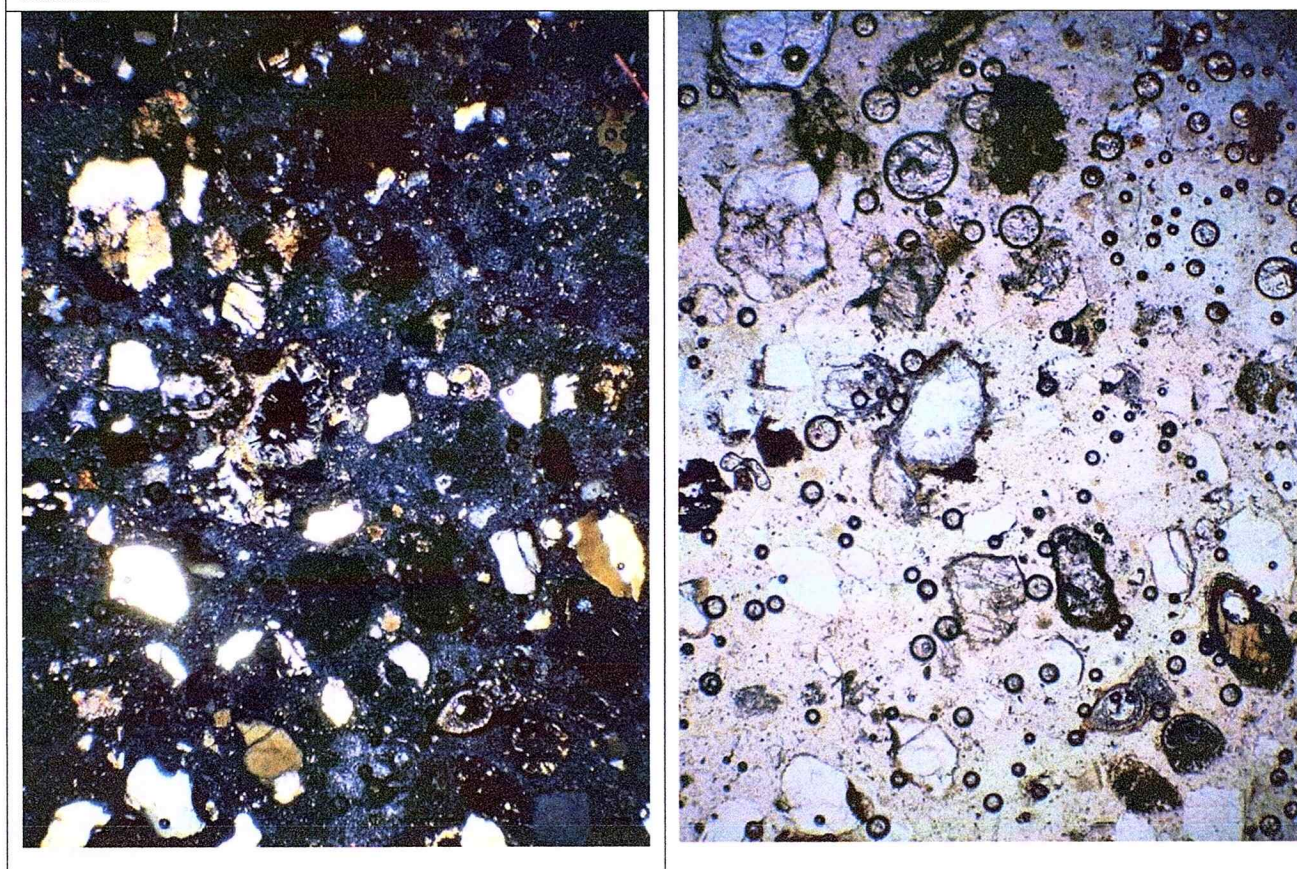


Fig. 19. Imagini microscopice în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), din proba S4. Se observă o compoziție neuniformă, un micro-domeniu bogat în calcit microcristalin și alt micro-domeniu bogat în ipsos; (a) agregat din: litoclaste de cuarțolite, rocă vulcanică hialină; granoclaste de cuarț (unele microfisurate), granat (almandin); un fragment de cărămidă cu pasta hialină și oxidată; (b) liant micro/criptocristalin, din gips, ipsos și filler calcitic.



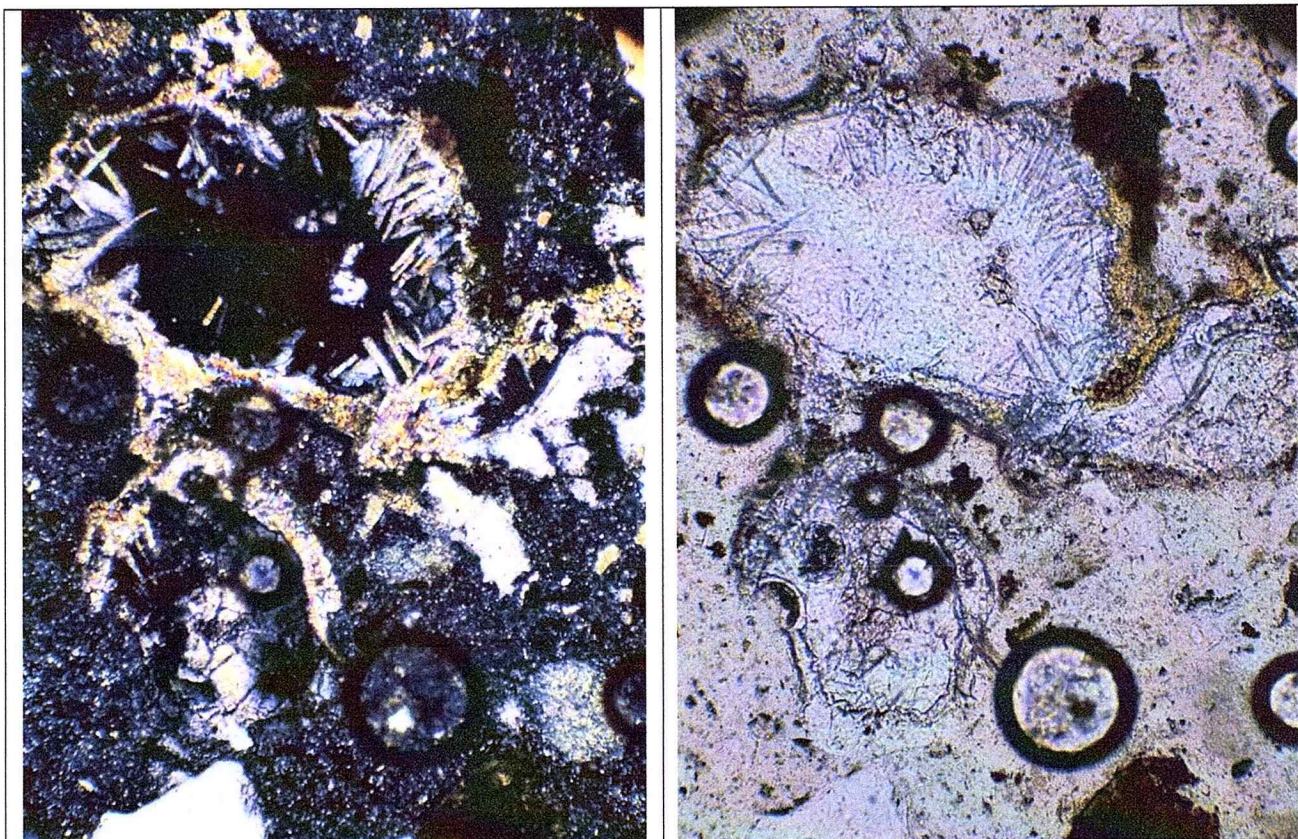
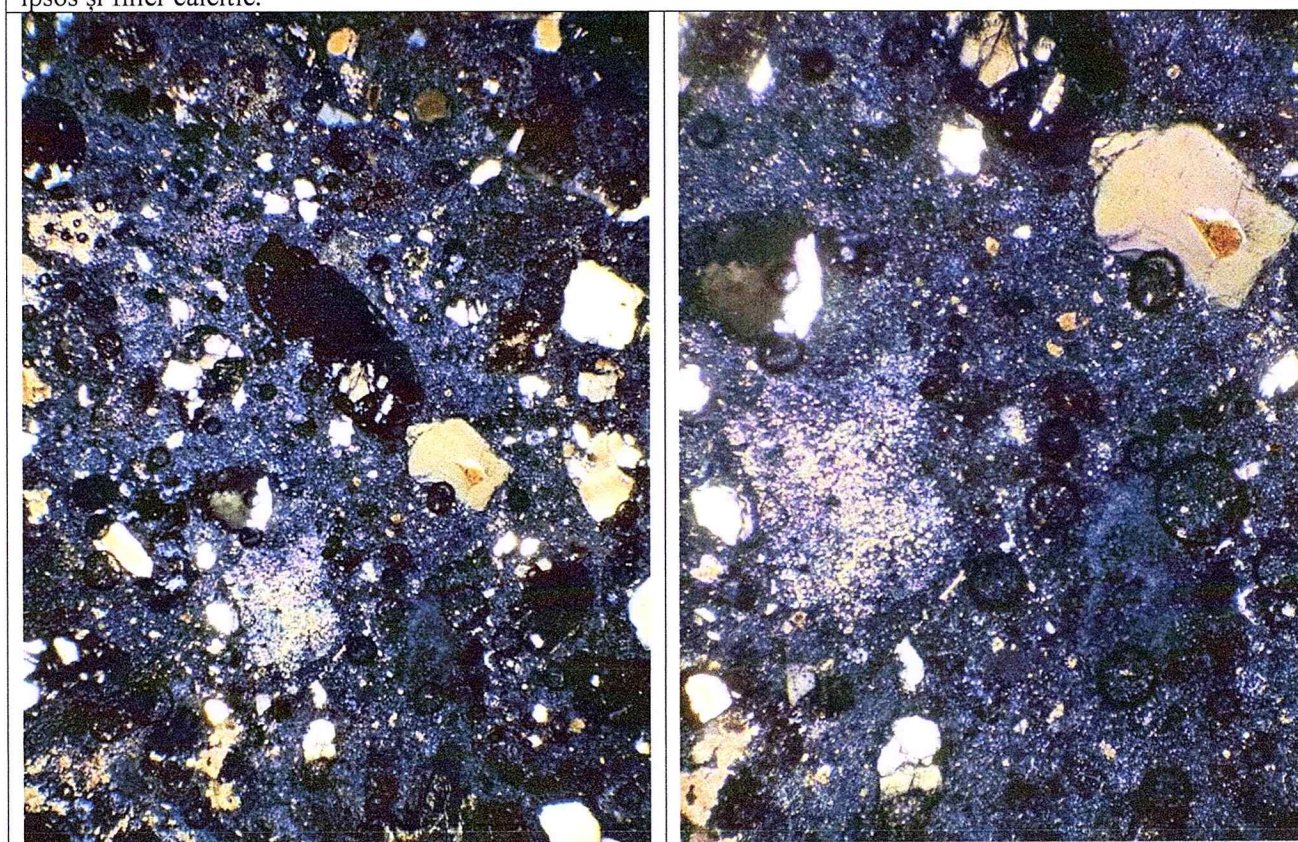


Fig. 20. Imagini microscopice în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), ultra-detalii, ansamblu și detaliu din proba S4, pentru a remarca particularitățile compoziționale ale mortarului: (a) un por sferic, izolat, tapetat cu cristale acicular-prismatice de gips și anhidrit; (b) granoclastul de cuarț fisurat și cu sticlă, bordat de calcit microcristalin; (c) un bulgăre de var din calcit microcristalin și ipsos; (d) liant micro/criptocristalin din gips, ipsos și filler calcitic.



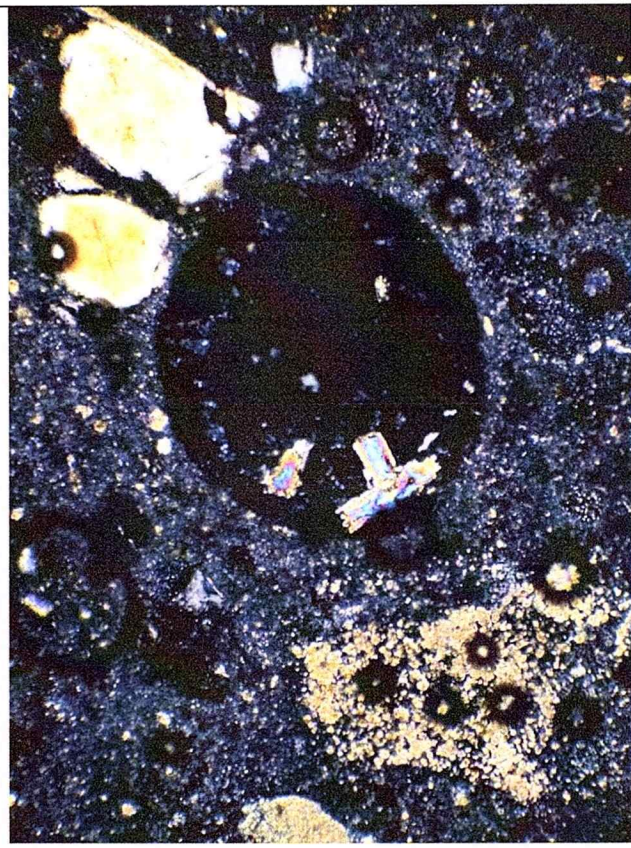
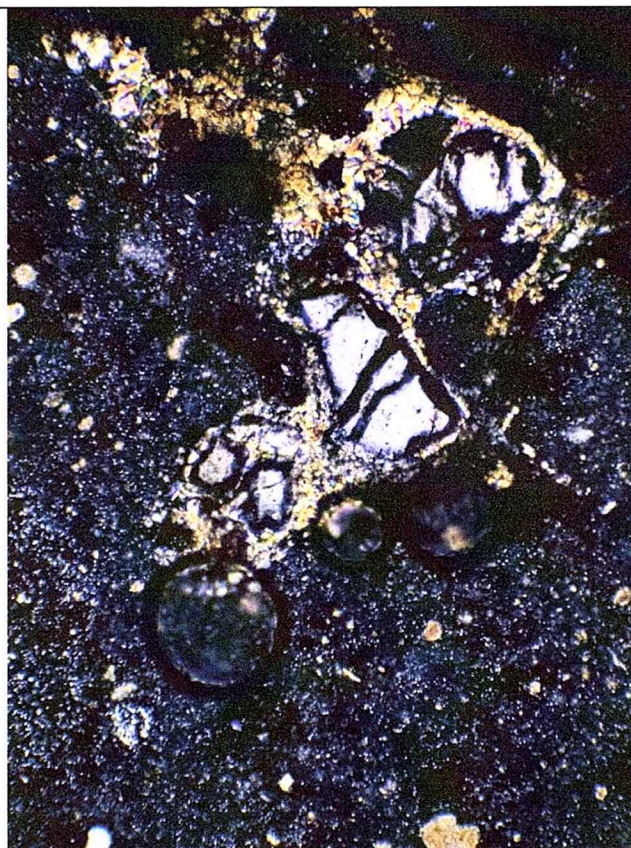
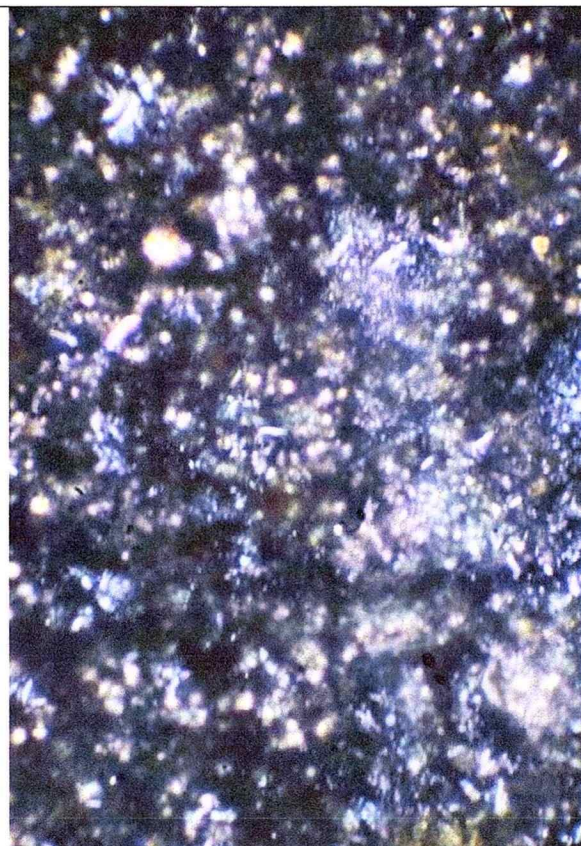
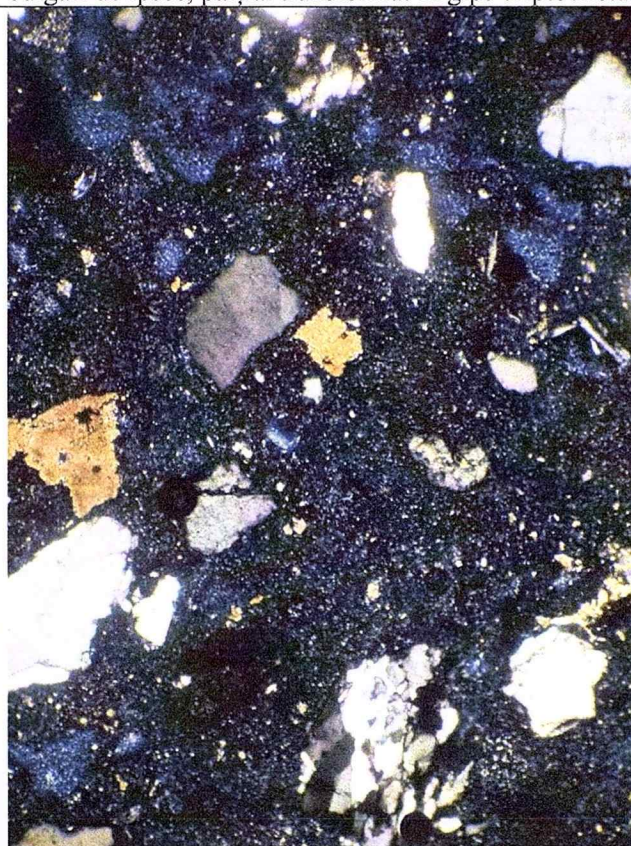


Fig. 21. Imagini microscopice în lumină focalizată, cu (N+), ultra-detalii și ultra-ultra-detaliu din proba S4, pentru a remarca: (a) un granoclast de cuarț fisurat, cu sticlă parțial înlocuită cu calcit; (b) por sferic, izolat, tapetat parțial cu cristale prismatice de anhidrit; (b) un bulgăre de var din calcit microcristalin și ipsos; (c) un litoclast de cuarțit și granoclaste de cuarț; (d) liant micro/criptocristalin din gips, ipsos și filler calcitic; (e) bulgări de ipsos, parțial transformat în gips criptocristalin.



Rețeta mortarului

Materialele solide utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 2 mm;
- b) pastă de ipsos;
- c) pastă de var;
- d) filler;
- e) fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de ipsos / pastă de var este aproximativ 9 : 8 : 1. Filler-ul este extrem de puțin, 2 – 5% din masa liantului. Fragmentele de cărămizi reprezintă circa 1 – 2% din total agregat.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 5

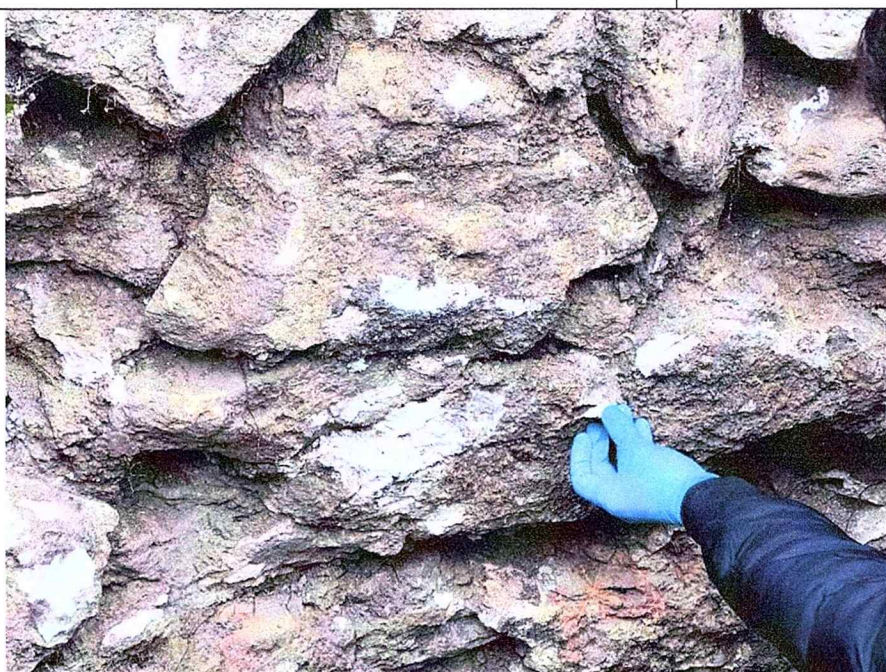
Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 1 (anexa nr. 1, fig. 22)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 22. Locul de prelevare a probei S5.



Caracteristici macroscopice

Proba constă din două eşantioane, acoperite, spre exterior de o crustă, cel mai probabil de sol (fig. 23). În spărtură proaspătă, materialul are culoare albă, structură omogenă și izotropă. Se disting cu dificultate cele trei componente structurale ale mortarului: (1) puține granule de *agregat*; (2) liant de culoare

albicioasă; (3) foarte rari pori izolați și mici (fig. 23). Granule de agregat au culoare dominant albă, conture subangulare/ subrotunjite și dimensiuni mai mici de 2 mm. Liantul este efervescent, la testul cu acizi diluați, deci este prezent carbonatul de calciu. Materialul este puternic absorbant, cel mai probabil datorită microfisurilor, mortarul fiind friabil.

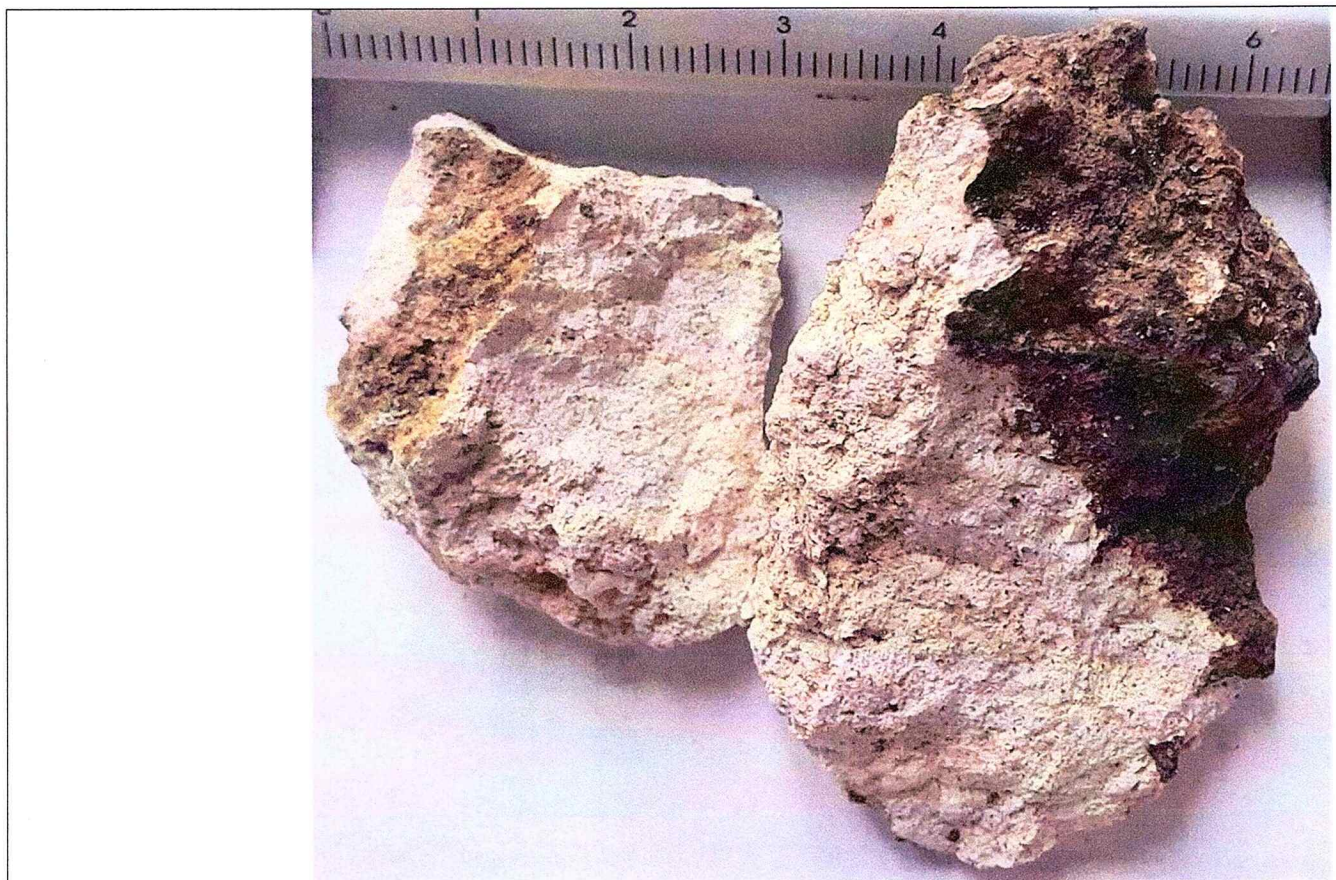
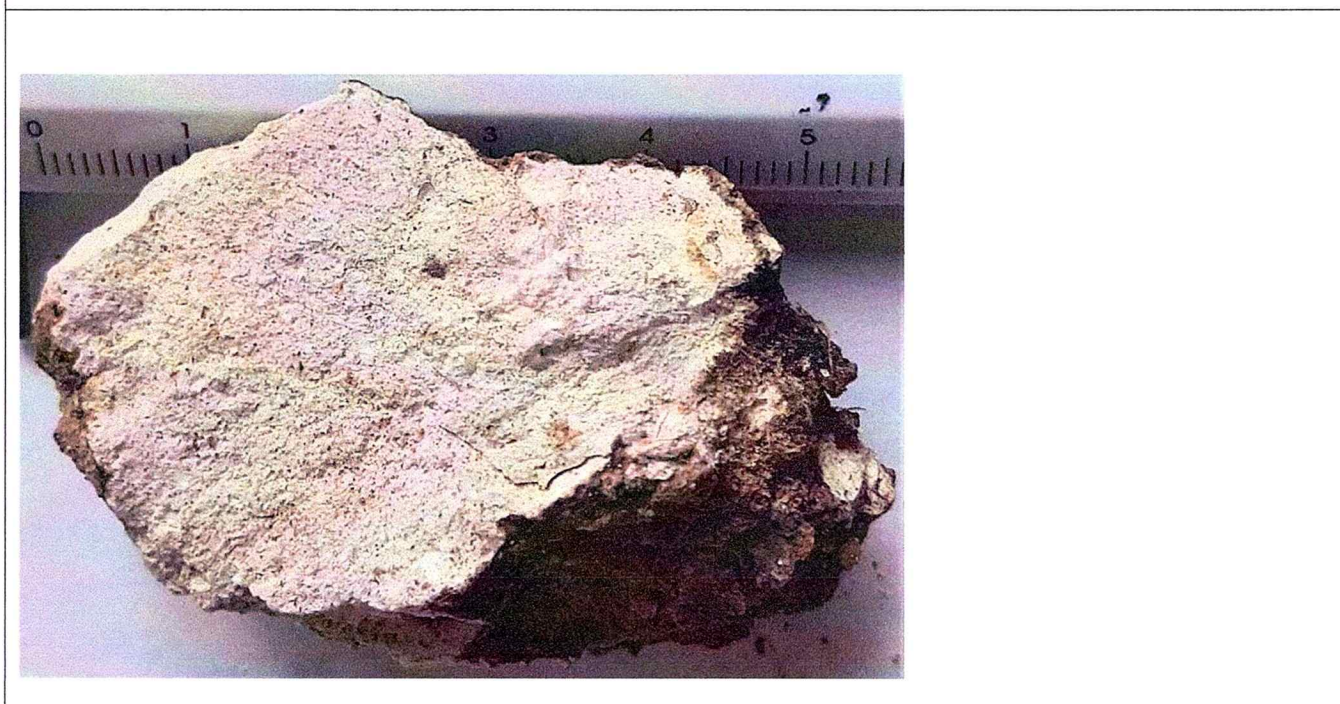
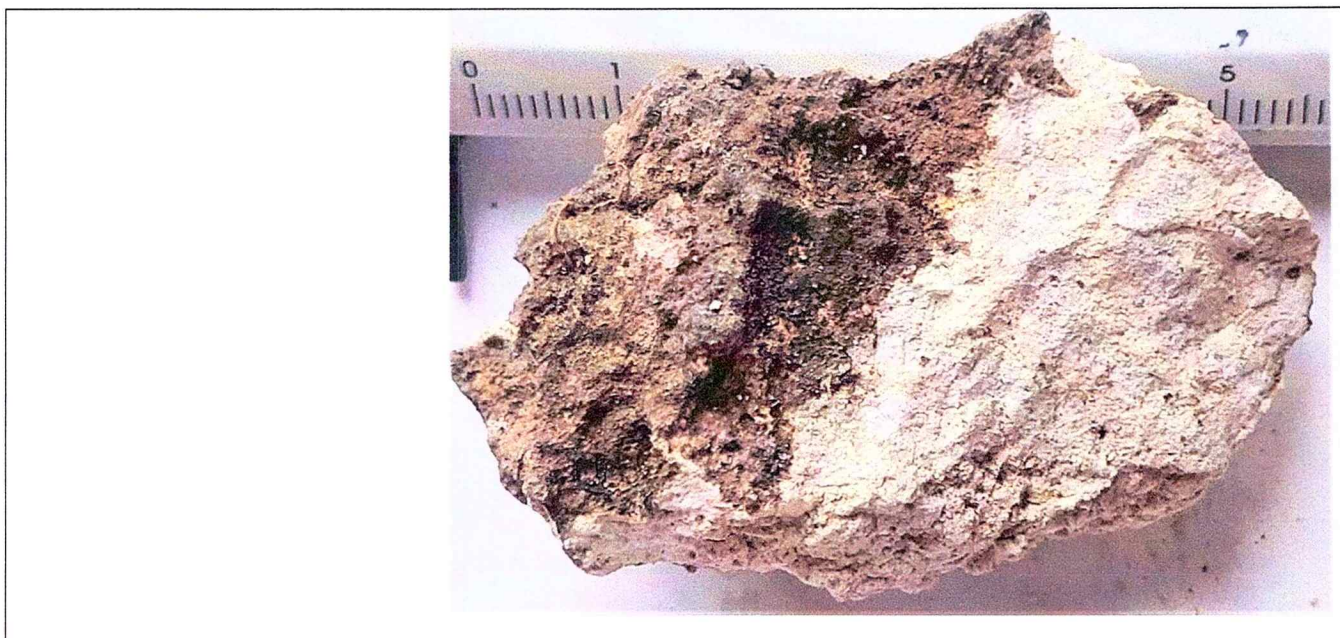


Fig. 23. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S5. Se observă componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, liant și pori rari, izolați.





Caracteristici microscopice

Componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt următoarele:

- agregat, 50 – 55%, cu micro-domenii variabile;
- liant, 45 – 50%, cu micro-domenii variabile;
- sistem de pori, 3 – 5%, cu micro-domenii variabile.

Agregatul este format din litoclaste și granoclaste, la care se adaugă rari bulgări de var, respectiv de ipsos (fig. 24, 25, 26). Granulele au conture dominant angulare, dar pot fi și rotunjite, cu dimensiuni cuprinse între circa 0,02 mm și 1 mm, rar de circa 2-2,5 mm (bulgări de var). *Litoclastele* sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 7, iar *granoclastele* sunt fragmente de cristale din speciile minerale din tabelul nr. 8, cuarțul fiind dominant.

Particularitatea câtorva granoclaste mari de cuarț este dată de fisurarea neuniformă a lor, parte din fisuri fiind colmatate cu sticlă naturală (fig. 26).

Bulgări de var sunt rari, neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de aproximativ 0,8-1 mm (deși macroscopic pot fi și de 2-2,5 mm). Au conture subrotunjite - rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din calcit criptocristalin (fig. 25).

"Bulgării" de ipsos sunt ocazionali (sigur rezultați din amestecul neomogen al pastei de ipsos), neuniform distribuiți în masa mortarului, cu dimensiuni mai mici de aproximativ 0,8 mm. Au conture subangulare / subrotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din ipsos/gips criptocristalin (fig. 25).

Liantul este mixt: (a) componenta gipsiferă, criptocristalină, rezultată din cristalizarea pastei de ipsos; (b) calcit rezultat din carbonatarea pastei de var (fig. 24, 25, 26).

Porii primari sunt dominant sferoidali (fig. 24, 25, 26), izolați, neuniform distribuiți, sub 0,5 mm. Prin fisurarea mortarului, s-au format câțiva pori secundari, xenomorfi, tapetați cu calcit microcristalin neformat (fig. 26).

Tabelul nr. 7. *Natura petrografică a litoclastelor din proba S5.*

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară, microcristalină
Silicolite	cuarț, calcedonie, opal	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Filit	cuarț, sericit, grafit	anizotropă, microblastică
Gresie polimictică (arcoză)	cuarț, feldspați, filosilicați criptocristalini	izotropă, arenitică, compactă
Rocă oxidică	hematit, cuarț	izotropă, compactă, micro/criptocristalină

Tabelul nr. 8. *Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S5.*

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Feldspați	KAlSi ₃ O ₈ , NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Biotit titanifer ± oxidat	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Calcit	CaCO ₃

Rețeta mortarului

Materialele solide utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 1 mm;
- pastă de ipsos;
- pastă de var.

Raportul agregat / pastă de ipsos / pastă de var este aproximativ 4 : 3 : 1.

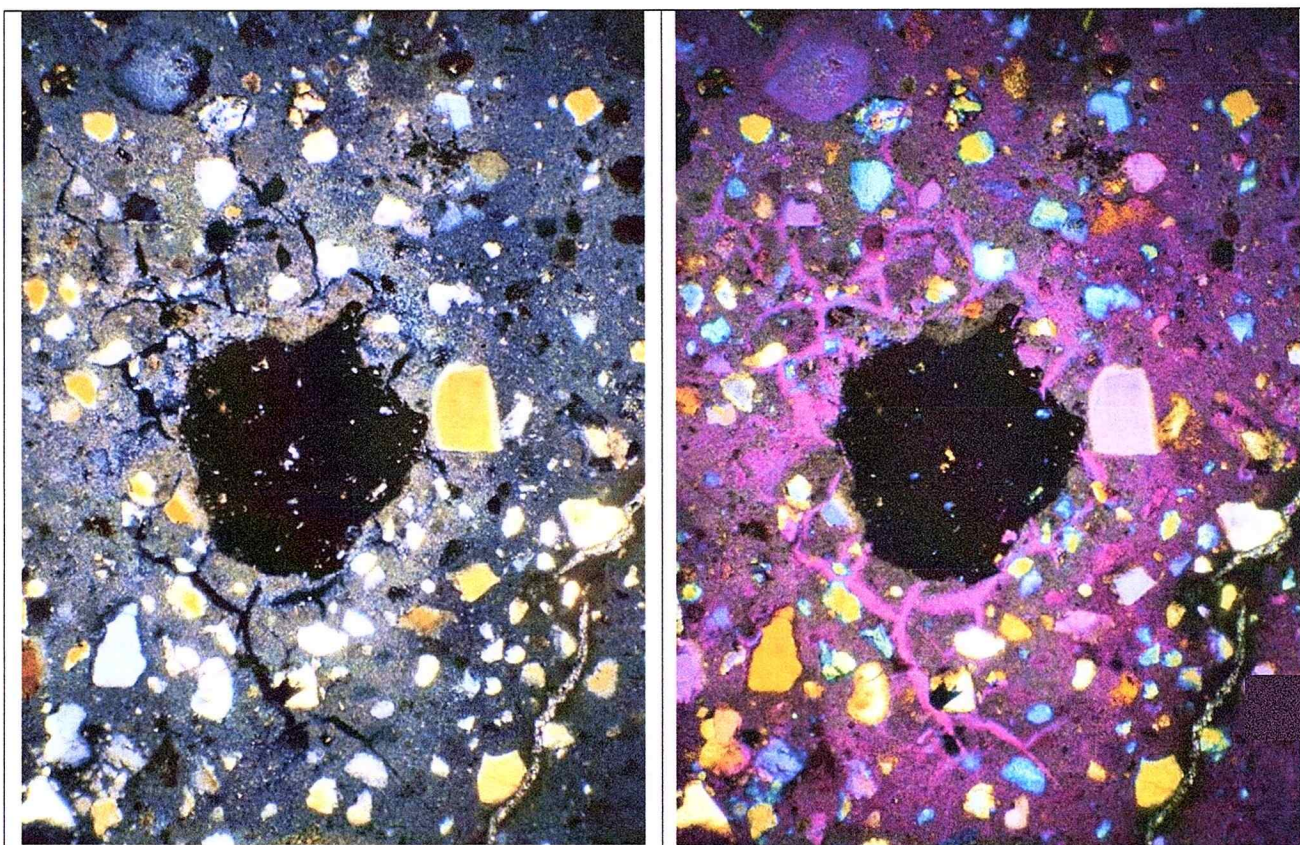
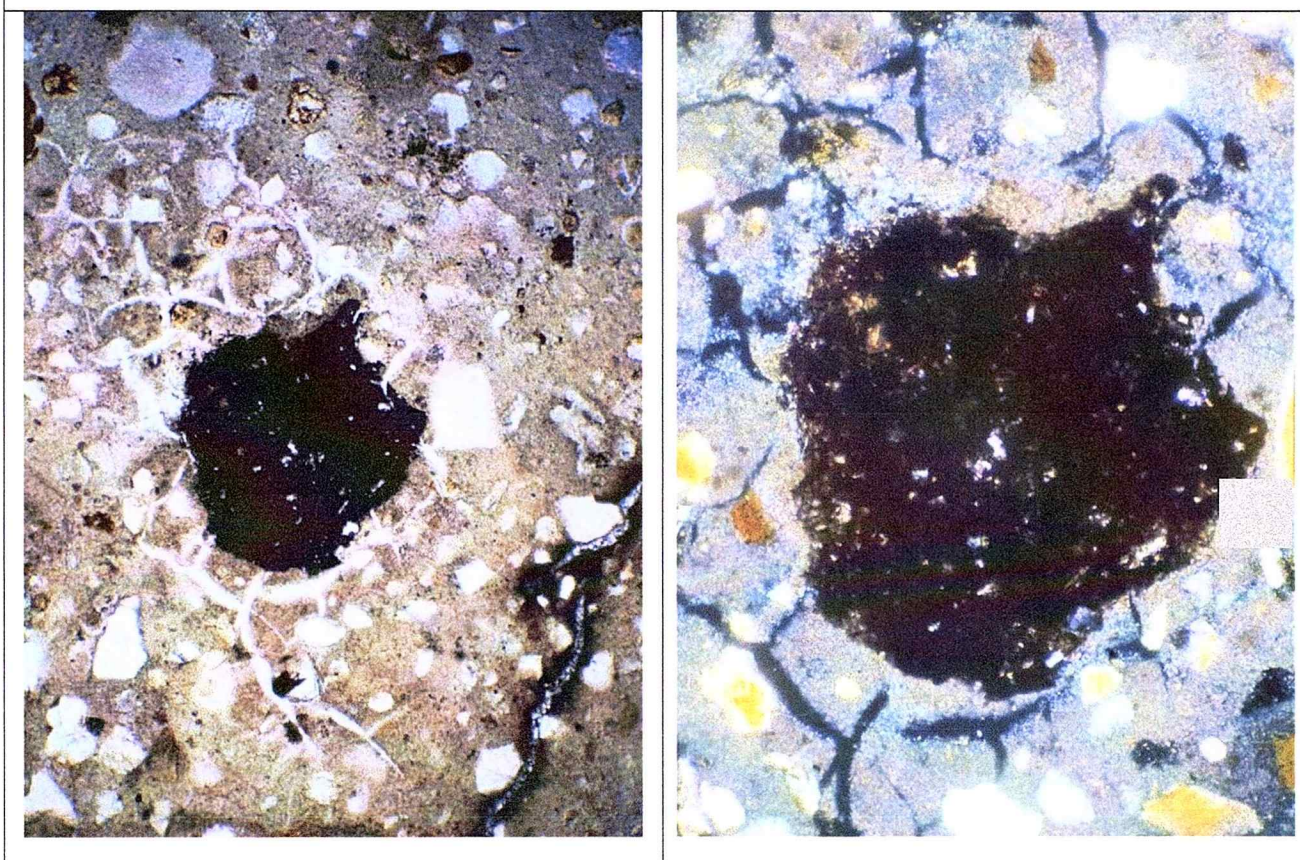


Fig. 24. Imagini microscopice în lumină polarizată, ansamblu și detaliu, cu (N+), (NII) și filtru roz din proba S5. Se observă: (a) agregat din litoclaste de rocă oxidică; granoclaste de cuarț; (b) liant mixt din calcit criptocristalin, gips criptocristalin, ipsos; (c) pori sferoidali; (d) micro-fisuri deschise, o micro-fisură cimentată cu calcit microcristalin neoformat.



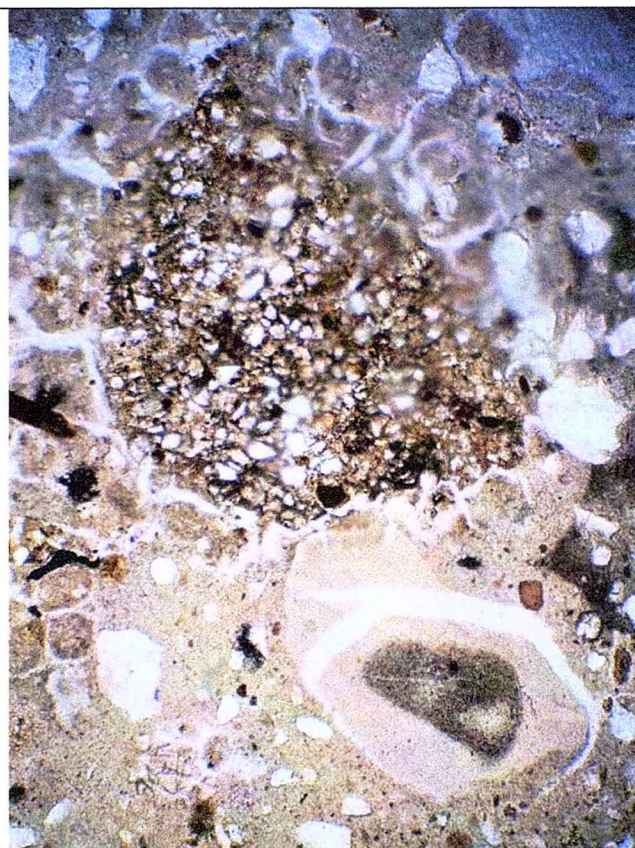
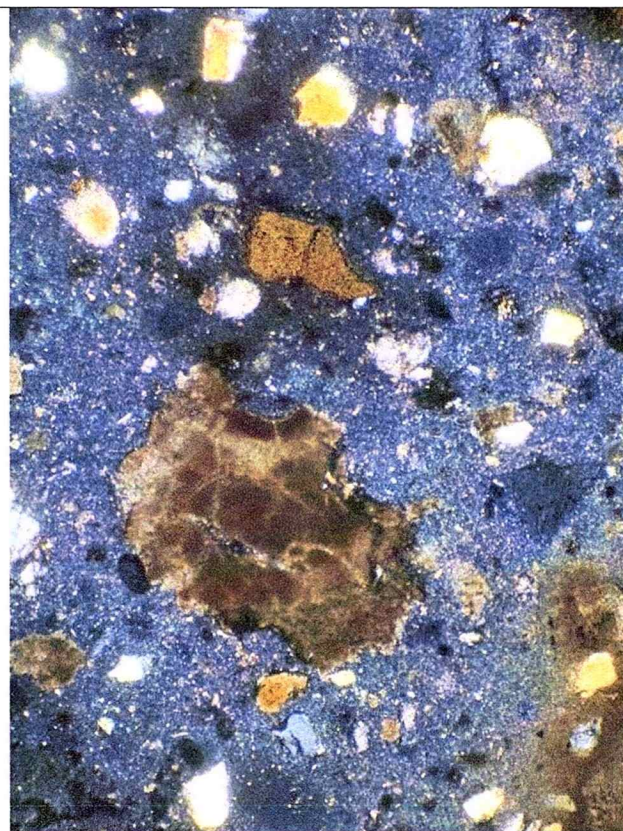
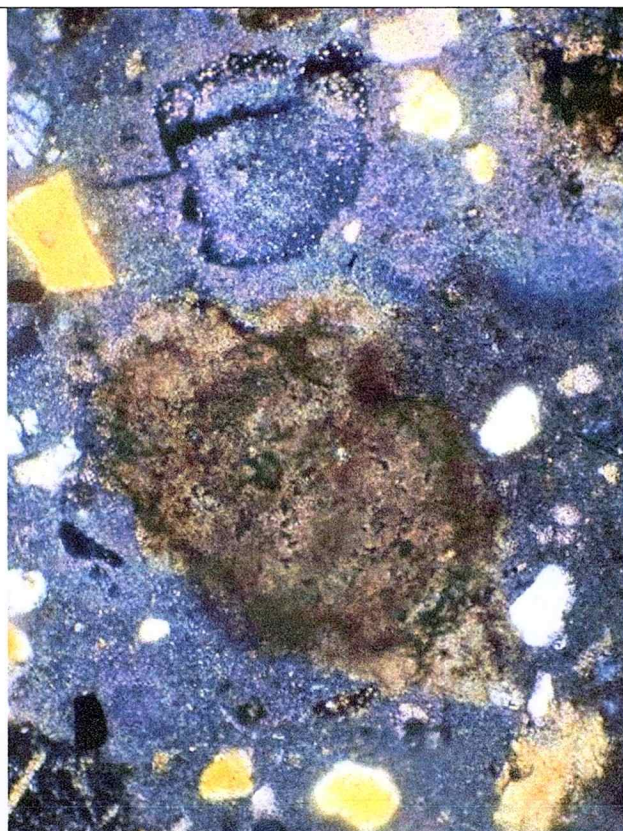


Fig. 25. Imagini microscopice în lumină polarizată, ansamblu și detalii, cu (NII) și (N+) din proba S5. Se observă: (a) agregat din litoclaste de gresie polimictică și filit; granoclaste de cuarț, feldspat, biotit titanifer parțial oxidat, calcit; bulgări de var; "bulgări" de ipsos; (b) liant mixt din calcit criptocristalin, gips criptocristalin, ipsos; (c) pori sferoidali.



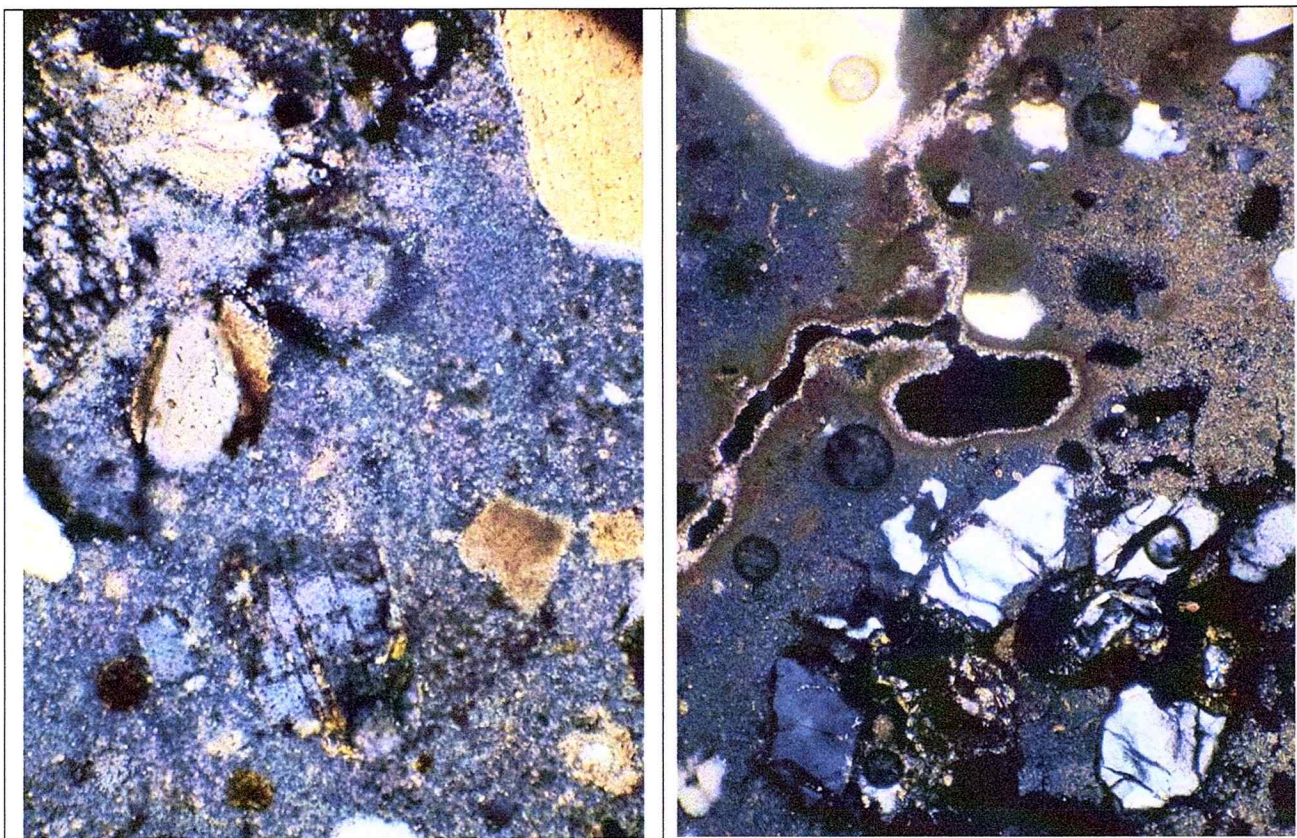


Fig. 26. Imagini microscopice în lumină polarizată, ultra-detaliu și detaliu, cu (NII) din proba S5. Se observă: (a) agregat din litoclast de filit; granoclase de cuarț (din care unul este fisurat de șoc, cu fisuri hialine), feldspat, calcit; (b) liant mixt din calcit criptocristalin, gips criptocristalin, ipsos; (c) pori sferoidali; (d) microfisură + por secundar, parțial tapetate cu calcit microcristalin neoformat.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 6

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 1 (anexa nr. 1, fig. 27)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: cărămidă



Fig. 27. Locul de prelevare a probei S6.

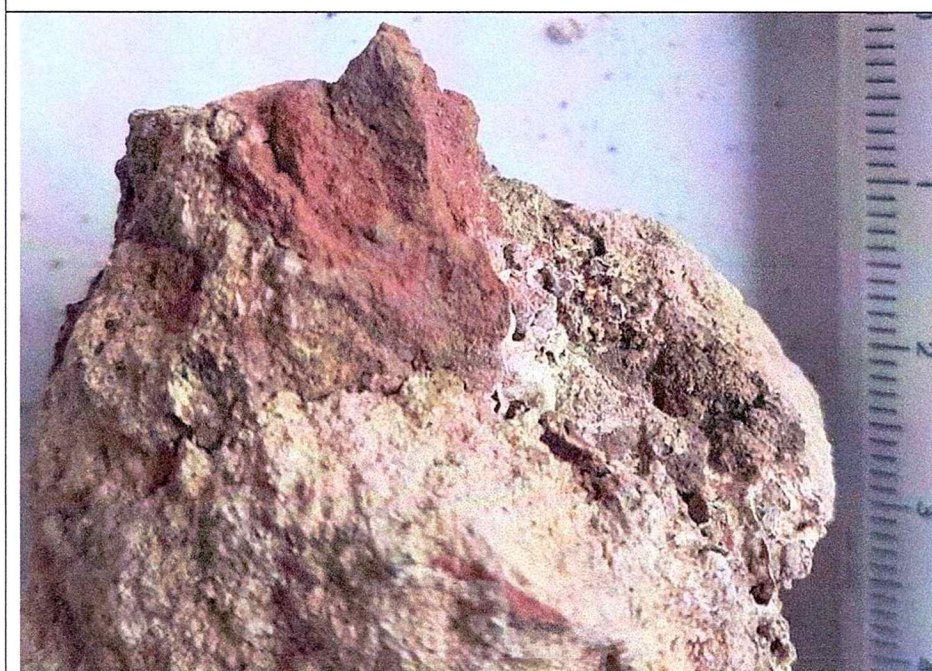


Caracteristici macroscopice

Proba prelevată pentru analiză este bicomponentă: în mortarul de zidărie este un fragment de cărămidă de circa 2 cm² (fig. 28). În acest buletin de analiză sunt prezentate rezultatele analizei fragmentului de cărămidă. Acesta are culoare maro-roșcat, structură omogenă și izotropă (fig. 28). În contact cu acidul clorhidric diluat, fragmentul este efervescent, deci conține componenta CaCO₃. Absorbția apei este extrem de mică.



Fig. 28. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S6. În mortar se observă fragmentul de cărămidă analizat.





Componentele structurale, determinate microscopic

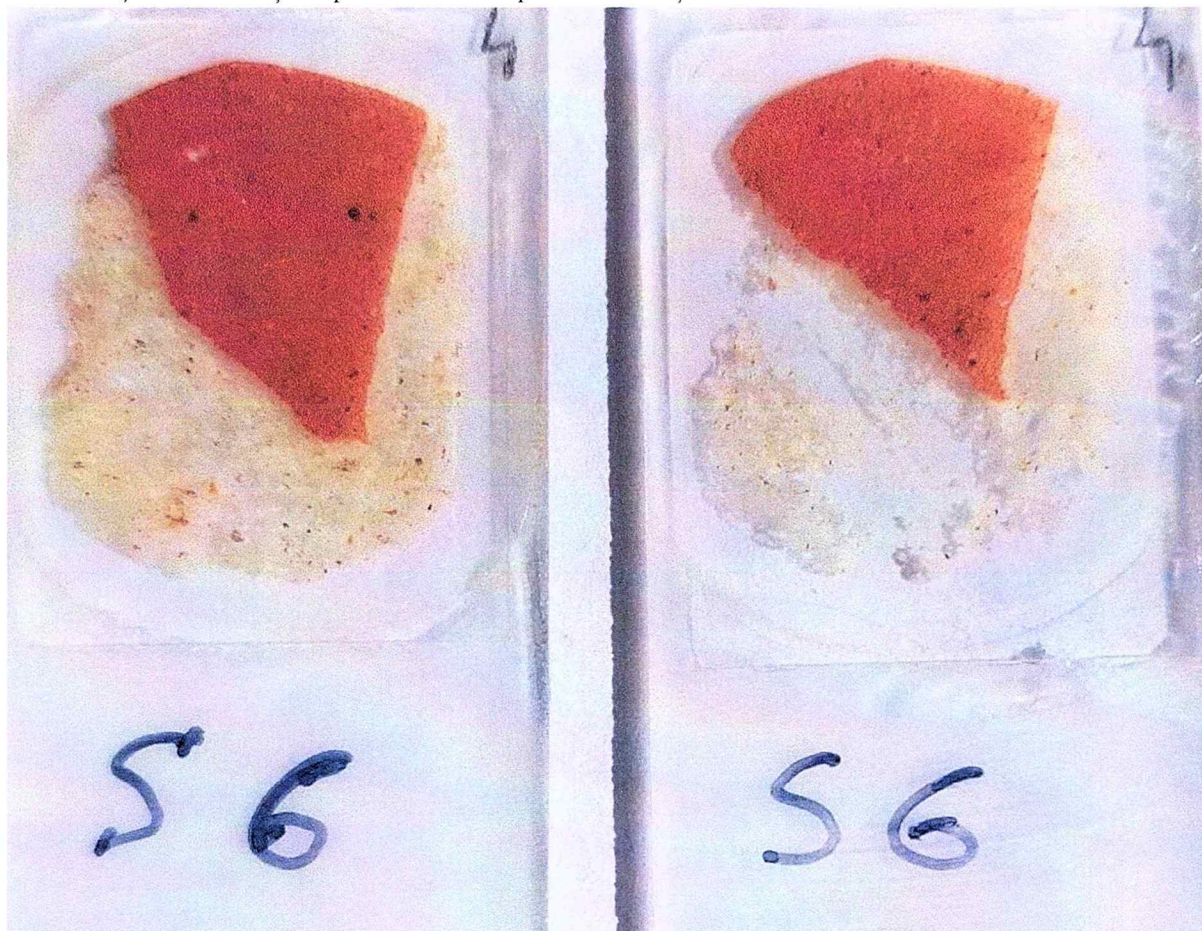
Au putut fi determinate trei componente structurale (fig. 30, 31, 32):

1. claste ($\pm$ degresant), circa 60 – 65%,
2. pastă (matrice), 35 – 40%;
3. pori, 1 – 2%.

Clastele au dimensiuni cuprinse între circa 0,01 și 0,25 mm, rar ajung la 0,5 mm. Conturele sunt dominant unghiulare, rar subunghiulare/subrotunjite. Sunt reprezentate prin granoclaste (dominante), litoclaste (cu totul întâmplător) și noduli (concrețiuni) oxidice, la care se adaugă fragmente din alte cărămizi (cel mai probabil) (fig. 30, 32), ultimile cu rol de *degresant* (au fost adăugate în materia primă - roca argiloasă primară, înainte de a fi arse viitoarele cărămizi). Este dificil să separăm clastele pre-existente în roca argiloasă primară, de cele care au fost eventual adăugate, cu rol de degresant, dar sigur fragmentele din alte cărămizi sunt adăugate. Dimensiunea foarte mică a clastelor naturale, omogenitatea

lor dimensională și gradul lor de distribuire (omogen) sugerează că roca primară a fost o varietate de rocă argilooasă epiclastică, izotropă, cu rare concrețiuni oxidice (fig. 30, 31, 33).

Fig. 29. Imagine de detaliu a celor două secțiuni subțiri din proba S6. Se observă: (a) limita netă mortar-fragment de cărămidă; (b) structura izotropă, relativ omogenă (la această scară de observație) a cărămizii, cu rare concrețiuni oxidice și un por izolat într-o pastă maro-roșcat.



Granoclastele sunt fragmente de cristale din speciile minerale prezentate în tabelul nr. 9.

Tabelul nr. 9. Compoziția mineralogică a granoclastelor din fragmentul de cărămidă, proba S6.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO_2
Muscovit / sericit	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Feldspat plagioclaz	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Biotit titanifer $\pm$ oxidat	$\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{Al}(\text{Si,Ti})_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Hornblendă mixtă	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe}^{+2},\text{Fe}^{+3})_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}(\text{OH},\text{O})]_2$
Epidot	$\text{Ca}_2(\text{Al}_2,\text{Fe}^{3+})\text{O}[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4](\text{OH})$
Minerale opace	Fe_2O_3

Litoclastele sunt reprezentate prin foarte rare fragmente de cuarțolite (roci dominant cuarțitice), jasp (calcedonie, hematit $\pm$ filosilicați criptocristalini).

Concrețiunile oxidice sunt alcătuite din mici claste de cuarț, într-o pastă amorfă din oxizi de fier (Fe^{3+}), unele fiind vizibile și macroscopic (fig. 29, 30, 31, 32).

În secțiunile subțiri se observă rare *fragmente de cărămidă*, sigur cu rol de degresant (fig. 30, 31).

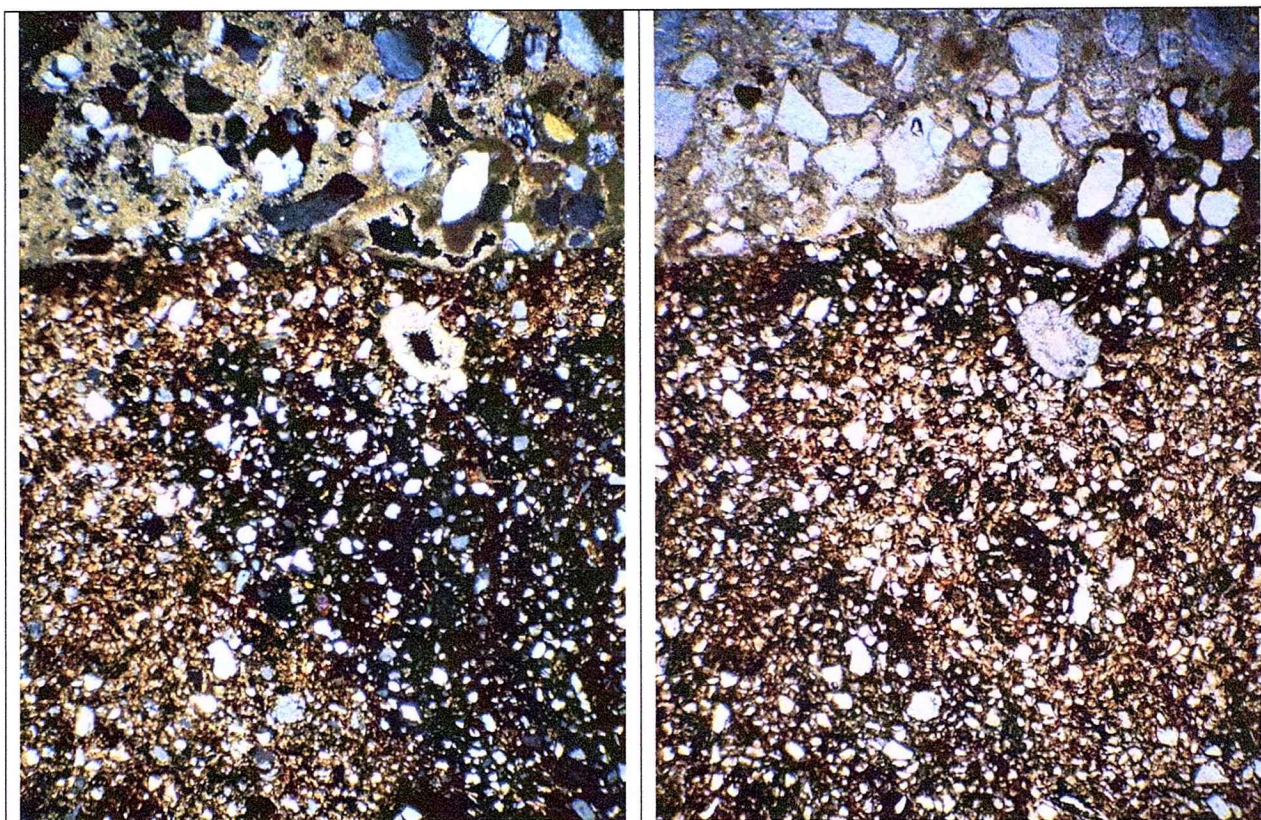
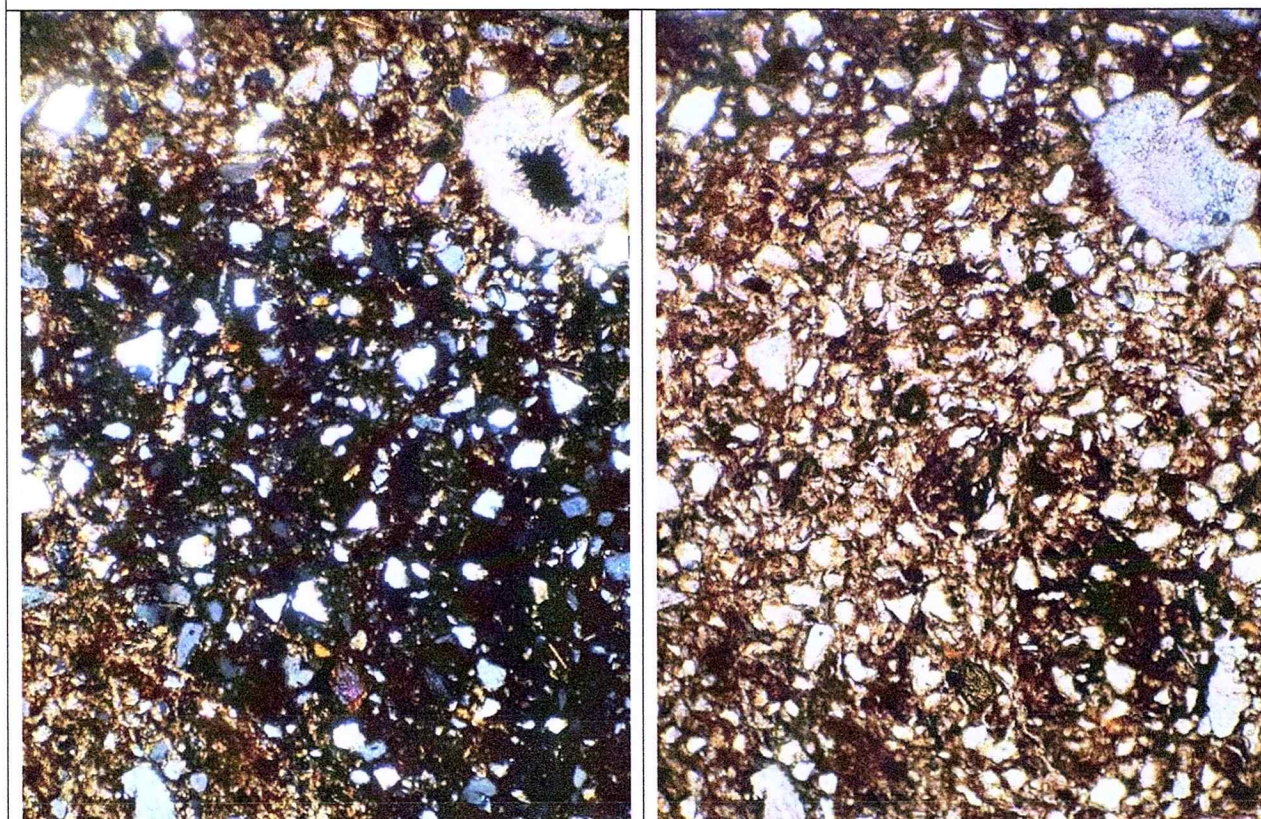


Fig. 30. Imagini microscopice de ansamblu și de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), din proba S6, pentru a observa: (a) limita netă dintre mortar și fragmentul de cărămidă; (b) neomogenitățile compoziționale și structurale ale cărămizii; (c) cele 3 componente structurale ale cărămizii: claste, pasta hipocristalină și extrem de rari pori izolați; (d) un fragment de cărămidă cu rol de degresant, cu pastă hialină; (e) o falsă concrețiune carbonatică, de fapt un macro-por tapetat cu calcit microcristalin neoformat.



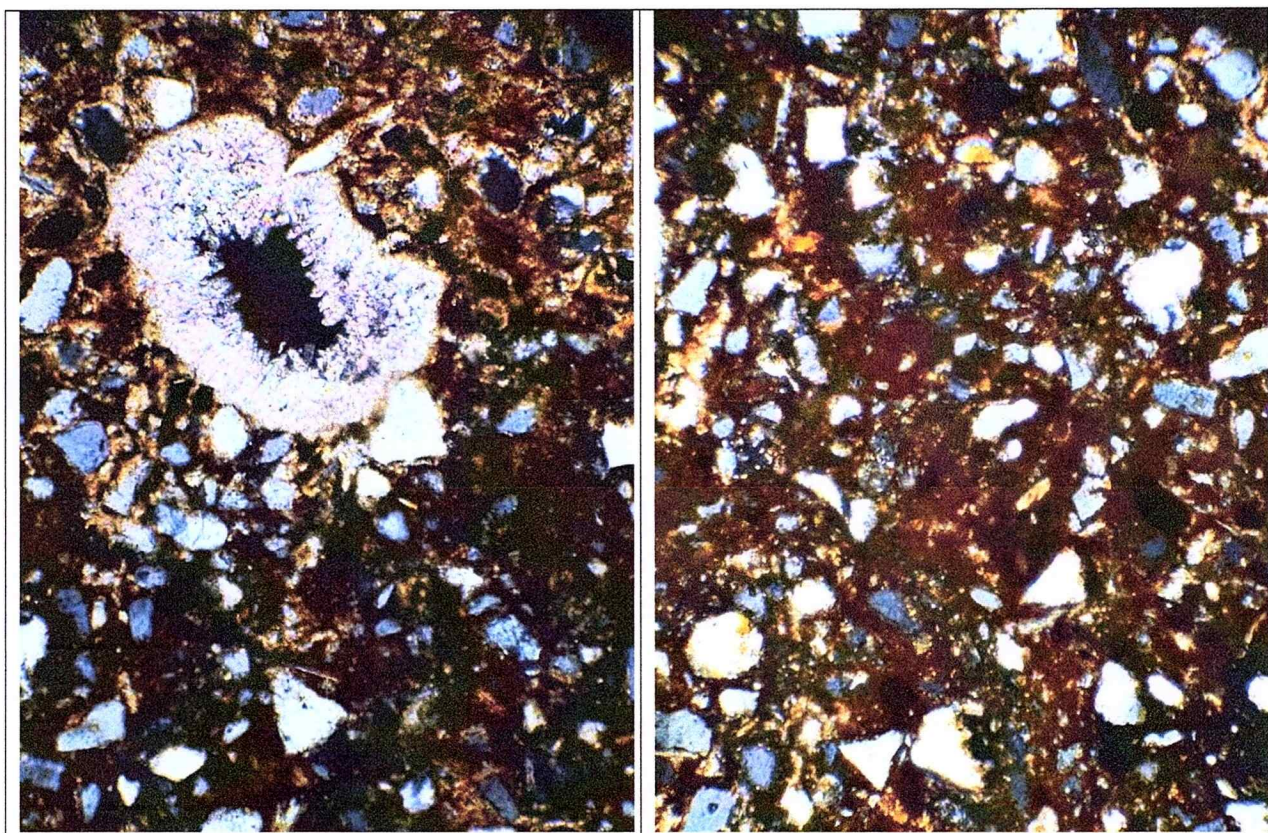
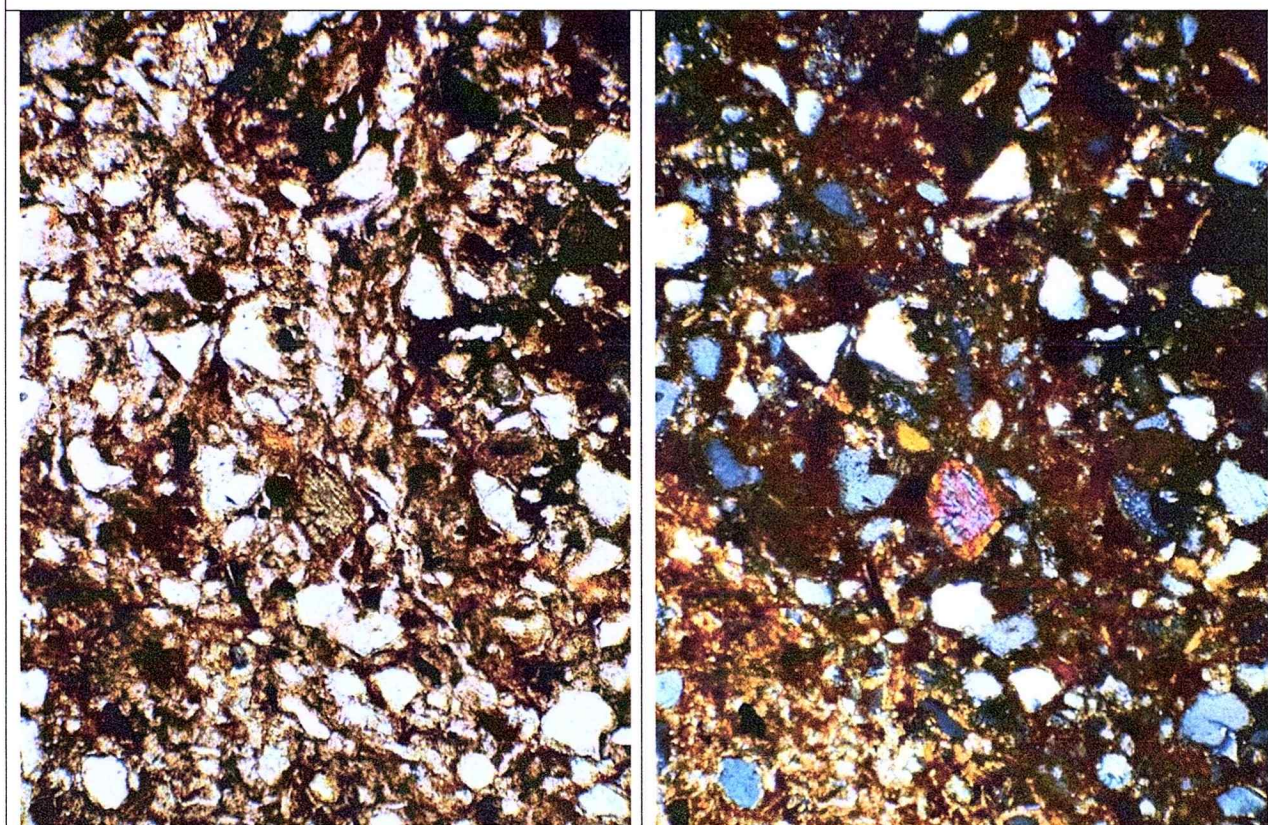


Fig. 31. Imagini microscopice de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), din fragmentul de cărămidă, proba S6. Se observă: (a) neomogenitățile compoziționale și structurale ale cărămidii; (b) minerale index pentru condițiile de ardere; (c) pasta hipocristalină / hialină pentru degresantul de cărămidă; (d) macro-por tapetat cu calcit microcristalin neoformat.



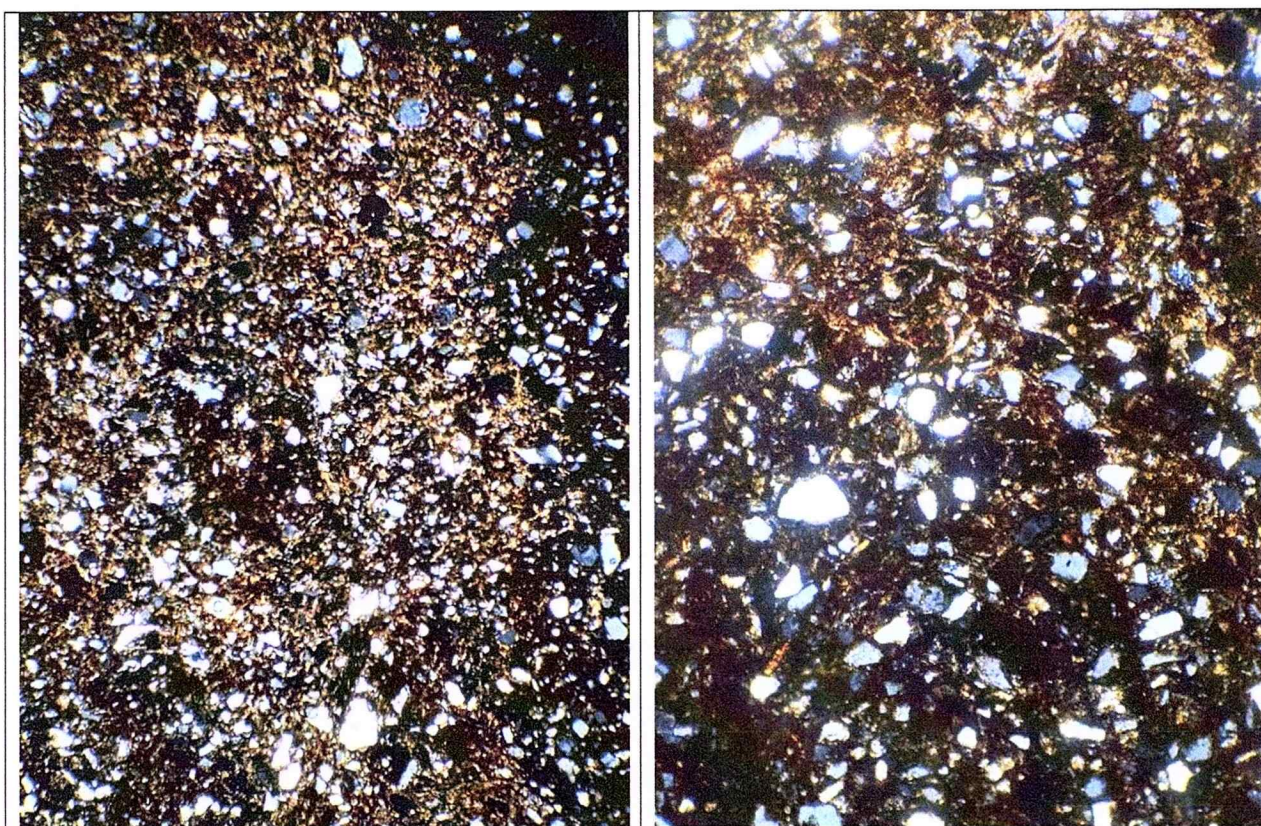


Fig. 32. Imagini microscopice de ansamblu și de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+), din fragmentul de cărămidă, proba S6. Se observă: (a) neomogenitățile compoziționale și structurale ale cărămizii; (b) pasta hipocristalină / hialină pentru degresantul de cărămidă; (c) în pastă: illit, filosilicați criptocristalini, hematit, calcit micro/criptocristalin.

Este greu de estimat procentul lor, în ansamblu, deoarece au dimensiuni contrastante, de la circa 2 mm până la 0,5 mm. Limitele lor sunt nete, au conture subangulare, deosebindu-se de fondul de cărămidă prin gradul de cristalizare al pastei, fiind hialin (complet sticlos) și gradul de oxidare (complet). Clastele fragmentelor de cărămidă au dimensiuni sub 0,2 mm (de aceea este dificil să apreciem calitatea lor, dar sigur sunt și cuarțofeldspatice); nu au fost observați pori, iar structura este izotropă.

Pasta este alcătuită din filosilicați micro/criptocristalini (cognoscibil este illitul, doar în lumină focalizată și la mărimi puternice), calcit micro/cripto-cristalin și hematit criptocristalin (fig. 30, 31, 32). Culoarea este dată de cristalele minuscule de hematit, rezultat în timpul arderii.

Porii, extrem de rari, sunt izolați, neregulați, uneori ovoidali. În figurile 30 și 31 a fost surprins un por cu dimensiuni de circa 0,8 mm, tapetat cu calcit microcristalin, neoformat.

Concluziile analizei cărămizii

Compoziția mineralogică, structura cărămizii și gradul de transformare a fazelor primare arată că intervalul de ardere a rocii argiloase primare corespunde unui *interval termic* cuprins între 700 °C și 800°C, în atmosferă parțial oxigenată.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 8

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 3, turn spre drum (anexa nr. 1, fig. 33)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 32. Locul de prelevare a probei S8.



Caracteristici macroscopice

Mortarul este friabil, sigur degradat în timp. Zonele expuse mediului sunt acoperite cu o crustă de culoare cenușie, neuniformă ca grosime, puternic aderentă la suport, bogată în componenta CaCO_3 . În spărtură proaspătă (fig. 34), se văd cele trei componente structurale ale mortarului: granule de *agregat*, liant, pori izolați. Granulele de *agregat* au dimensiuni contrastante: cele de circa 7-8 mm, cu conture rotunjite și închise la culoare, sunt inerte la atacul cu acizi slabi (cel mai probabil sunt de natură silicăică); cele sub



Fig. 34. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S8. Se pot vedea componentele structurale ale mortarului: granule de agregat cu dimensiuni contrastante, liant și pori izolați. Local, se observă un fragment de cărămidă de culoare portocalie.



1,5-2 mm sunt colorate divers și au conture angulare/subangulare. Se observă un fragment de cărămidă, de culoare portocalie, de circa 15 mm lungime, probabil adăugat ca agregat artificial. *Liantul* este efervescent la testul cu acizi diluați, deci este prezentă componenta calcitică. Macroscopic, *porii* vizibili sunt neuniform distribuiți în masa liantului, cu tendință sferoidală și mai mici de circa 2 mm, mulți dintre ei cu siguranță secundari. Structura mortarului este relativ heterogenă și izotropă.

Caracteristici microscopice

Componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt următoarele:

- agregat, 60 – 65%;
- liant, 15 – 25%;
- sistem de pori, 20 – 25%, cu micro-domenii variabile datorită degradării locale.

Agregatul este atât natural, cât și artificial, fiind format din litoclaste, granoclaste, biocorpuri/bioclaste, la care se adaugă bulgări de var și rare fragmente de cărămidă (fig. 35, 36). Granulele au conture dominant angulare / subangulare, rar rotunjite și dimensiuni contrastante de 2,5-2 mm (cele rotunjite) și între 0,8 - 0,03 mm (în secțiunea subțire analizată). *Litoclastele* sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 10, iar *granoclastele* sunt fragmente de cristale din speciile minerale din tabelul nr. 11, cuarțul fiind dominant.

Tabelul nr. 10. Natura petrografică a litoclastelor din proba S8.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț ± grafit	anizotropă / izotropă, inechigranulară, micro / mezoblastică
Granitoide	cuarț, microclin, feldspat plagioclaz ± biotit ± muscovit	holocristalină, izotropă, faneritică, inechigranulară ± cataclazată
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, crypto/microgranulară
Calcare cu oolite	oolite cu nuclee din claste de cuarț (unele deformate prin șoc), feldspați, cuarțolite și înveliș din calcit criptocristalin	izotropă, compactă
Filit	cuarț, sericit ± grafit	anizotropă, micro/criptocristalină
Roci gipsifere	gips	izotropă, micro/criptocristalină ± vacuolară
Micașist	cuarț, muscovit, biotit, granat (almandin)	anizotropă, micro/mezogranulară
Rocă oxidică	oxizi/hidroxizi de fier, cuarț	izotropă, micro/criptocristalină, compactă

Tabelul nr. 11. Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S8.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Feldspat plagioclaz	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Feldspat potasic (microclin)	KAlSi ₃ O ₈
Muscovit	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Biotit titanifer ± oxidat	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Calcit	CaCO ₃
Granat (almandin)	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃
Sfen (titanit)	CaTiSiO ₅
Zircon	ZrSiO ₄
Minerale opace	probabil FeS sau/și Fe ₂ O ₃

Particularitatea unor granoclaste mari de cuarț este dată de fisurarea neuniformă a lor, parte din fisuri fiind colmatate cu sticlă naturală, uneori cu pori mici, sferoidali (fig. 35).

Biocorpurile / bioclastele sunt sub 1% din totalul de claste, fiind de foraminifere și moluște, alcătuite din calcit micro/criptocristalin.

Fragmentele de cărămidă reprezintă circa 2 – 3% din total agregat. Deși macroscopic ajung la dimensiuni de ordinul milimetrilor, în secțiunile subțiri apar ocazional. Au conture subrotunjite și sunt mai mici de circa 0,5 mm. Compozițional se observă granoclaste de cuarț și feldspați. Pasta este uneori hialină – amorfă sau hipocristalină, distingându-se filosilicați micro-criptocristalini, illit, hematit. Uneori se pot remarca rari și mici pori xenomorfi, primari. Structura este variabilă de la izotropă, la anizotropă.

Bulgări de var reprezintă aproximativ 10 – 15% din total agregat. Sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de circa 1 mm. Au conture subrotunjite/rotunjite, din punct de vedere mineralogic fiind alcătuiți din calcit criptocristalin (fig. 35, 36).

Liantul, din punct de vedere mineralogic, este din calcit micro/criptocristalin, rezultat din carbonatarea pastei de var (fig. 35, 36).

Porii, deși macroscopic sunt vizibili cei sferoidali (dominant secundari), microscopic sunt în general xenomorfi (fig. 35, 36). *Porii xenomorfi* sunt neuniform distribuiți, izolați sau conectivi (în micro-domeniile degradate prin dizolvarea parțială a liantului), ajungând la circa 2,3 mm. *Porii sferoidali* sunt rari în secțiunea subțire, neuniform distribuiți, fiind sub 0,5 mm.

Rețeta mortarului

Materialele solide utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat slab granulometric (poate chiar în aria de exploatare), cu dimensiuni contrastante de 2-2,5 mm (cele rotunjite) și între 0,8 - 0,03 mm;
- b) pastă de var;
- c) fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de var este aproximativ 3 : 1, fragmentele de cărămizi reprezentând circa 5 – 3% din total agregat.

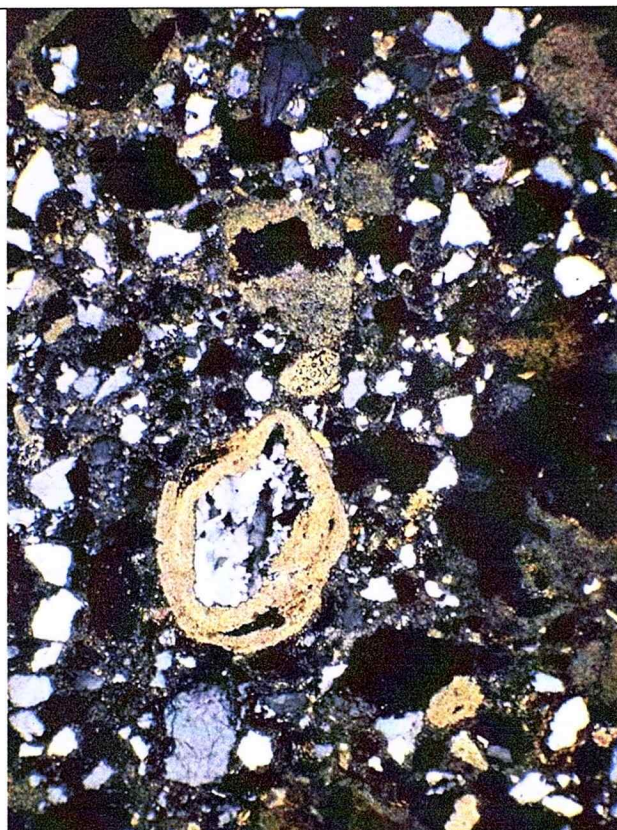


Fig. 35. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu (N+), din proba S8. Se observă: (a) agregat din oolite izolate cu nuclee de cuarțolit și cuarț deformat prin șoc, litoclaste de filit și silicolit, granoclaste de cuarț (unele microfisurate); bulgări de var; (b) liant micro/criptocristalin, local recristalizat; (c) pori de dimensiuni foarte variate, xenomorfi, relativ comunicanți în unele micro-domenii (negri cu N+).



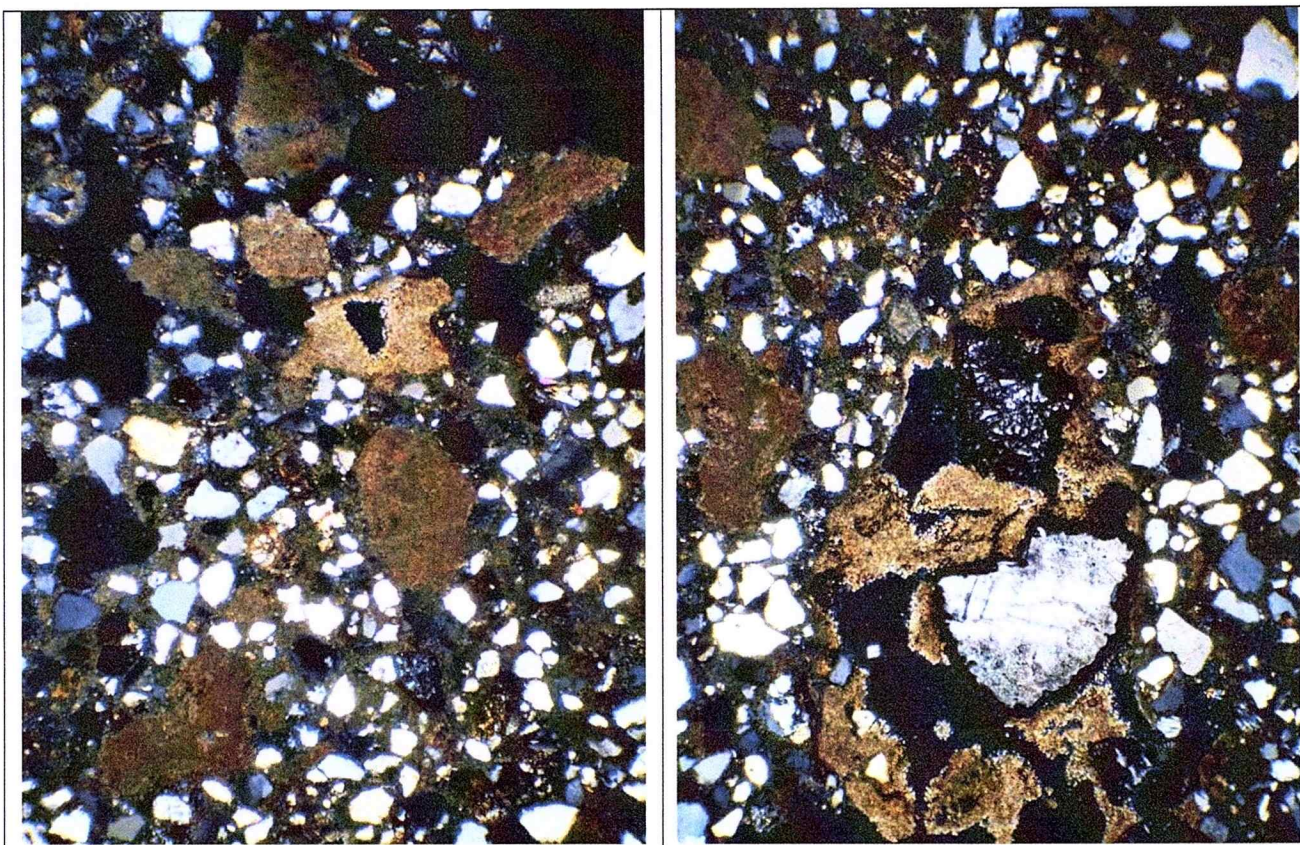
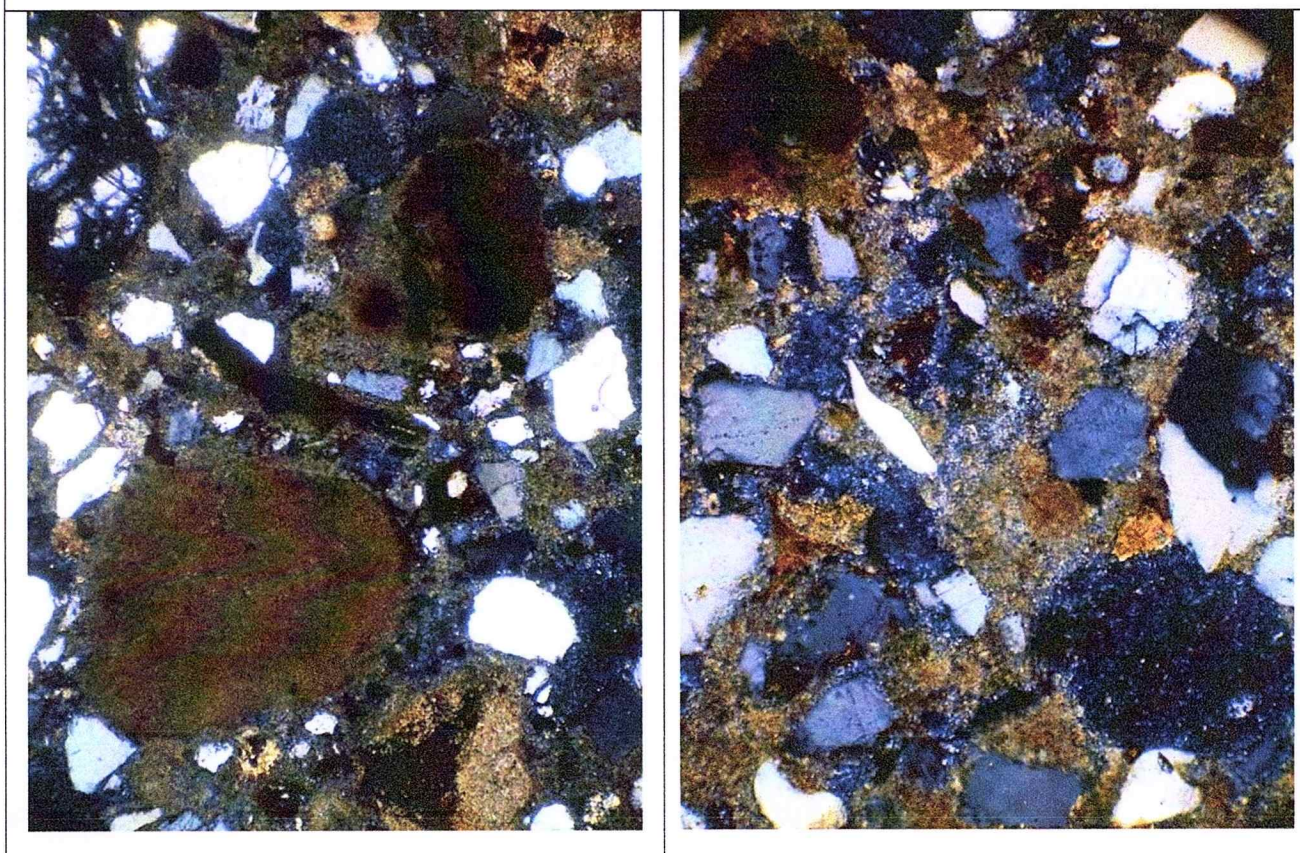


Fig. 36. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu (N+), din proba S8, pentru a observa: (a) agregat mixt din: granoclaste de cuarț (cele mari sunt microfisurate), microclin, biotit oxidat; bulgări de var; roci din minerale opace; (b) liant micro/criptocristalin, din calcit parțial recrystalizat; (c) pori de dimensiuni foarte variate, xenomorfi, rar sferodali (negri cu N+).



BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 10

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zona de sud-vest (anexa nr. 1, fig. 37)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 37. Locul de prelevare a probei S10.



Caracteristici macroscopice

Mortarul este friabil, cu micro-fisuri vizibile în figura 38. Două din cele trei componente structurale ale mortarului sunt bine vizibile macroscopic: liantul și porii izolați. Exceptând fragmentul de cărămidă (de circa 7 mm), granulele de *agregat* sunt deschise la culoare și mici, distingându-se cu dificultate de masa liantului. Acesta este efervescent la testul cu acizi diluați, deci este prezentă componenta calcitică. Macroscopic, *porii* vizibili sunt neuniform distribuiți în masa liantului, cu tendință sferoidală (mulți scundari) și mai mici de circa 2 mm. Structura mortarului este relativ omogenă și izotropă.

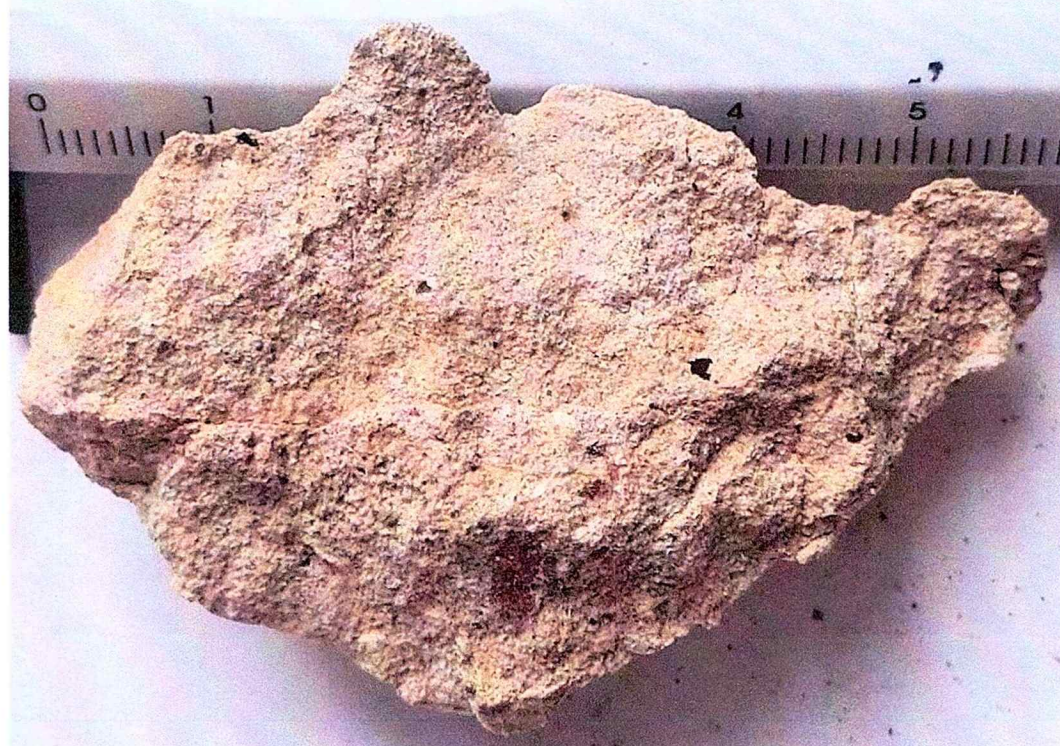
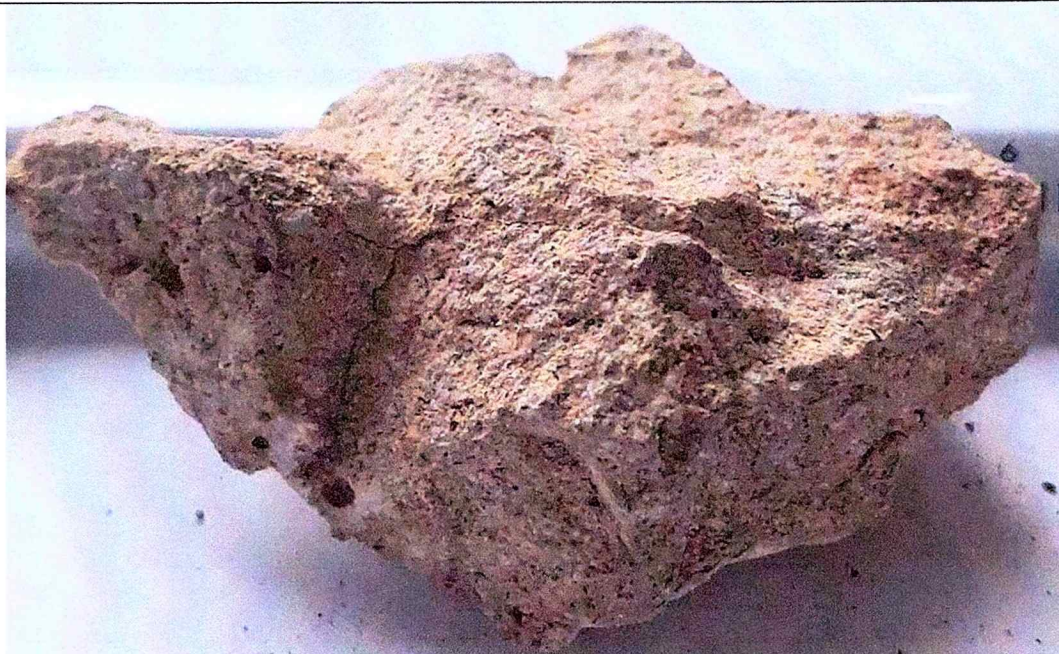


Fig. 38. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S10. Se observă componentele structurale ale mortarului: granule de agregat (și un fragment de cărămidă de culoare maronie), liant și pori izolați.





Caracteristici microscopice

Din punct de vedere al caracteristicilor microscopice, mortarul S10 este asemănător cu mortarul S1, fiind friabil, motiv pentru care au fost confecționate 2 secțiuni subțiri, cu suprafețe relativ mici de observație. Microscopic, se observă degradarea mortarului prin:

- dizolvarea parțială și neuniformă a liantului,
- dezagregarea parțială și neuniformă a mortarului,
- variabila și locala recrystalizare a calcitului din liant,
- modificarea cantitativă și calitativă a sistemului original de pori, cu apariția porilor secundari,
- formarea sistemelor de micro-fisuri, unele cimentate cu calcit neoformat, altele deschise.

Componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt cele vizibile după degradarea parțială a acestuia, procentele estimate fiind următoarele:

- agregat, 55 – 60%, cu micro-domenii variabile;
- liant, 30 – 35%, cu micro-domenii variabile;
- sistem de pori, 10 – 15%, cu micro-domenii variabile datorită degradării.

Agregatul este atât natural, fiind format din litoclaste și granoclaste, cât și artificial, din fragmente de cărămidă și bulgări de var (fig. 39, 40, 41). Granulele au conture variabile, de la angulare până la rotunjite și dimensiuni cuprinse între circa 0,03 mm și rar de circa 2 mm (în secțiunile subțiri analizate). **Litoclastele** sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 12, iar **granoclastele** sunt fragmente de cristale din speciile minerale din tabelul nr. 13, cuarțul fiind dominant.

Tabelul nr. 12. Natura petrografică a litoclastelor din proba S10.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară ± porfiroclastică, micro / mezoblastică
Granitoide	cuarț, microclin, feldspat plagioclaz ± biotit ± muscovit	holocristalină, izotropă, faneritică, inechigranulară ± cataclazată
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Filit	cuarț, sericit ± grafit	anizotropă, micro/criptocristalină
Micașist	cuarț, muscovit, biotit, granat (almandin)	anizotropă, micro/mezogranulară
Rocă oxidică	oxizi/hidroxizi de fier, cuarț	izotropă, micro/criptocristalină, compactă

Tabelul nr. 13. Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S10.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Feldspat plagioclaz	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Feldspat potasic (microclin)	KAlSi ₃ O ₈
Biotit titanifer ± oxidat	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Muscovit	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Calcit	CaCO ₃
Granat (almandin)	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃
Minerale opace	probabil FeS sau/și Fe ₂ O ₃

Particularitatea unor granoclaste mari de cuarț este dată de fisurarea neuniformă a lor, parte din fisuri fiind colmatate cu sticlă naturală (fig. 40, 41). *Fragmentele de cărămidă*, deși vizibile macroscopic, nu au fost surprinse în cele două secțiuni subțiri.

Bulgării de var reprezintă circa 3 – 5% din total agregat, fiind neuniform distribuiți, frecvent degradați. (fig. 39, 40). Mineralogic, sunt alcătuiți din calcit micro/criptocristalin, uneori neformat.

Liantul este din calcit, cristalizat în mai multe generații:

- componenta calcitică primară, rezultată din carbonatarea pastei de var;
- dizolvarea locală și parțială a liantului, în timp, a condus la precipitarea calcitului secundar, pe de o parte și pe de altă parte, la recristalizarea calcitului primar (fig. 41).
- o parte din fisuri sunt cimentate cu calcit microcristalin, neformat (fig. 41).

Porii sunt dominant xenomorfi, rar sferoidali. Cel mai probabil, mulți sunt secundari, unii comunicând prin intermediul micro-fisurilor (fig. 39, 40, 41).

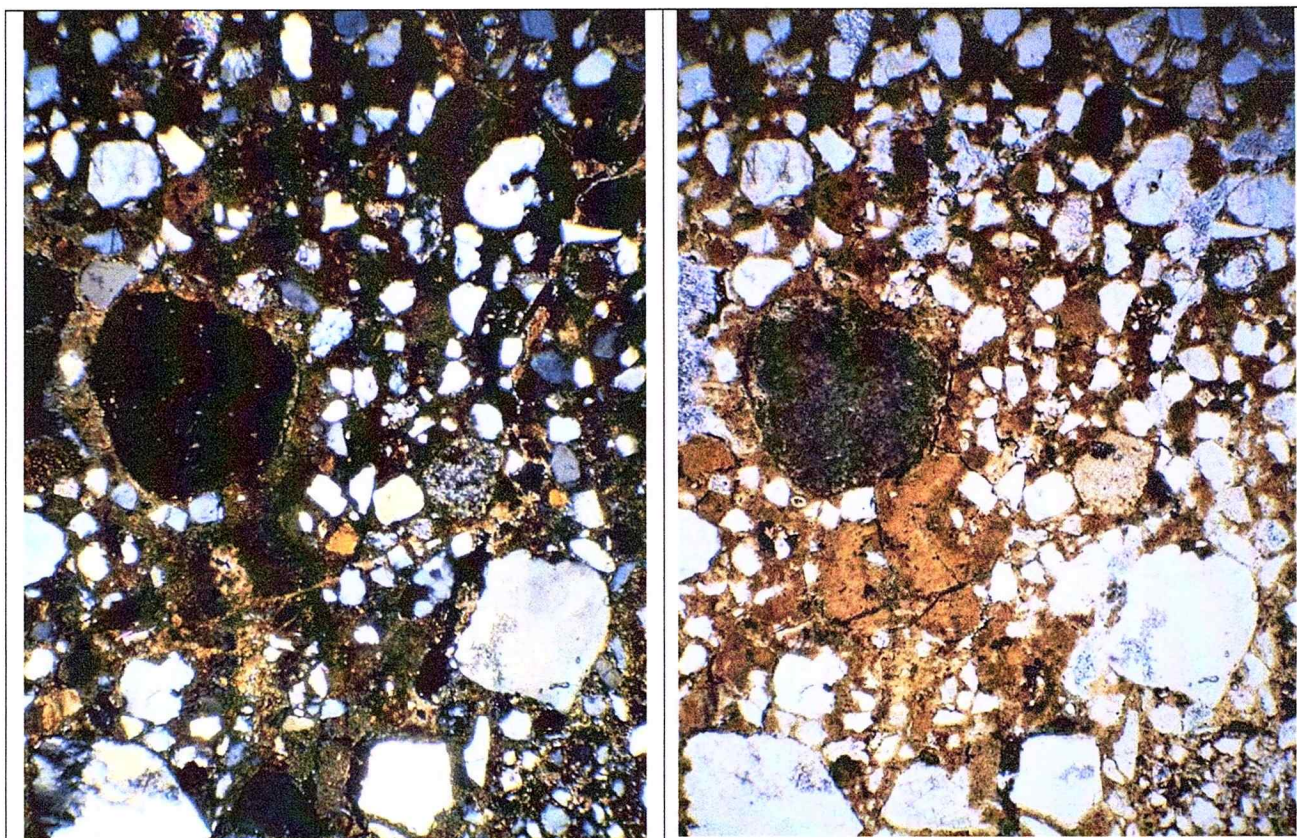
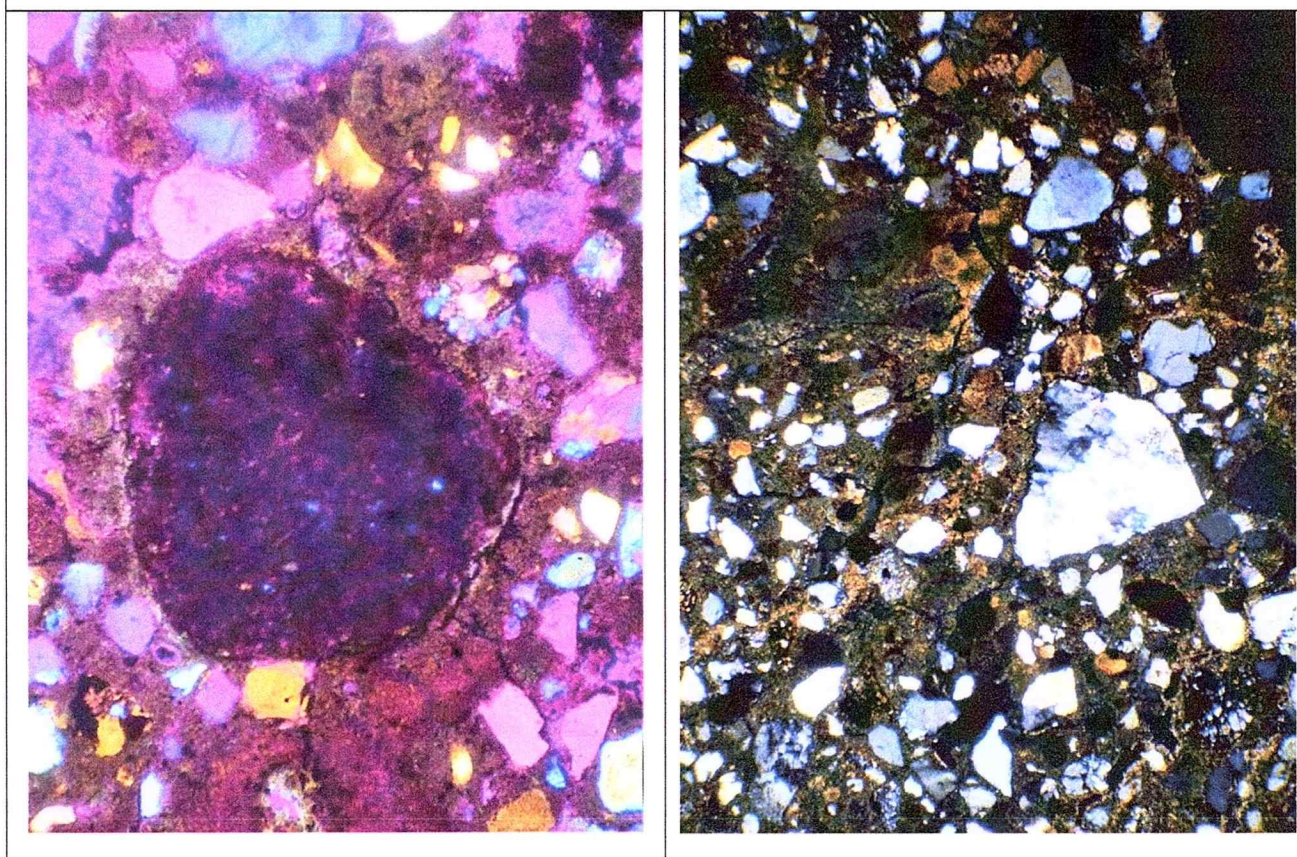


Fig. 39. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu (N+), (NII) și filtru roz din proba S10. Se observă: (a) agregat din litoclaste de cuarțolite și granoclaste de cuarț, opal; bulgări de var; (b) liant micro/criptocristalin, local recristalizat; (c) pori xenomorfi (negri cu N+); (d) microfisuri la interfețele agregat-liant și în masa liantului.



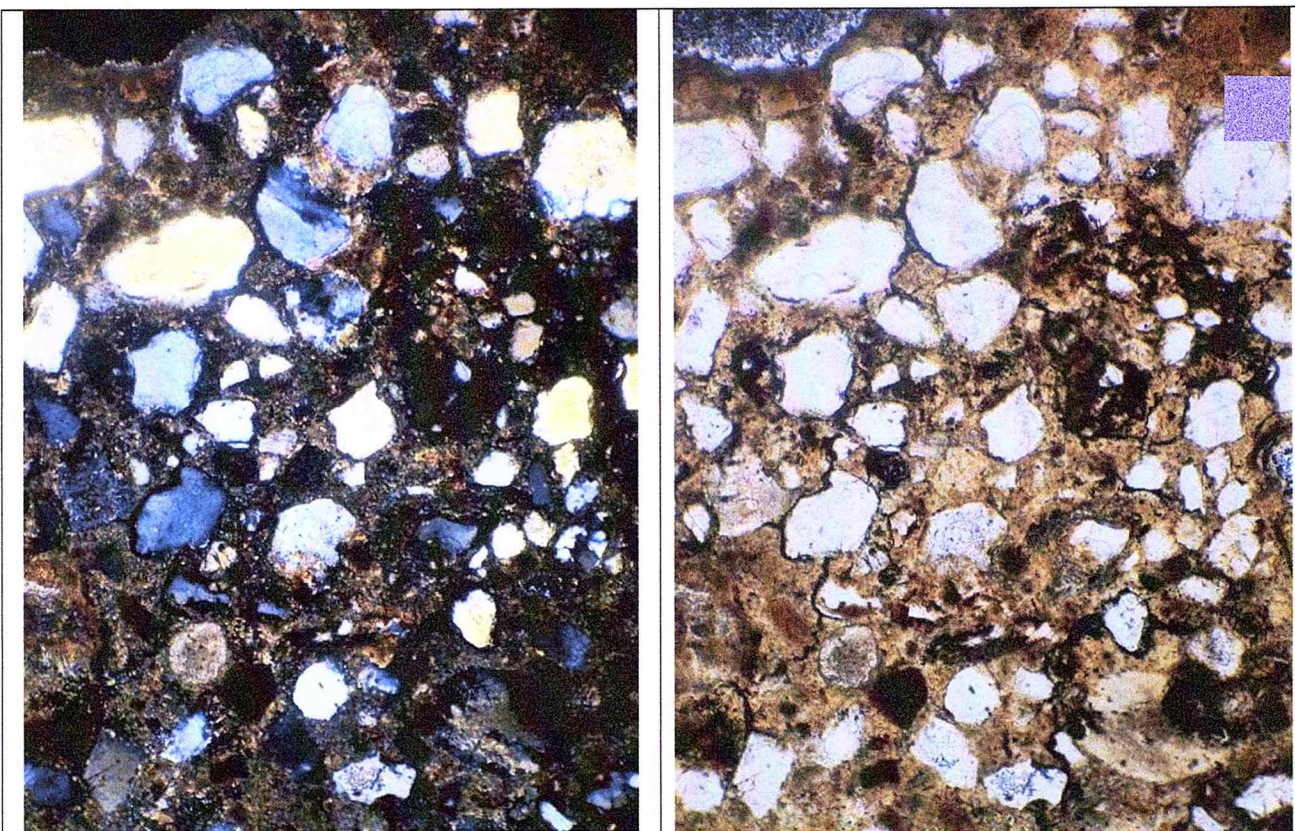
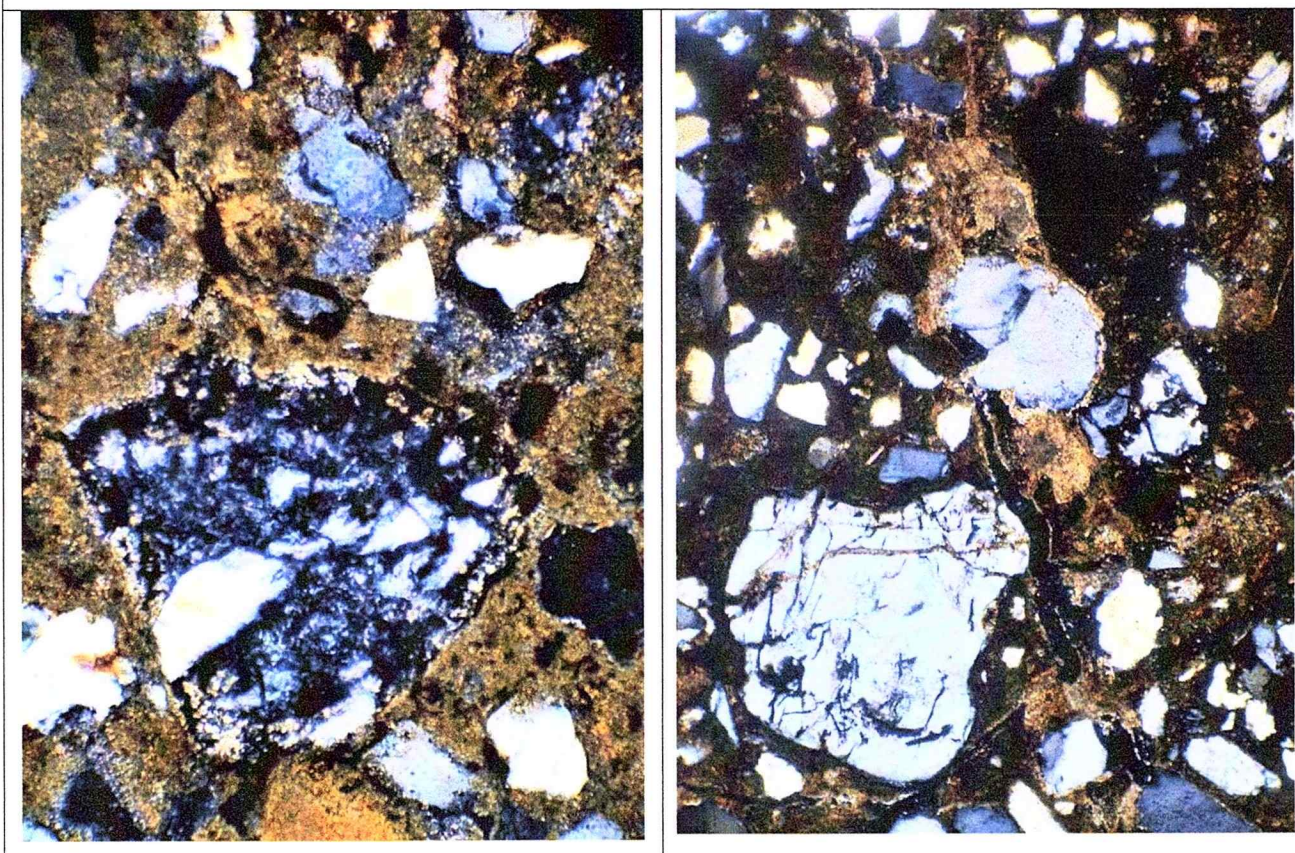


Fig. 40. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii și ultra-detalii, cu (N+) și (NII) din proba S10. Se observă: (a) agregat din litoclaste de cuarțolite și granoclaste de cuarț; bulgări de var; (b) liant micro/cripto-cristalin, local recrystalizat; (c) pori xenomorfi; (d) microfisuri deschise.



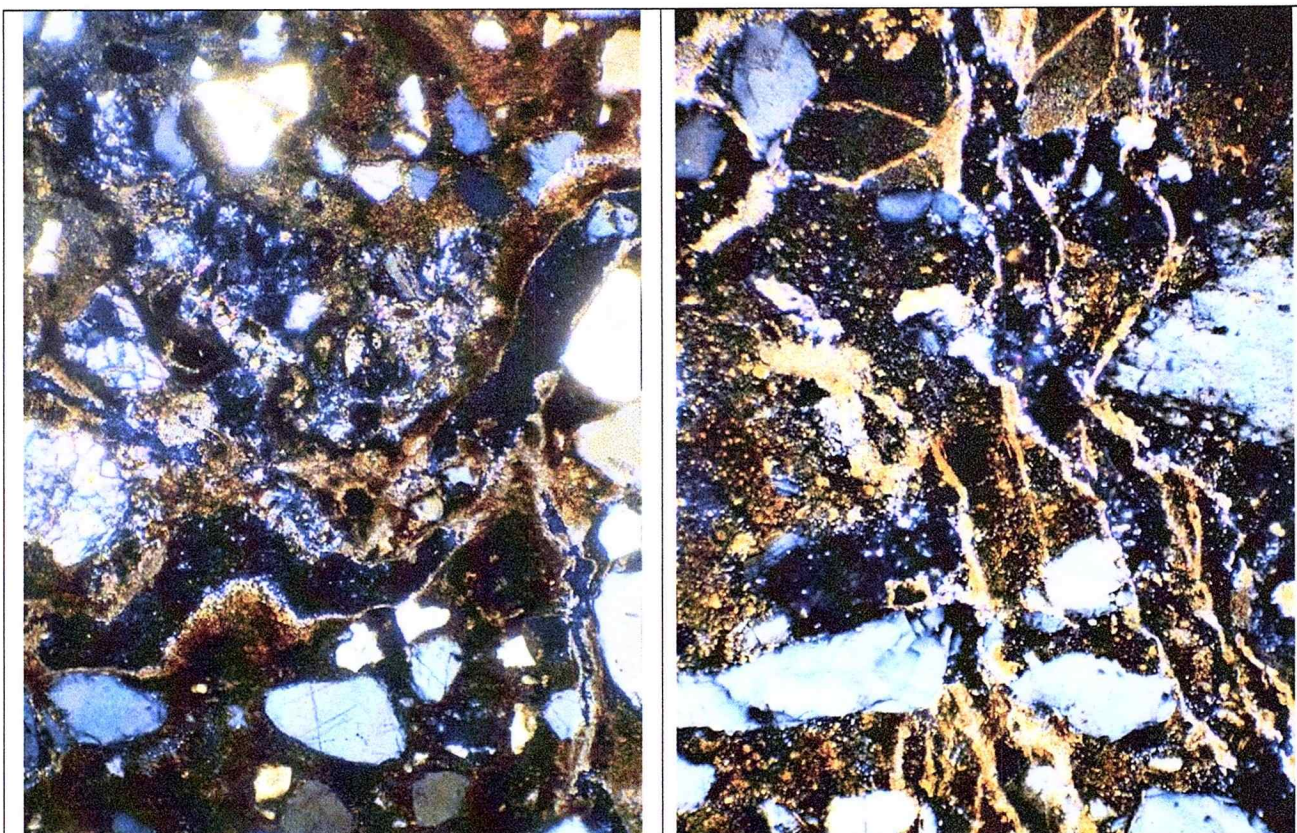


Fig. 41. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii cu (N+) din proba S10, pentru a observa un microdomeniu cu densitate mare a micro-fisurilor, unele dintre acestea colmatate cu calcit microcristalin neoformat altele deschise.

Rețeta mortarului, relativ degradat

Se poate estima că materialele solide utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,03 și 2 mm;
- b) pastă de var.

Raportul agregat / pastă de var este aproximativ 2 : 1. Fragmentele de cărămizi reprezintă circa 2 – 5% din total agregat.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 11

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zid exterior (anexa nr. 1, fig. 42)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar

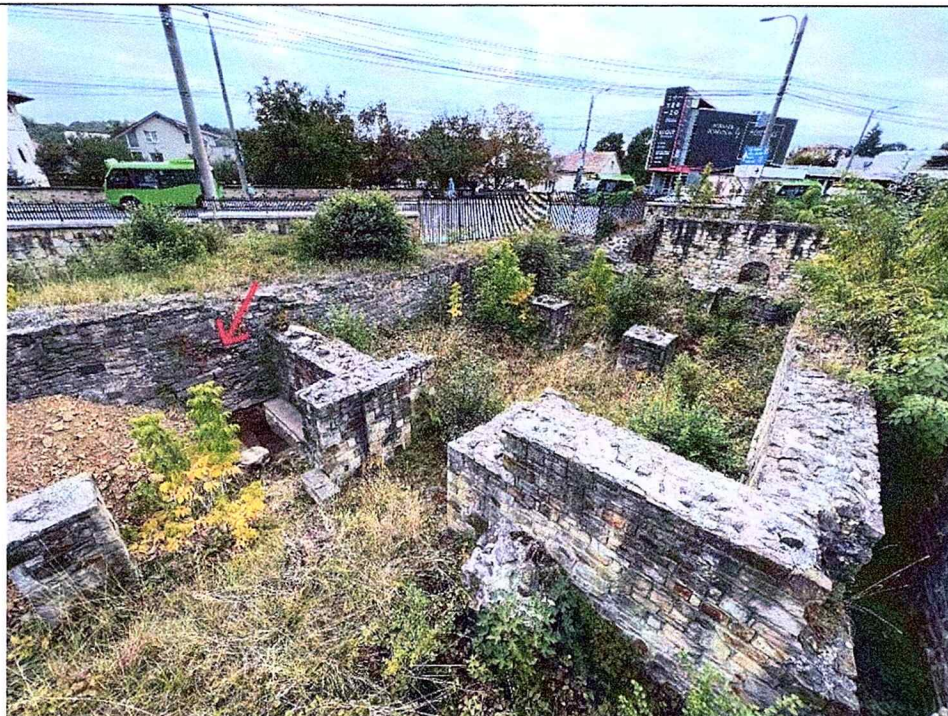


Fig. 42. Locul de prelevare a probei S11.



Caracteristici macroscopice

Mortarul este relativ friabil, datorită degradării parțiale în timp. Zonele expuse mediului sunt acoperite local cu o fină crustă bio-minerală de culoare cenușiu-deschis / în concavități de culoare negricioasă, neuniformă ca grosime (fig. 43), slab efervescentă la atacul cu acizi slabi. În spărtură proaspătă, se văd cele trei componente structurale ale mortarului: granule de *agregat*, liant, pori izolați. Granulele vizibile de *agregat* au dimensiuni contrastante: cele de cărămidă au circa 3-4 mm, cu conture angulare (fig. 44);

cele sub 1,5-2 mm se observă cu greu macroscopic datorită culorilor deschise, ca și a liantului (fig. 44). Acesta este efervescent la testul cu acizi diluați, deci este prezentă componenta calcitică. Macroscopic, *porii* vizibili sunt neuniform distribuiți în masa liantului, cu tendință sferoidală și mai mici de 2,5 - 3 mm (fig. 43, 44). Macroporii sunt, cu siguranță, rezultatul dizolvării locale și părțile a liantului. Structura mortarului este relativ heterogenă și izotropă.

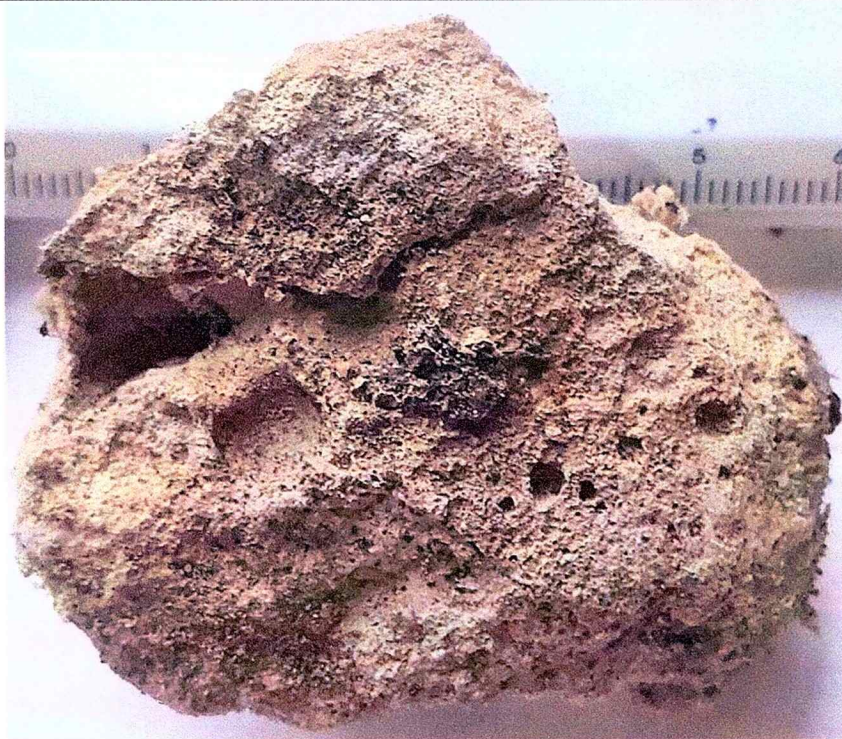
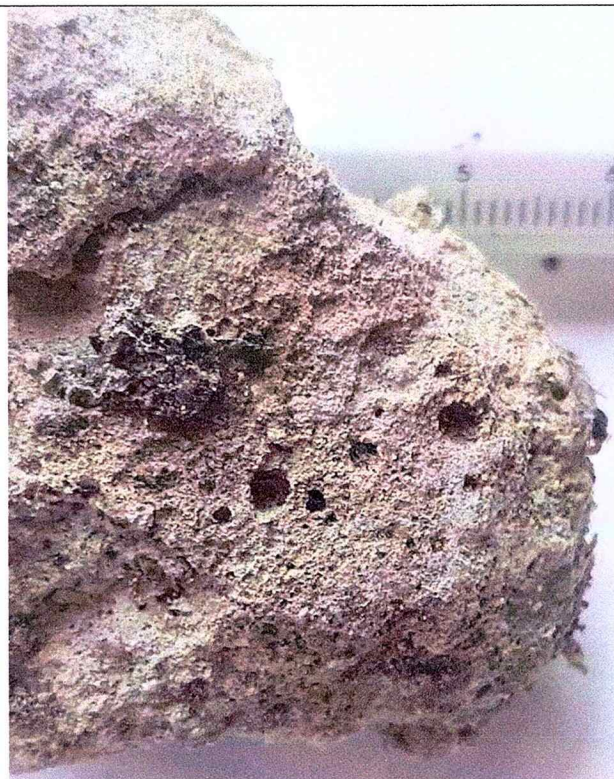


Fig. 43. Imagini macroscopice de detaliu ale unei suprafețe din proba S11. Se observă componentele structurale ale mortarului: rare granule de agregat, liant și pori izolați, sferoidali (secundari).



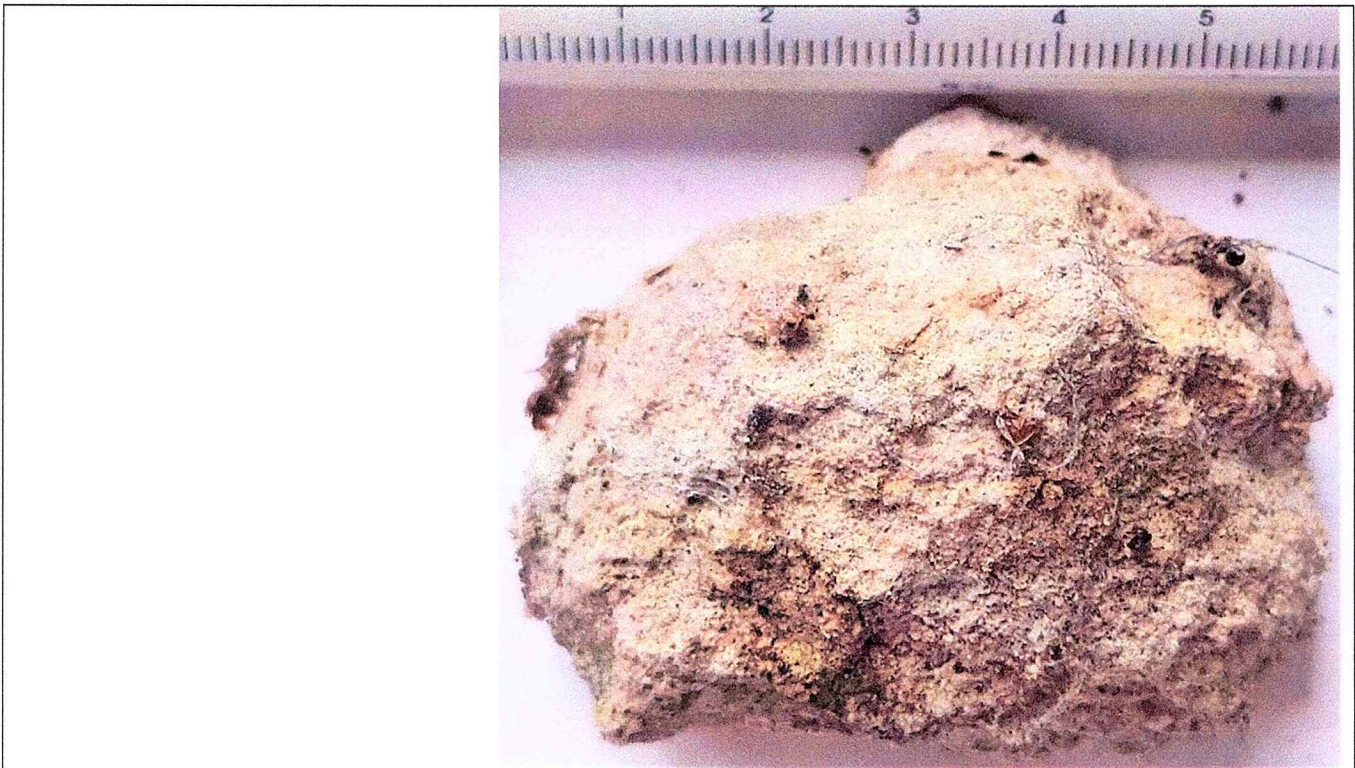


Fig. 44. Imagini macroscopice de detaliu ale altei suprafețe din proba S11, pentru a observa, în plus, fragmente de cărămidă și pori xenomorfi.



Caracteristici microscopice

Mortarul este degradat prin:

- dizolvarea parțială și neuniformă a liantului,
- ceea ce a condus la dezagregarea parțială și neuniformă a mortarului, cu pierderea sigur a unor granule de agregat cu dimensiuni diferite (a se observa în figura 43 mulaje ale unor granule desprinse din liant);
- variabila și locala recristalizare a calcitului din liant,

- modificarea cantitativă și calitativă a sistemului original de pori, cu apariția porilor secundari, dominant comunicanți și uneori tapetați pe pereți cu calcit microcristalin sau prismatic/acicular neoformat.

În consecință, componentele structurale ale mortarului, determinate la microscopul polarizant, sunt cele

dobândite în urma degradării parțiale a acestuia, procente estimate fiind următoarele:

- agregat, 60 – 65%;
- liant, 10 – 15%;
- sistem de pori, 25 – 30%, uneori chiar 35%.

Agregatul natural este format din litoclaste și granoclaste, iar cel artificial din bulgări de var și rare fragmente de cărămidă (fig. 45 ÷ 49). Granulele au conture dominant angulare / subangulare, rar rotunjite și dimensiuni cuprinse între 2 – 0,02 mm (în secțiunea subțire analizată). *Litoclastele* sunt destul de rare, fiind din fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 14. *Granoclastele* sunt dominante, fiind fragmente din cristale de cuarț, frecvent cele de dimensiuni mai mari, microfisurate neuniform, parte din fisuri fiind colmate cu sticlă naturală, uneori cu pori mici, sferoidali (fig. 45 ÷ 49).

Tabelul nr. 14. Natura petrografică a litoclastelor din proba S11.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară, micro / mezoblastică
Milonit cuarțitic	cuarț	anizotropă, microblastică
Granitoide	cuarț, feldspați ± mice	holocristalină, izotropă, faneritică, inechigranulară ± cataclazată
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Marmură	calcit	izotropă, compactă, mezocristalină

Fragmentele de cărămidă reprezintă circa 2 – 3% din total agregat. Au conture subrotunjite/rotunjite și dimensiuni contrastante, de la 2-2,5 mm la circa 0,5 mm. În secțiunea subțire au fost surprinse două fragmente: (1) unul de circa 2,5 mm, în care se observă rar doar filosilicați criptocristalini, cu pastă hialină și oxidată, microporos (fig. 48); (2) un fragment rotunjit de mici dimensiuni, cu claste cuarțo-feldspatice, pastă hipocristalină de culoare cărămie și compactă.

Bulgării de var reprezintă aproximativ 3 – 5% din total agregat. Sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de circa 3 mm. Au conture subrotunjite/rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic sunt din calcit criptocristalin (fig. 45, 46, 49). O parte din ei sunt micro-fisurați; alții au rari pori izolați, colmatați sau tapetați cu calcit microcristalin; alții sunt degradați prin dizolvarea unei părți din calcit și înlocuirea acesteia cu substanță organică.

Notă 1: datorită degradării avansate a mortarului, este posibil ca o parte din granulele de agregat să se fi desprins din liant (dezagregare) (fig. 43) sau să se fi dizolvat, motiv pentru care este sărac compozițional.

Liantul, din punct de vedere mineralogic, este din calcit, rezultat inițial din carbonatarea pastei de var. Precum se observă în figurile 45 ÷ 49, calcitul primar a recristalizat diferit de la un micro-domeniu la altul, funcție de gradul de microfisure a liantului și de gradul de comunicare al porilor secundari: de la cripto la mezocristalin.

Porii, deși macroscopic sunt vizibili cei sferoidali (secundari), microscopic sunt exclusiv xenomorfi, neuniform distribuiți, în general conectivi (în micro-domeniile degradate prin dizolvarea parțială a liantului) și tapetați cu calcit microcristalin neoformat (fig. 45 ÷ 49).

Notă 2: precum se observă în figurile 45 ÷ 49, o parte din liant a fost înlocuită de substanță organică în diferite grade de descompunere, aceasta fiind prezentă și între unele granule de agregat / liant sau în unii pori, eventual pe micro-fisuri.

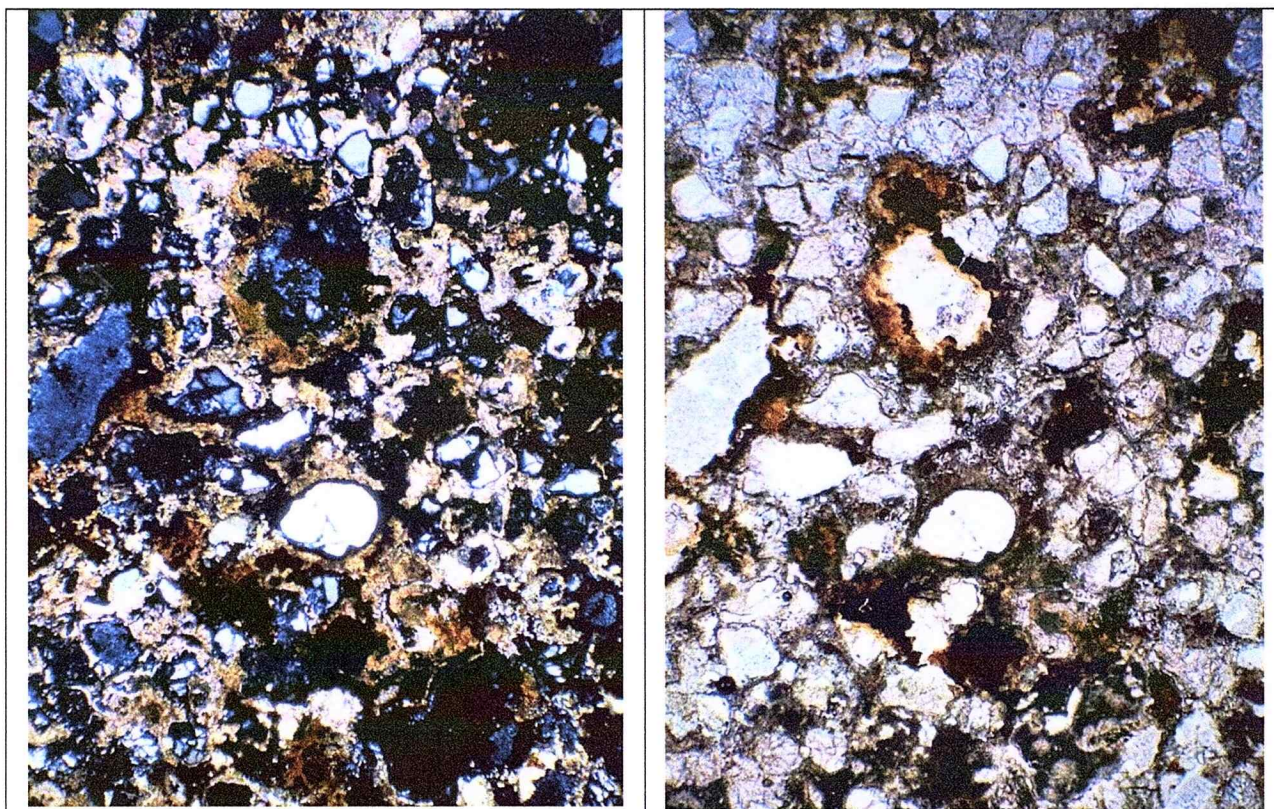
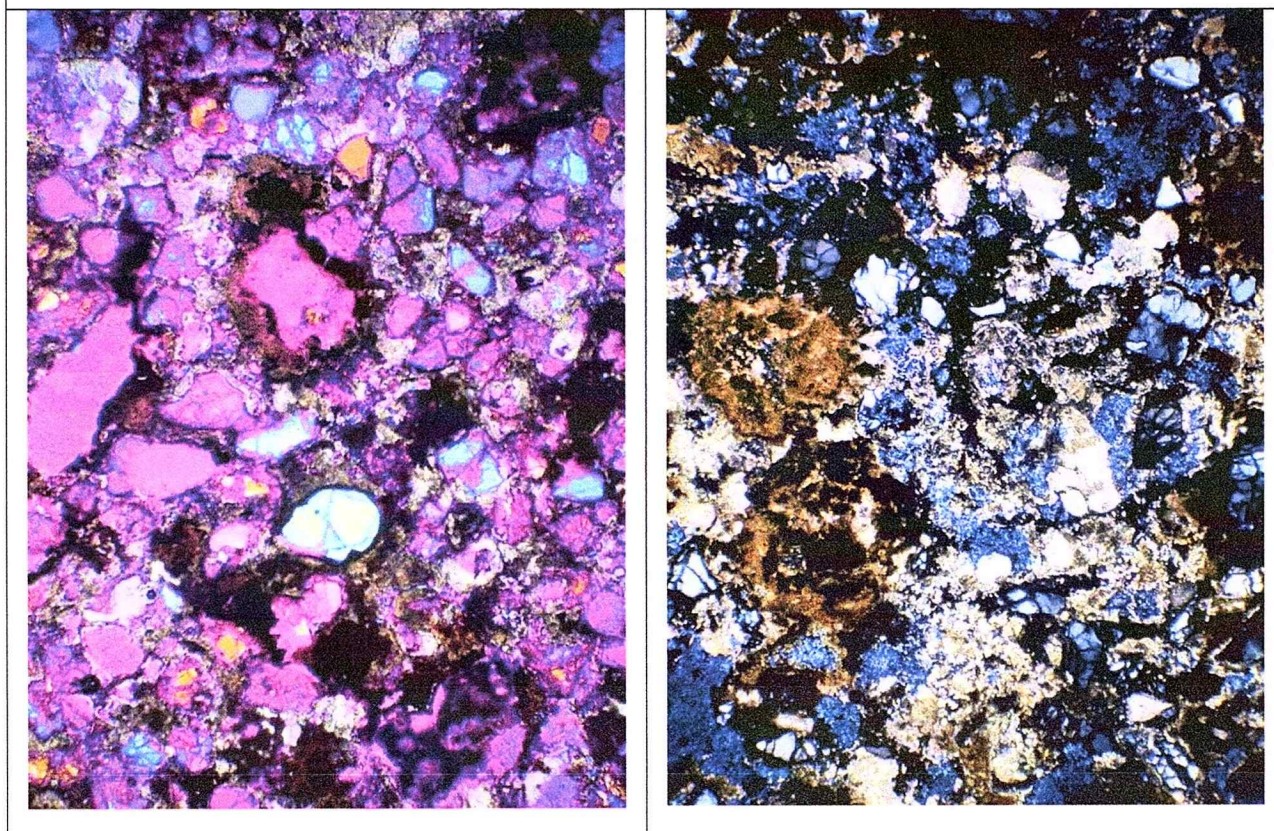


Fig. 45. Imagini microscopice de ansamblu, în lumină focalizată, cu (N+), (NII) și filtru roz din proba S11, pentru a observa: (a) agregat din cuarțolite și cristale de cuarț, unele deformate prin șoc (unele microfisurate); bulgări de var degradați parțial; (b) liant micro/crystalin, local recristalizat; (c) pori xenomorfi, de dimensiuni variate, în general comunicanți (cenușii-albăstrui cu N+, roz cu filtru); (d) substanță organică de culoare brunie sau negricioasă, care colmatează o parte din pori sau localizată în jurul unor granule de agregat, eventual în unii bulgări de var.



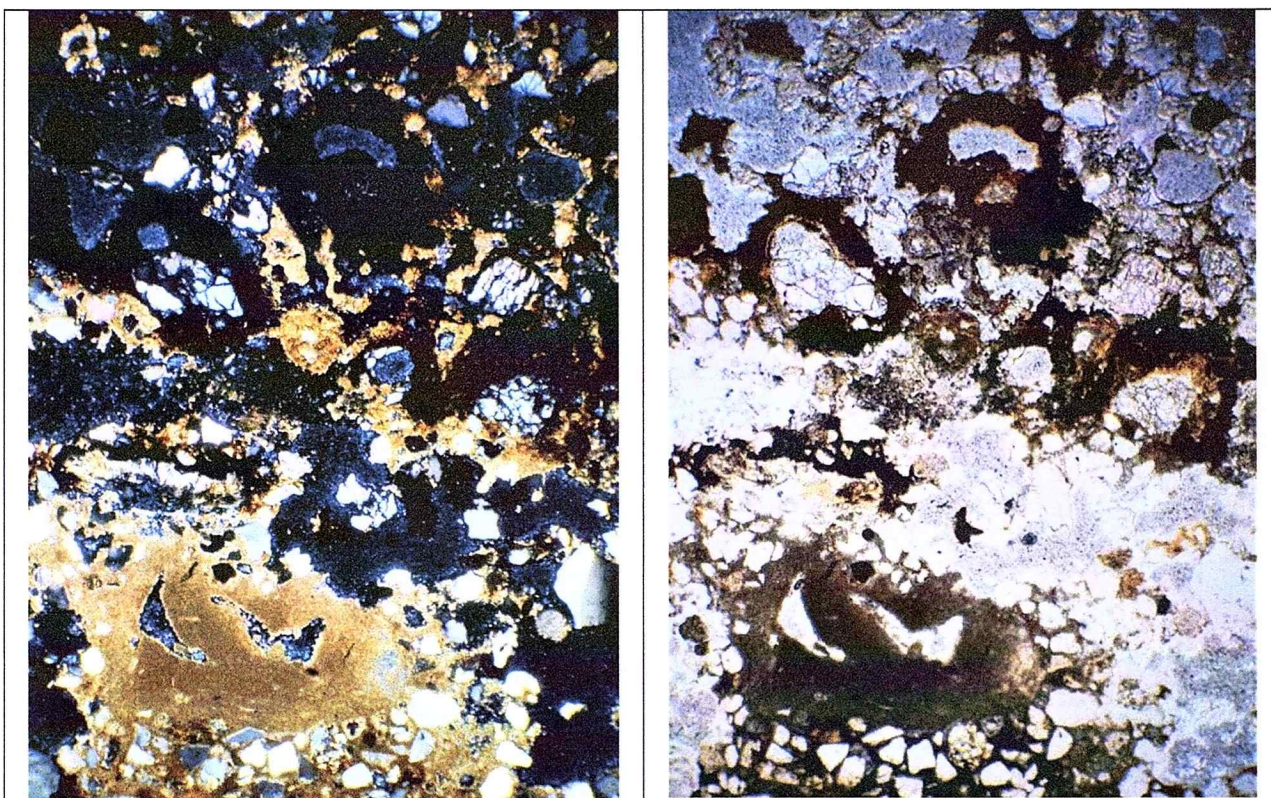
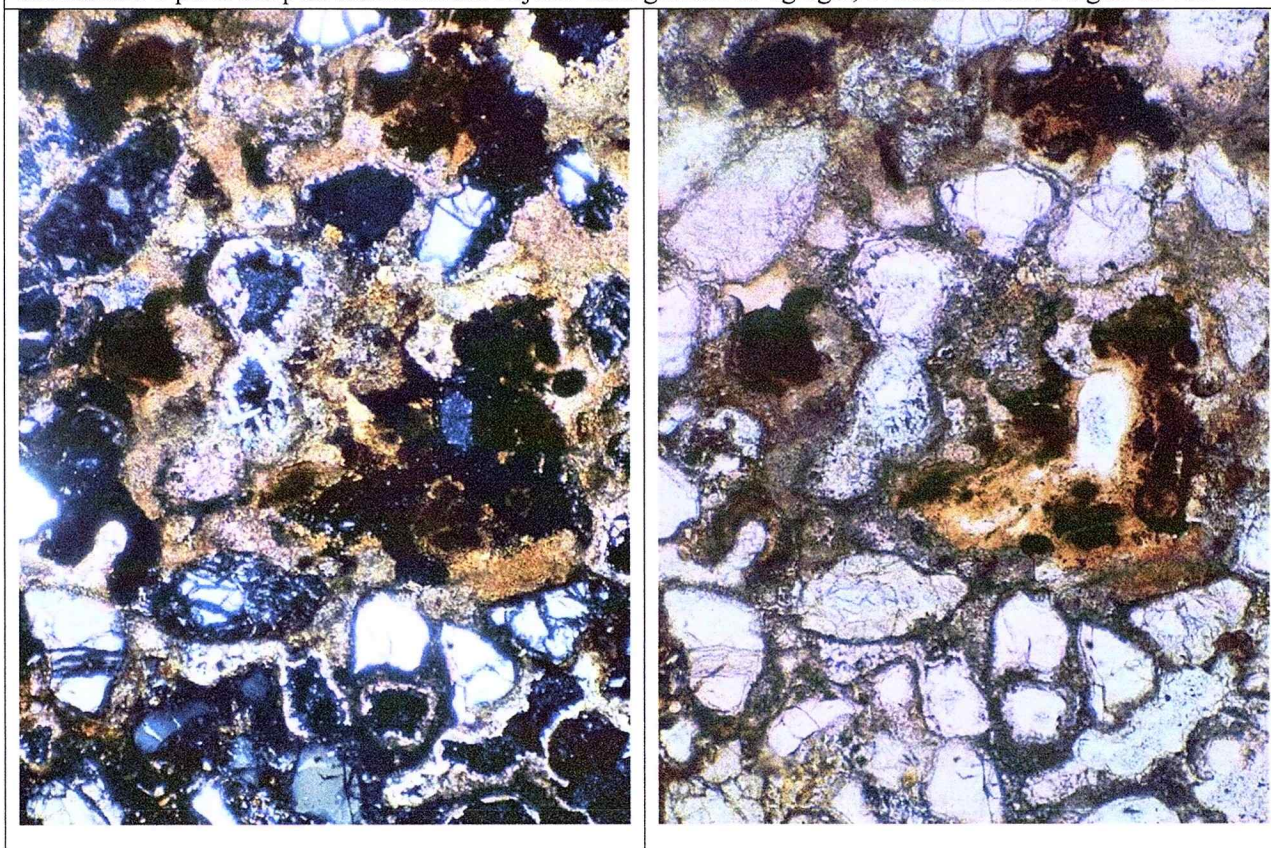


Fig. 46. Imagini microscopice de ansamblu și de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII) din proba S11, pentru a observa: (a) agregat din cuarțolite, silicolite și cristale de cuarț, unele deformate prin șoc (unele microfisurate); bulgări de var degradați parțial (inclusiv cu pori secundari); (b) liant micro/criptocristalin, local recrystalizat; (c) pori xenomorfi, de dimensiuni variate, în general comunicanți, frecvent taptați cu calcit neoformat (cenușii-albăstrui cu N+); (d) substanță organică de culoare brunie sau negricioasă, care colmatează o parte din pori sau localizată în jurul unor granule de agregat, eventual în unii bulgări de var.



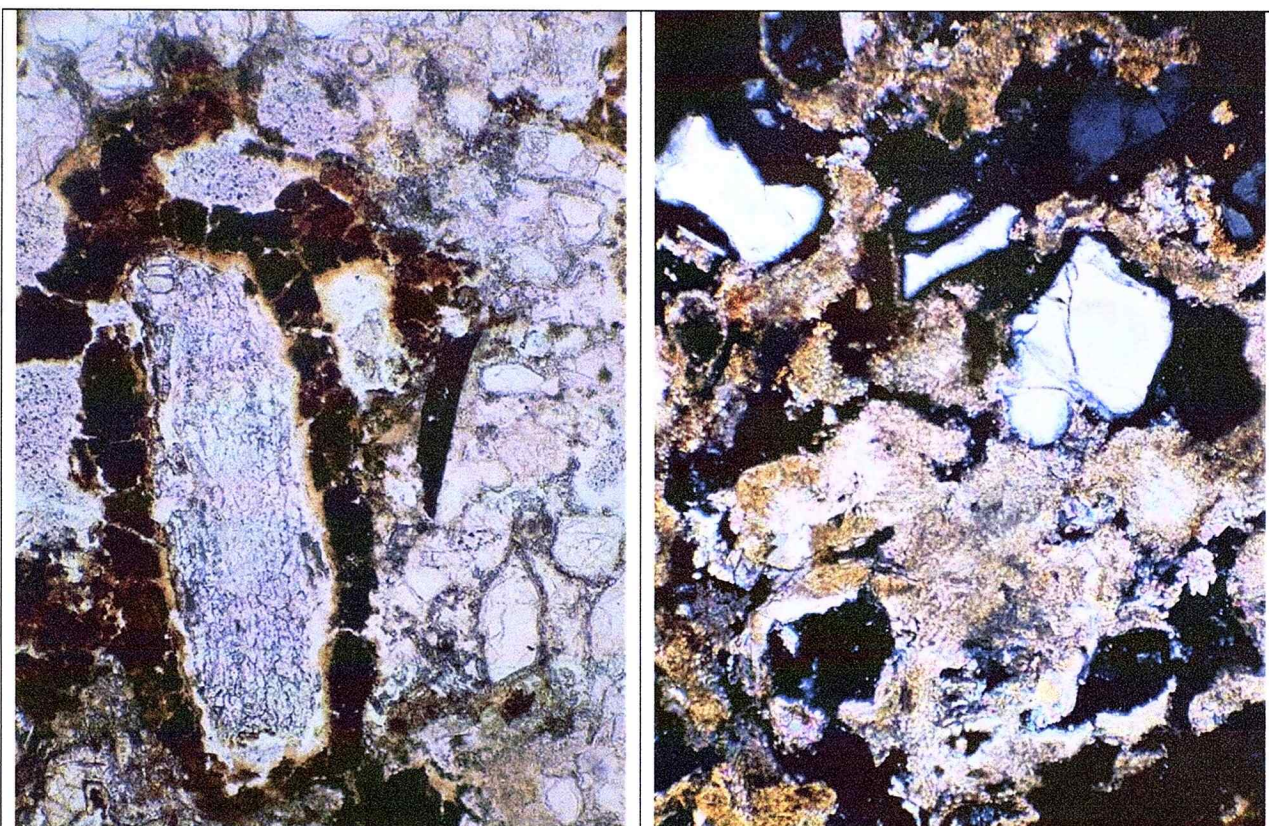
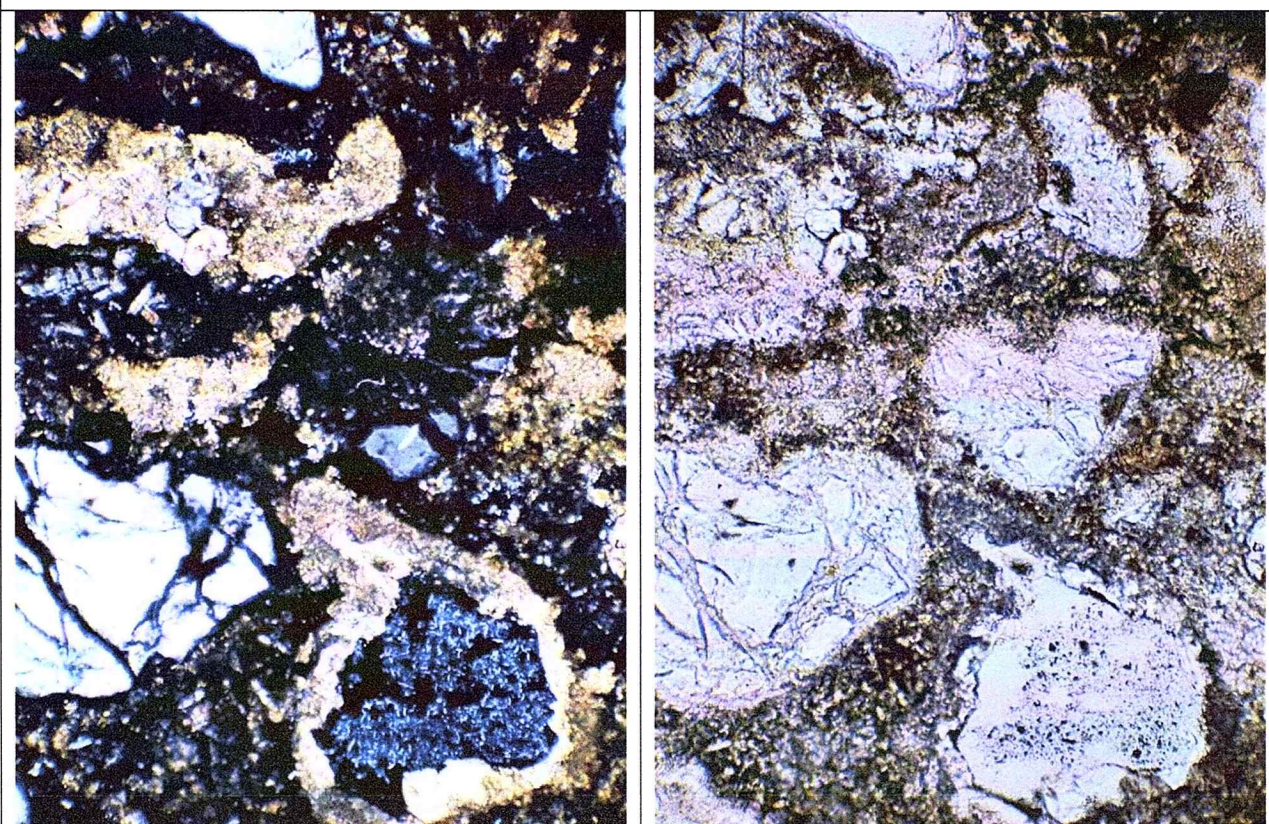


Fig. 47. Imagini microscopice de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII) din proba S11, pentru a observa: (a) agregat din milonit cuarțitic și cristale de cuarț frecvent deformate prin șoc (microfisurate); (b) liant micro/criptocristalin, local recristalizat acicular-prismatic; (c) pori xenomorfi, de dimensiuni variate, în general comunicanți (cenușii-albăstrui cu N+); (d) substanță organică de culoare negricioasă sau brunie, localizată în jurul unor granule de agregat.



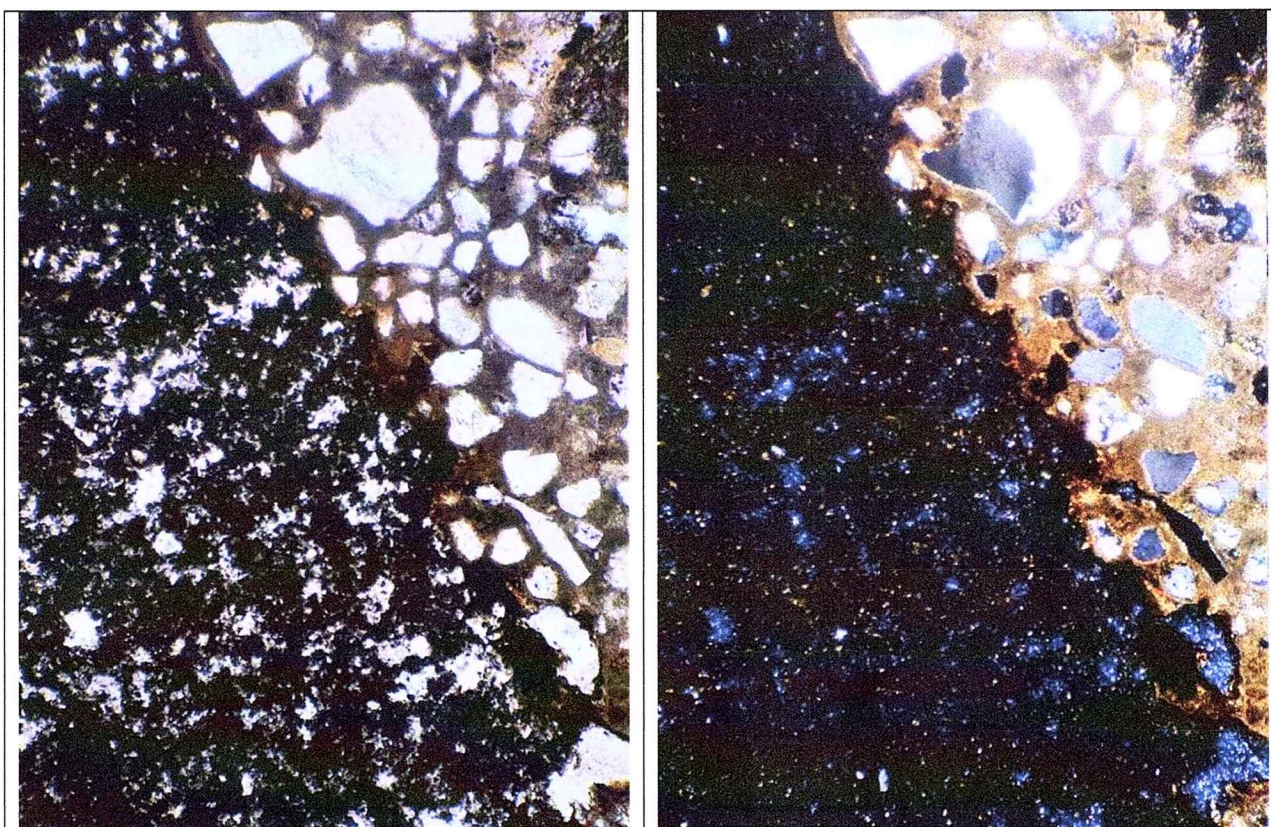
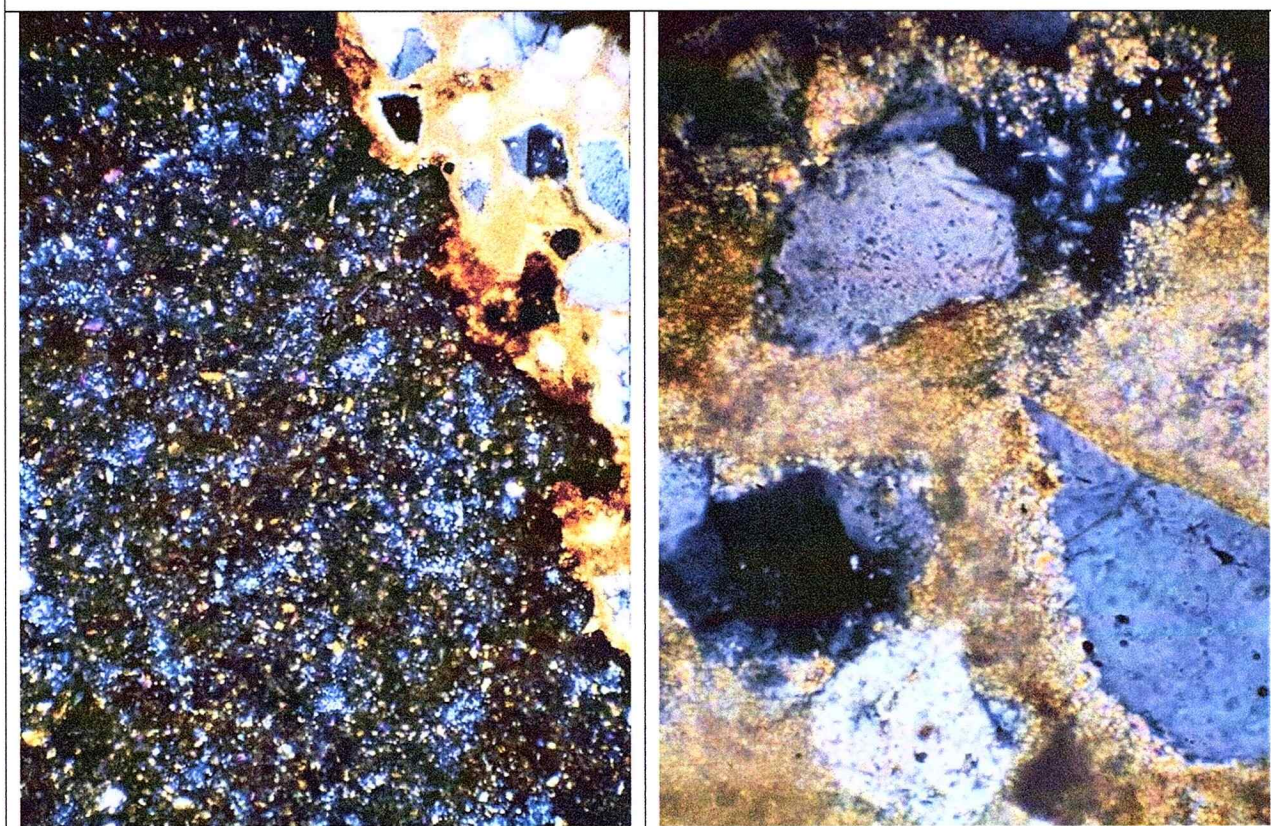


Fig. 48. Imagini microscopice de ansamblu și de ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (NII) și (N+) din proba S11, pentru a observa, în plus: (a) un fragment de cărămidă cu structură izotropă, vacuolară și pastă hialină; (b) recristalizarea liantului calcitic, la interfața cu granulele de agregat, frecvent microcristalin.



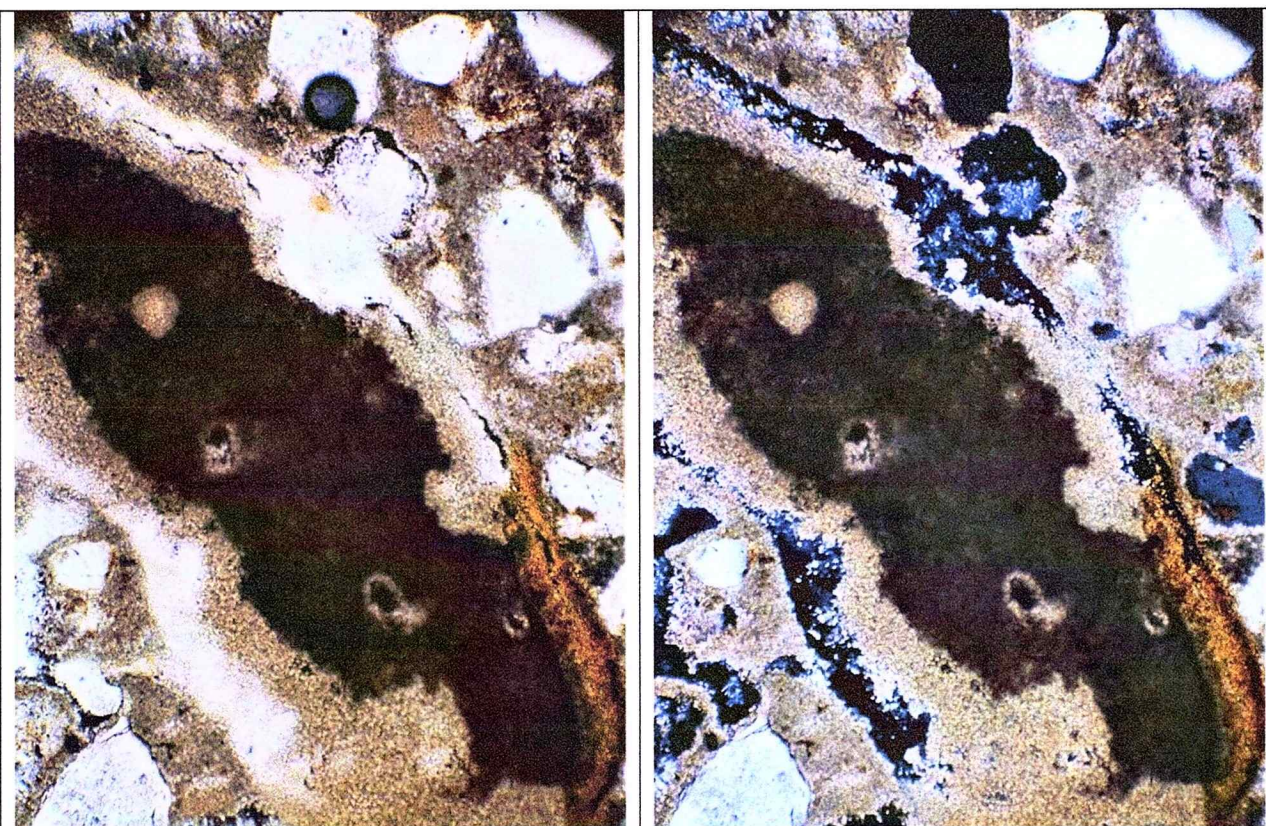


Fig. 49. Imagini microscopice de ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (NII) și (N+) din proba S11, pentru a observa, în plus: (a) un bulgăre de var cu structură izotropă, criptocristalină, cu pori izolați parțial sau total colmatați cu calcit microcristalin, neoformat; (b) recrystalizarea calcitului din liant; (c) pori relativ comunicanți, tapetați cu calcit microcristalin neoformat.

Rețeta mortarului

Materialele solide utilizate la fabricarea mortarului se estimează că au fost următoarele:

- a) agregat de râu, cu dimensiuni cuprinse între circa 1mm și 0,02 mm;
- b) pastă de var;
- c) fragmente de cărămizi.

Raportul actual agregat / pastă de var este aproximativ 5 : 1, datorită dizolvării parțiale a liantului. Fragmentele de cărămizi sunt rare, reprezentând circa 2 – 3% din total agregat.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 12

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zid interior (anexa nr. 1, fig. 50)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 50. Locul de prelevare a probei S12.



Caracteristici macroscopice

Componentele structurale ale mortarului, vizibile macroscopic, sunt: (1) granule de *agregat*; (2) liant de culoare cenușie; (3) pori în general izolați. Exceptând un bulgăre de var, de circa 3,5 mm, granulele de agregat au dimensiuni mai mici 1 mm, motiv pentru care nu se disting prea bine în masa liantului (fig. 51). Acesta este puternic efervescent, la testul cu acizi diluați, deci este dominantă componenta calcitică. Macroscopic, porii vizibili sunt neuniform distribuiți în masa liantului, în general xenomorfi și mai mici de circa 2,5 mm; porii cu siguranță secundari, au tendința de a comunica între ei (fig. 51). Structura mortarului este relativ heterogenă, izotropă. Local, proba este acoperită de o peliculă de culoare cenușie,

cu nunață mai închisă de cât cea a liantului, fiind puternic aderentă și relativ efervescentă.



Fig. 51. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S12. Zonele expuse mediului sunt acoperite cu o peliculă cenușie.





Caracteristici microscopice

Componentele structurale ale mortarului și procente estimate ale acestora sunt următoarele:

- agregat, 70 – 75%;
- liant, 10 – 20%, cu micro-domenii variabile;
- sistem de pori, 10 – 20%, cu micro-domenii.

Agregatul este format din litoclaste, granoclaste, bioclaste și rari bulgări de var (fig. 52, 53, 54). Granulele au conture variabile, de la angulare până la rotunjite și dimensiuni cuprinse între circa 0,02 mm și circa 1,5 mm (în secțiunea subțire analizată). **Litoclastele** sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 15, iar **granoclastele** sunt fragmente de cristale din speciile minerale scrise în tabelul nr. 16, cuarțul fiind dominant.

Tabelul nr. 15. Natura petrografică a litoclastelor din proba S12.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară ± porfiroclastică, micro / mezocristalină
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	izotropă, cripto/microgranulară, compactă
Granitoide	cuarț, microclin, feldspat plagioclaz	holocristalină, izotropă, faneritică, inechigranulară ± cataclazată
Gresie polimictică	cuarț, feldspați, muscovit, glauconit, oxizi/hidroxizi de fier	izotropă, arenitică, compactă
Gresie glauconitică	cuarț, feldspați, glauconit	izotropă, arenitică, compactă
Micașist	cuarț, muscovit, biotit, granat (almandin)	anizotropă, micro/mezogranulară
Rocă oxidică	oxizi/hidroxizi de fier, cuarț	anizotropă, micro/criptocristalină, compactă

Bioclastele reprezintă circa 1 – 2% din totalul de claste, fiind fragmente de moluște, alcătuite din calcit micro/criptocristalin sau plăcuțe monocristaline de echinide.

Bulgării de var sunt aproximativ 2 – 3% din total agregat, neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, microscopic mai mici de aproximativ 0,8 – 0,5 mm. Au conture subrotunjite și rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din calcit criptocristalin, uneori cu microfisuri cimentate cu calcit neformat.

Tabelul nr. 16. Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S12.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO_2
Calcedonie	$\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Feldspat plagioclaz ($\pm$ sericitizat)	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Feldspat potasic (microclin)	KAlSi_3O_8
Granat (almandin)	$\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$
Calcit	CaCO_3
Muscovit	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Disten	Al_2SiO_5
Minerale opace	probabil FeS sau/și Fe_2O_3

Liantul, din punct de vedere mineralogic, este dominant calcitic, cu mici cantități de gips. Acesta din urmă este vizibil mai ales datorită recristalizării în unii pori (fig. 52, 53, 54).

Porii sunt dominant xenomorfi, mai rar sferoidali (fig. 52, 53, 54). *Porii xenomorfi* sunt neuniform distribuiți, izolați sau conectivi, ajungând la circa 0,7-1 mm. *Porii sferoidali* sunt izolați, neuniform distribuiți, fiind sub 0,5 mm. În unii pori a recristalizat acicular și microcristalin gipsul.

Rețeta mortarului

Materialele utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 2 mm, dominant sub 1 mm;
- pastă de var;
- ipsos.

Raportul agregat / pastă de var / ipsos este aproximativ 24 : 5 : 1.

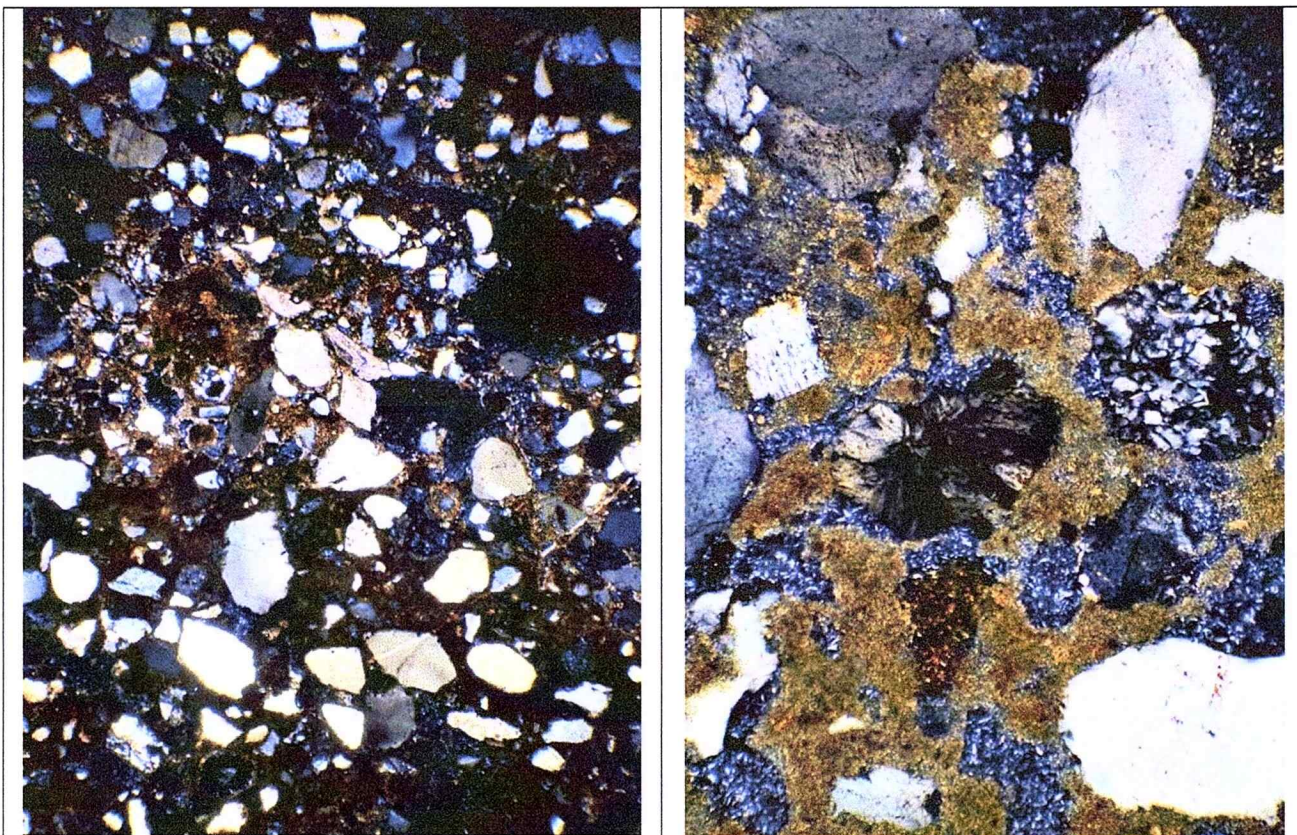
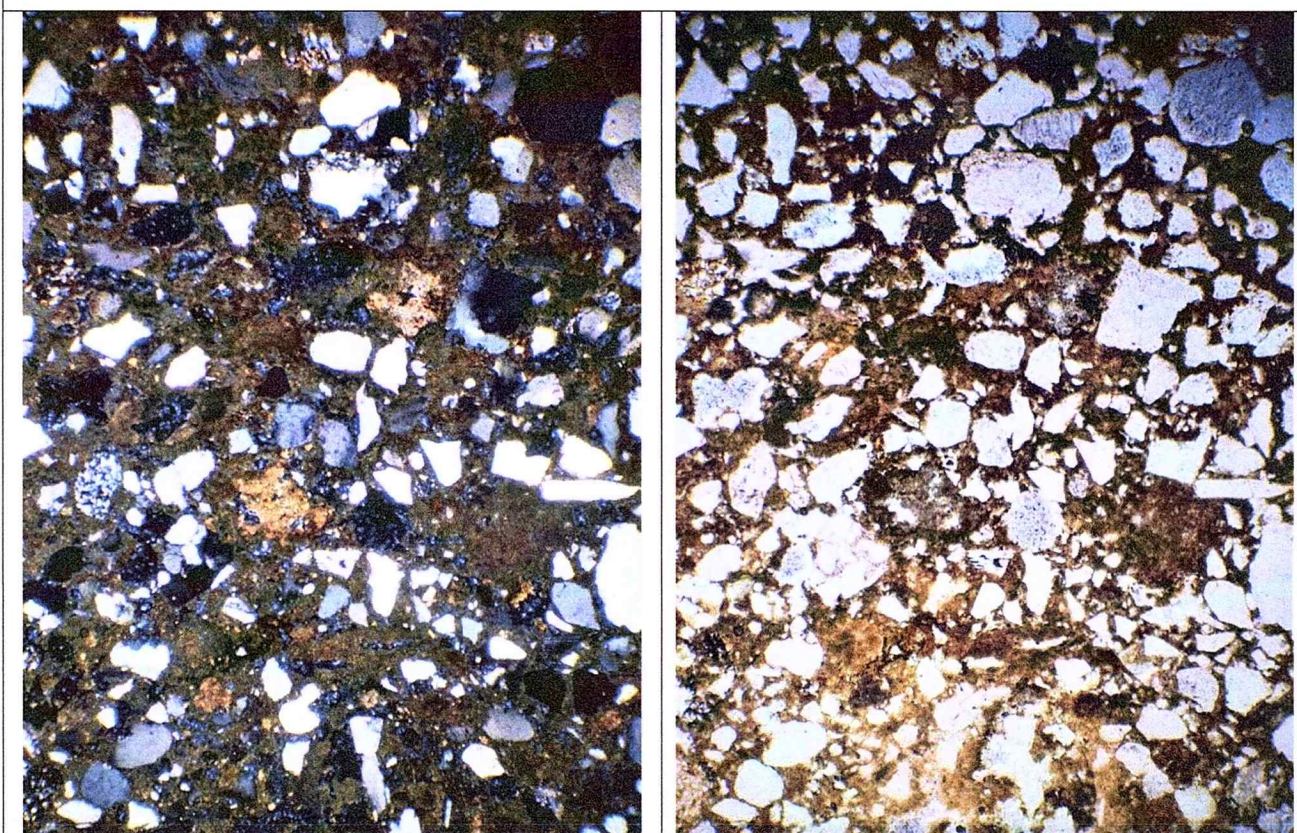


Fig. 52. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detaliu, cu (N+) și (NII), din proba S12. Se observă: (a) agregat din litoclaste de cuarțolite, silicolite; granoclaste de cuarț, feldspați, calcedonie; bulgăre de var; (b) liant micro/criptocristalin; (c) pori xenomorfi sau cu tendință sferoidală (negri cu N+); (d) microfisuri deschise.



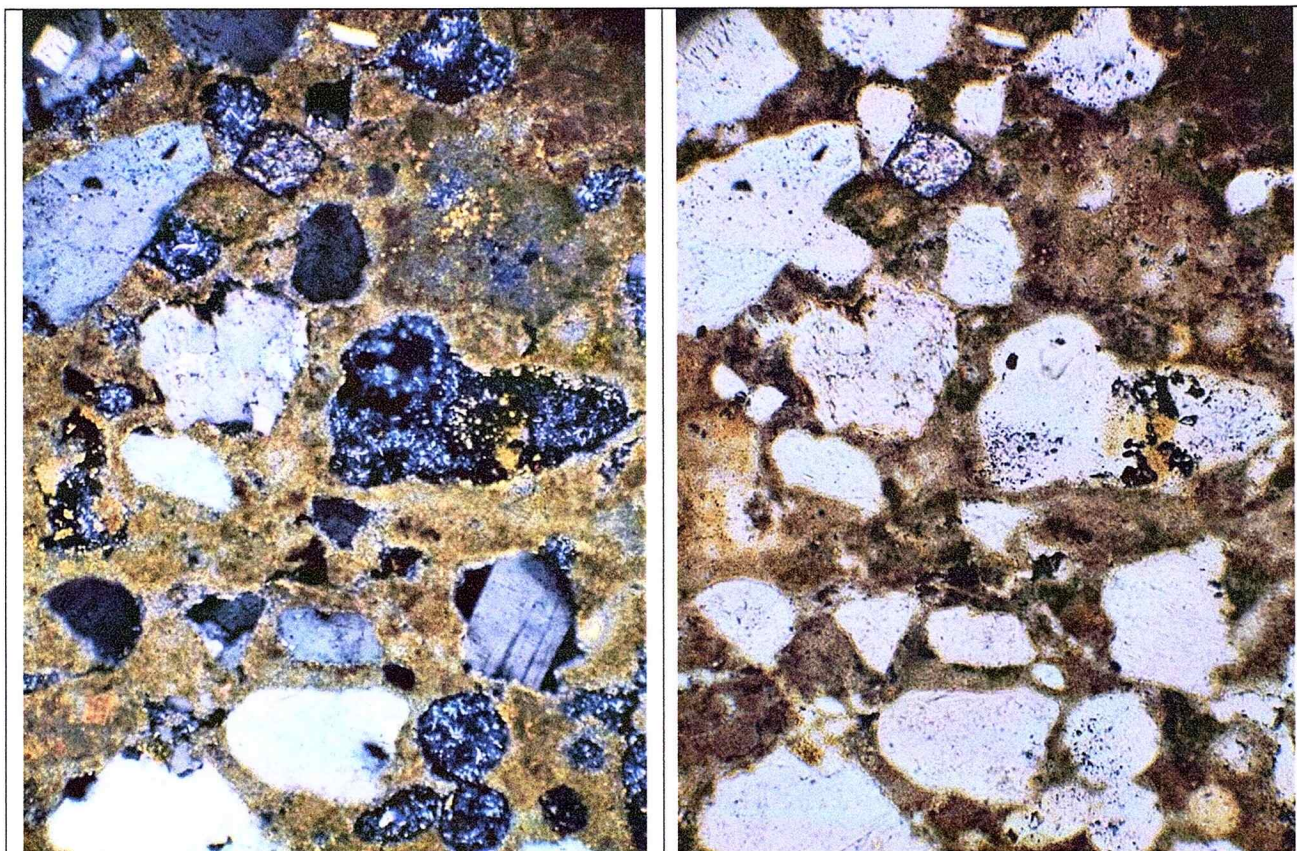
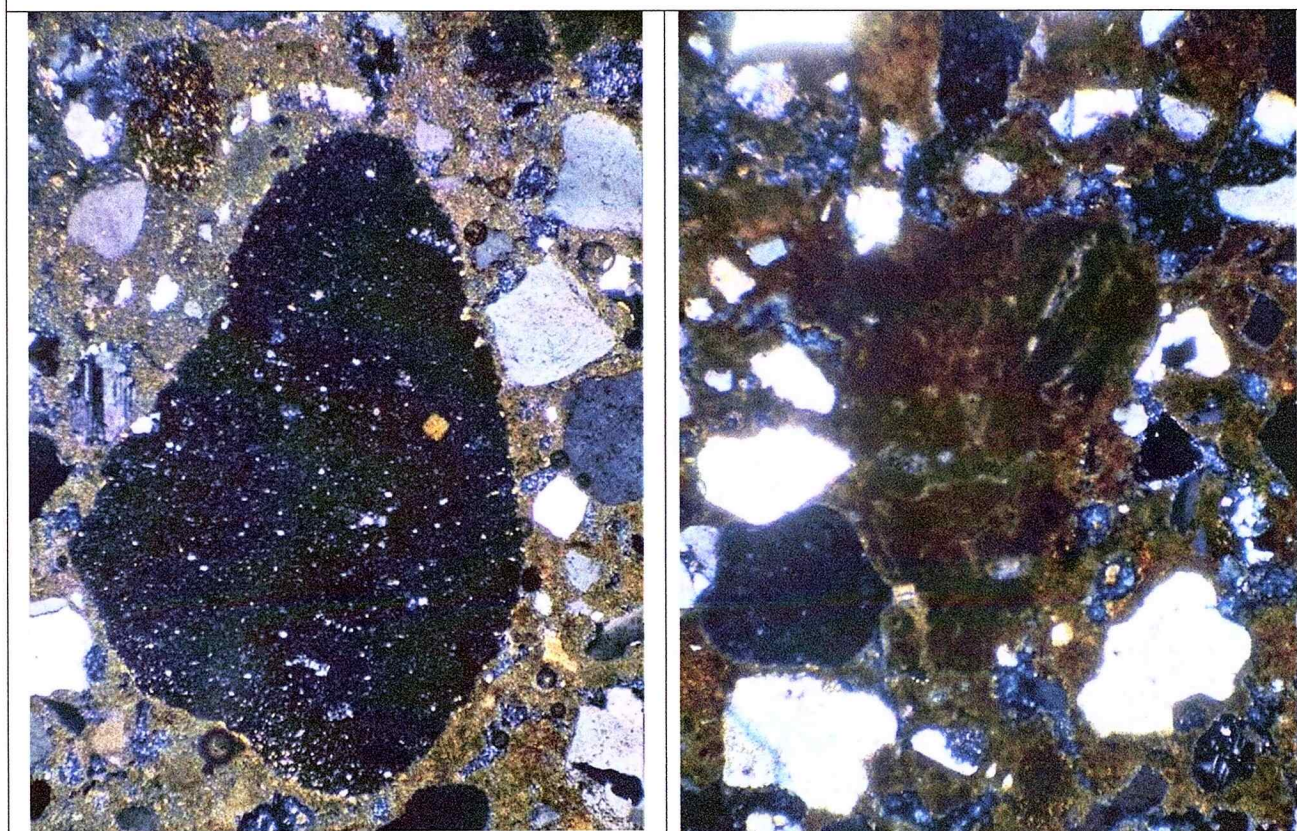


Fig. 53. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu (N+) și (NII) din proba S12. Se observă: (a) agregat din litoclaste de silicolite; granoclaste de cuarț, feldspați; bulgări de var; (b) liant micro/criptocristalin; (c) pori xenomorfi și sferoidali în care a recristalizat acicular gipsul (negri cu N+).



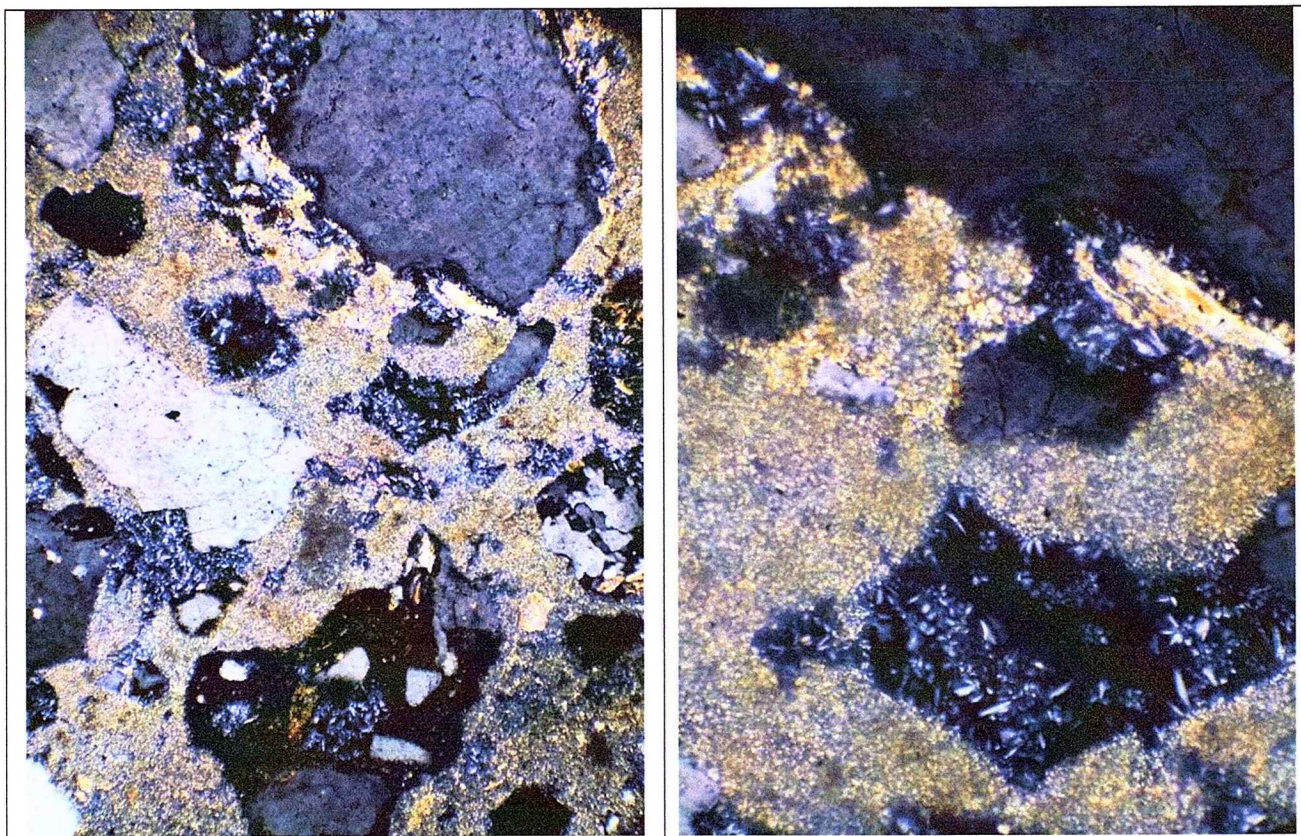
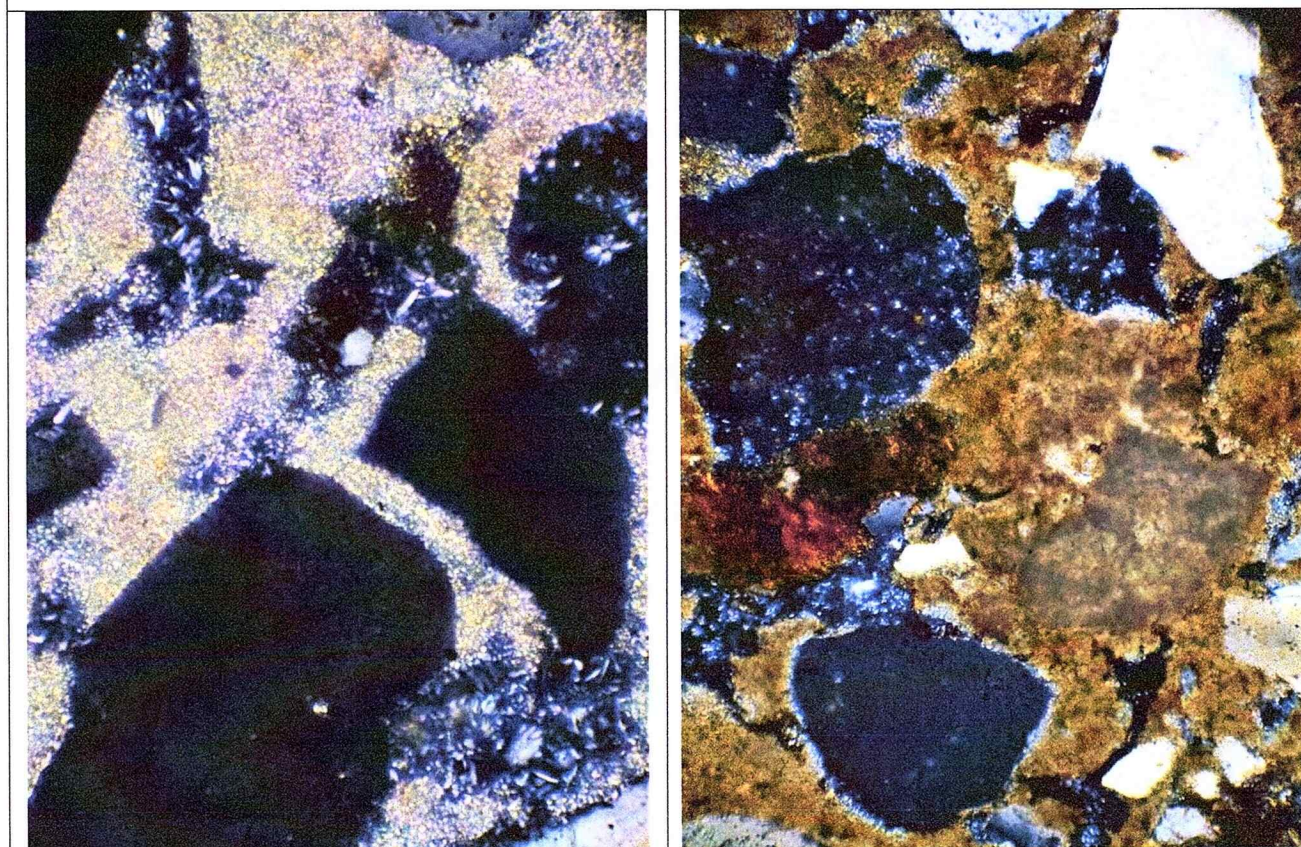


Fig. 54. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii și ultra-detalii, cu (N+), din proba S12, pentru a remarca gradul de cristalizare și recristalizare locală a liantului și rarele microfisuri din liant.



BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 13

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zid interior (anexa nr. 1, fig. 55)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 55. Locul de prelevare a probei S13.



Caracteristici macroscopice

Mortarul este relativ friabil, datorită degradării parțiale în timp. Zonele expuse mediului sunt acoperite local cu o fină crustă de culoare cenușiu-deschis, slab efervescentă la atacul cu acizi slabi. Se pot vedea cele trei componente structurale ale mortarului: granule de agregat, liant, pori izolați. Granulele de *agregat* au dimensiuni contrastante: cele din bulgări de var ajung la 5-7 mm, cu conture angulare (fig.57); cele sub 1,5 mm se observă cu greu macroscopic datorită culorilor deschise, ca și a liantului (fig. 56, 57). Unii bulgări de

var, de dimensiuni milimetrice, au încorporate granule de agregat de culoare ocru (fig. 57). Liantul este efervescent la testul cu acizi diluați, deci este prezentă componenta calcitică. Macroscopic, *porii* vizibili sunt relativ neuniform distribuiți în masa liantului, cu tendință sferoidală (seundari) și mai mici de 2 mm (fig. 56, 57). Structura mortarului este relativ heterogenă și izotropă.

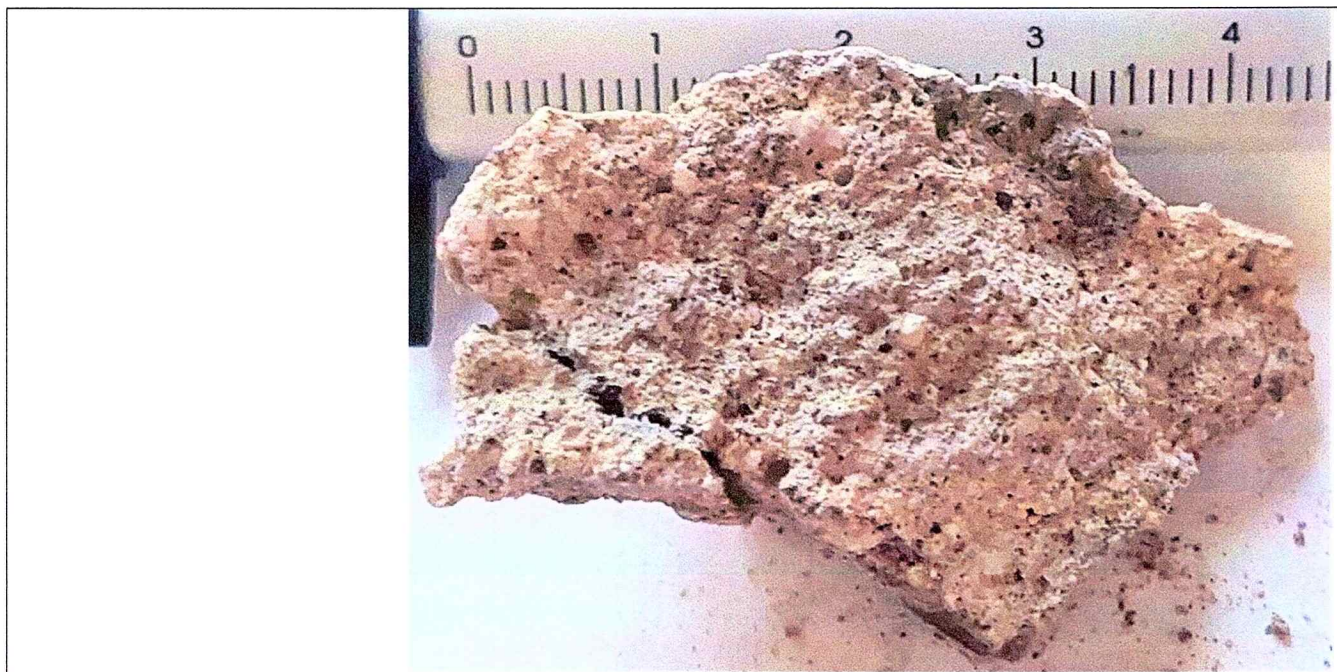


Fig. 56. Imagini macroscopice de detaliu ale unei suprafețe din proba S13. Se observă componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, în special din bulgări de var; liant și pori izolați, xenomorfi și sferoidali.

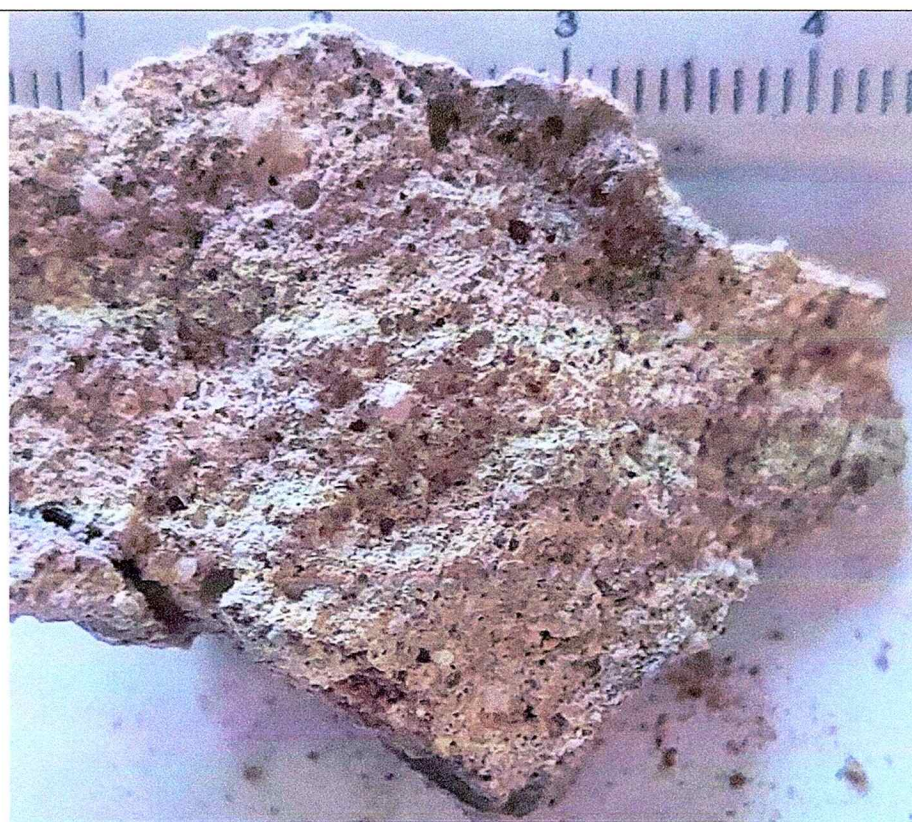




Fig. 57. Imagini macroscopice de detaliu ale altei suprafețe din proba S13, pentru a remarca, în unii bulgări de var, granule de agregat de culoare ocru.



Caracteristici microscopice

Componentele structurale ale mortarului și procentele estimate sunt următoarele:

- agregat, 65 – 70%;
- liant, 10 – 20%, cu micro-domenii variabile;
- sistem de pori, 10– 20%, cu micro-domenii variabile.

Agregatul este atât natural, cât și artificial, fiind format din litoclaste, granoclaste și foarte rare oolite, la care se adaugă bulgări de var și rare fragmente de cărămidă (fig. 58, 59, 60). Granulele au conture dominant unghiulare / subunghiulare, rar rotunjite și dimensiuni cuprinse între 1 mm și 0,02 mm (în cele două secțiuni subțiri analizate). *Litoclastele* sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 17. *Granoclastele* sunt

fragmente din cristale de cuarț, frecvent microfisurate neuniform (cele de dimensiuni mai mari), parte din fisuri fiind colmate cu sticlă naturală; microclin, feldspat plagioclaz, biotit tita-

nifer, glauconit (fig. 56 ÷ 58).

Tabelul nr. 17. Natura petrografică a litoclastelor din proba S13.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară, micro / mezoblastică
Milonit cuarțitic	cuarț	anizotropă, microblastică
Granitoide ± cataclazate	cuarț ± cataclazat, microclin, feldspat plagioclaz	holocristalină, izotropă, faneritică, inechigranulară ± cataclazată
Silicolite	cuarț, calcedonie, opal	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Gresie cu glauconit	cuarț, feldspați, mice, glauconit	arenitică, izotropă, compactă
Micașist	cuarț, biotit, feldspați	anizotropă, microcristalină

Oolitele sunt foarte rare, fiind corpusculi alcătuiți dintr-un nucleu din litoclaste de granitoide, cuarțolite sau micașist, uneori din granoclaste de cuarț, având învelișuri fine, concentrice, multiple din calcit micro/cripto-cristalin (fig. 58). Uneori acești corpusculi sunt parțial recrystalizați.

Fragmentele de cărămidă sunt foarte rare (fig. 58). Au conture subrotunjite/rotunjite și dimensiuni mai mici de 0,7 mm. Sunt alcătuite din claste angulare de cuarț, feldspați, având pastă hipocristalină în care se mai observă filosilicați criptocristalini.

Bulgări de var reprezintă aproximativ 3 – 5% din total agregat. Sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, în secțiunile subțiri analizate fiind mai mici de circa 1 mm. Au conture rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic sunt din calcit criptocristalin (fig. 58, 59, 60). O parte din ei sunt micro-fisurați, acestea fiind cicatrizate cu calcit neoformat microcristalin.

Liantul, din punct de vedere mineralogic, este din calcit, rezultat inițial din carbonatarea pastei de var. Local, calcitul primar a recrystalizat de la cripto la microcristalin (fig. 60).

Porii, deși macroscopic sunt vizibili cei sferoidali, fiind secundari, microscopic sunt exclusiv xenomorfi, izolați, neuniform distribuiți, uneori tapetați cu calcit microcristalin neoformat (fig. 58, 59, 60).

Rețeta mortarului

Materialele utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- agregat de râu, cu dimensiuni cuprinse între circa 1mm și 0,02 mm;
- pastă de var;
- fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de var este aproximativ 5 : 3. Fragmentele de cărămizi sunt extrem de rare.

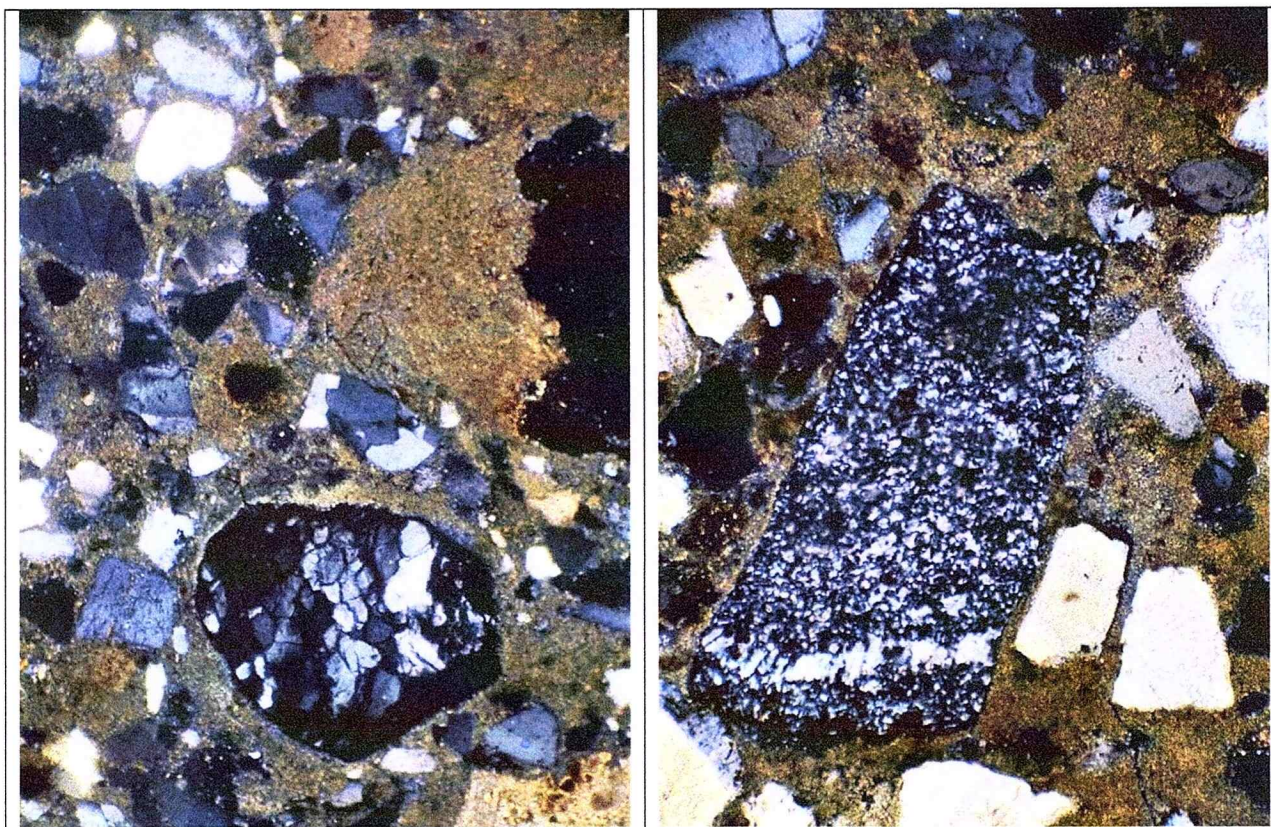


Fig. 58. Imagini microscopice de ansamblu și detalii, în lumină focalizată, cu (N+), din proba S13, pentru a observa: (a) agregat din cuarțolite cataclazate, silicolite; cristale de cuarț, unele deformate prin șoc (unele microfisurate), feldspați; oolite; bulgări de var; fragmente de cărămidă; (b) liant micro/criptocristalin; (c) pori xenomorfi, de dimensiuni variate, uneori tapetați cu calcit microcristalin; (d) substanță organică de culoare brunie sau negricioasă, care colmatează o parte din pori sau localizată în învelișul oolitului.

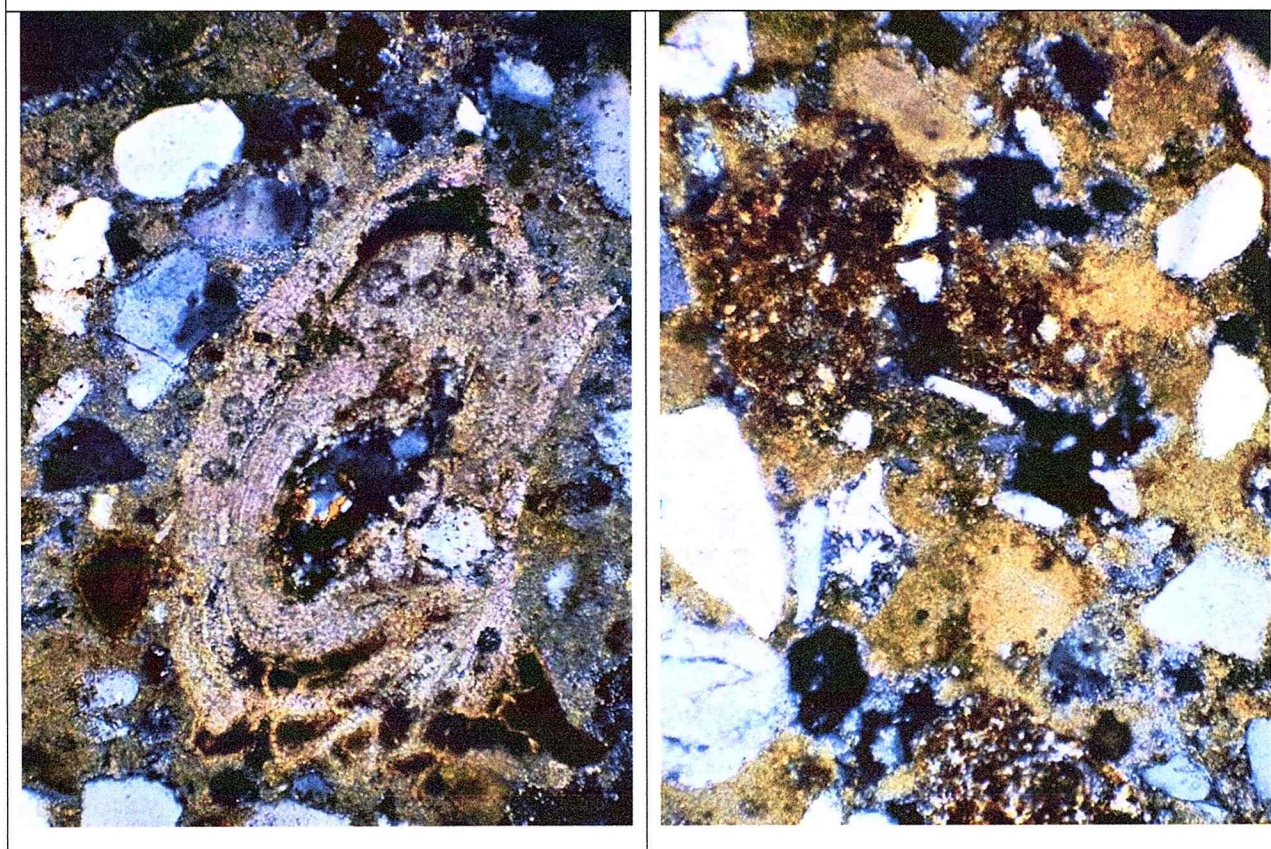
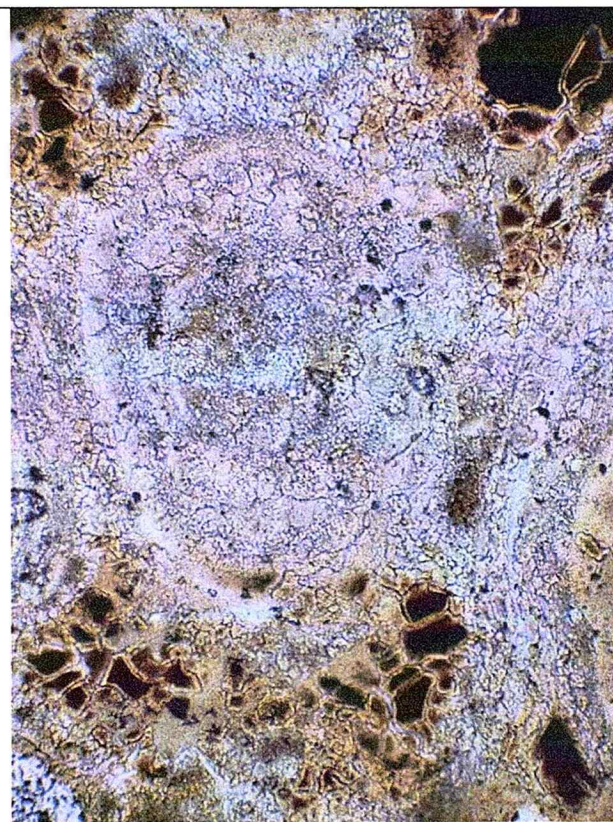
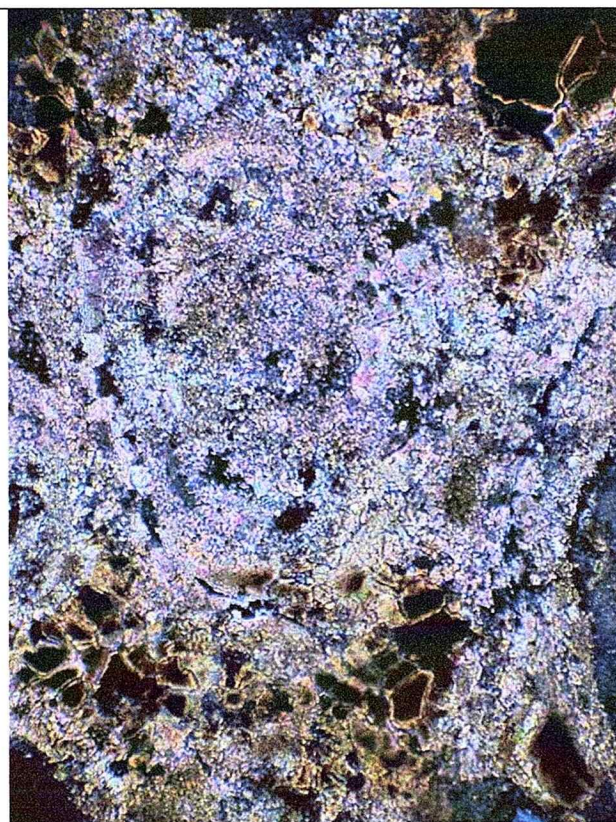




Fig. 59. Imagini microscopice de ansamblu, detaliu și ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), din proba S13, pentru a observa, în special, un oolit cu învelișuri concentrice, parțial recristalizat, cu substanță organică de culoare brunie sau negricioasă localizată în învelișurile exterioare.



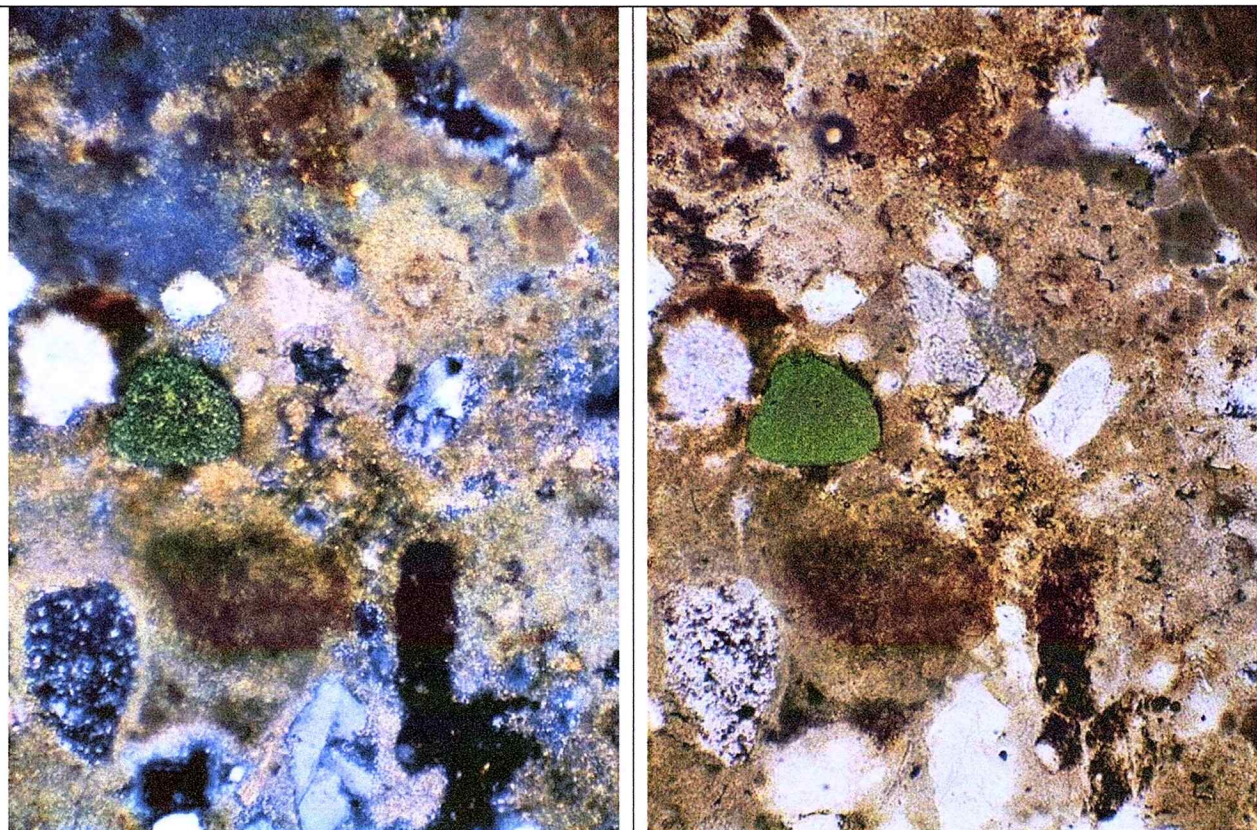


Fig. 60. Imagini microscopice de ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII) din proba S13, pentru a observa: (a) agregat de silicolit, glauconit; cristale de cuarț; bulgări de var, unii microfisurați și autocicatizați; (b) liant micro/criptocristalin; (c) substanță organică de culoare brunie sau negricioasă.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 14

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zid interior (anexa nr. 1, fig. 61)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 61. Locul de prelevare a probei S14.

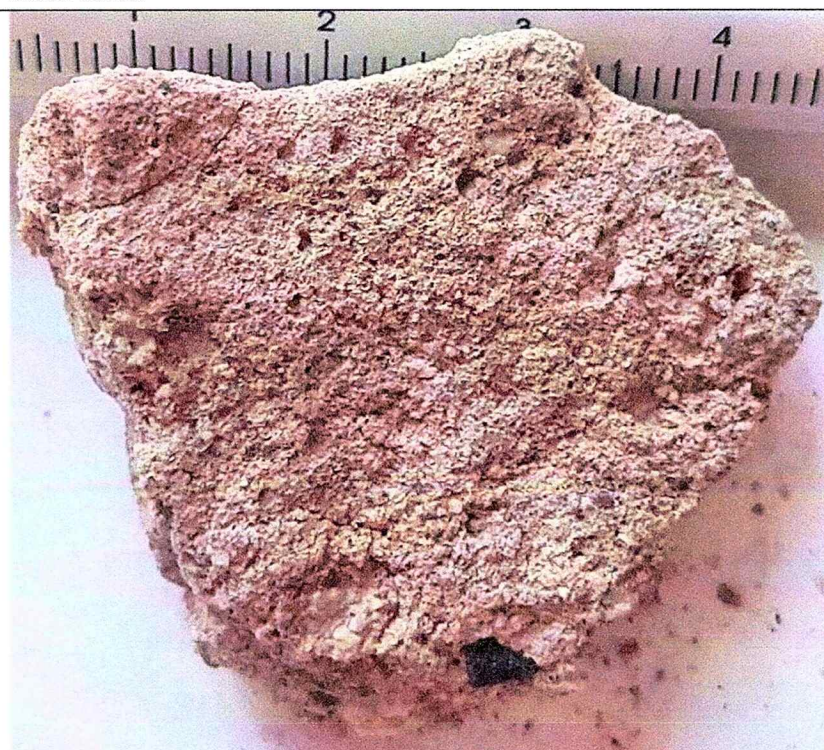


Caracteristici macroscopice

Componentele structurale solide ale mortarului se deosebesc cu dificultate datorită dimensiunii mici a granulelor de agregat și a culorii asemănătoare a acestora cu cea a liantului, exceptând un granul negricios, de circa 3 mm, cel mai probabil de cuarțolit (fig. 62). Liantul a reacționat la testul cu acizi diluați, deci are în compoziție CaCO_3 . Macroscopic, sunt vizibile câteva micro-fisuri deschise.



Fig. 62. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S14. Se disting componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, liant și pori izolați. Un granul de agregat de culoare negricioasă, de circa 3 mm, face notă discordantă.



Caracteristici microscopice

Mortarul este asemănător cu cel din proba S4, fiind pe bază de ipsos. Prin lipirea lamelei de sticlă peste fragmentul de mortar de 0,02 mm grosime, au apărut multe bule de aer, sferice și aplatizate, vizibile aproape pe toată suprafața secțiunii (fig. 63). Componentele structurale ale mortarului, sunt următoarele: - agregat, 50 – 55%;

- liant, 45 – 50%;

- sistem de pori, sub 5%.

Agregatul este format din litoclaste și granoclaste, la care se adaugă foarte puține fragmente de cărămidă și rari bulgări de var, respectiv de ipsos (fig. 63, 64, 65). Granulele au conture dominant unghiulare, dar pot fi și rotunjite, cu dimensiuni cuprinse între circa 0,02 mm și rar de circa 2,5 mm. În tabelul nr. 18, sunt prezentate tipurile / varietățile de *litoclaste*.

Tabelul nr. 18. Natura petrografică a litoclastelor din proba S14.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară ± porfiroclastică, micro / mezoblastică
Tuf vulcanic	cuarț, feldspați, sticlă vulcanică	hipocristalină, izotropă, porfiroclastică, slab vacuolară
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară

Granoclastele sunt dominate de fragmente de cuarț, la care se adaugă mult subordonat, cele de feldspat (fig. 63, 64, 65). Unele *granoclaste de cuarț*, cu dimensiuni mai mari de aproximativ 0,4 mm, sunt fisurate neuniform, parte din fisuri fiind cu sticlă naturală (fig. 63, 64).

Bulgării de var sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de aproximativ 0,3 mm. Au conture subrotunjite - rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din calcit microcristalin și ipsos/gips criptocristalin (fig. 63, 64).

"Bulgării" de ipsos sunt ocazionali (sigur rezultați din amestecul neomogen al pastei de ipsos), neuniform distribuiți în masa mortarului, cu dimensiuni mai mici de aproximativ 0,2 mm. Au conture subangulare / subrotunjite, din punct de vedere mineralogic, fiind alcătuiți din ipsos/gips criptocristalin (fig. 65).

Liantul este mixt: (a) componenta gipsiferă, micro/criptocristalină (fig. 63-65), rezultată din cristalizarea pastei de ipsos, este dominantă; (b) filler din calcit (fig. 65), neuniform distribuit și cu dimensiuni mai mici de 0,05 mm; circa 2-5% din masa liantului.

Porii sunt dominant sferoidali (fig. 63, 64, 65), izolați, neuniform distribuiți, sub 0,4 mm. O parte din pori sunt tapetați cu cristale acicular-prismatice de gips sau/și anhidrit (fig. 64).

Rețeta mortarului

Materialele utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 2,5 mm;
- pastă de ipsos;
- pastă de var;
- filler.

Raportul agregat / pastă de ipsos / pastă de var este aproximativ 9 : 8 : 1. Filler-ul este extrem de puțin, 1 – 2% din masa liantului.

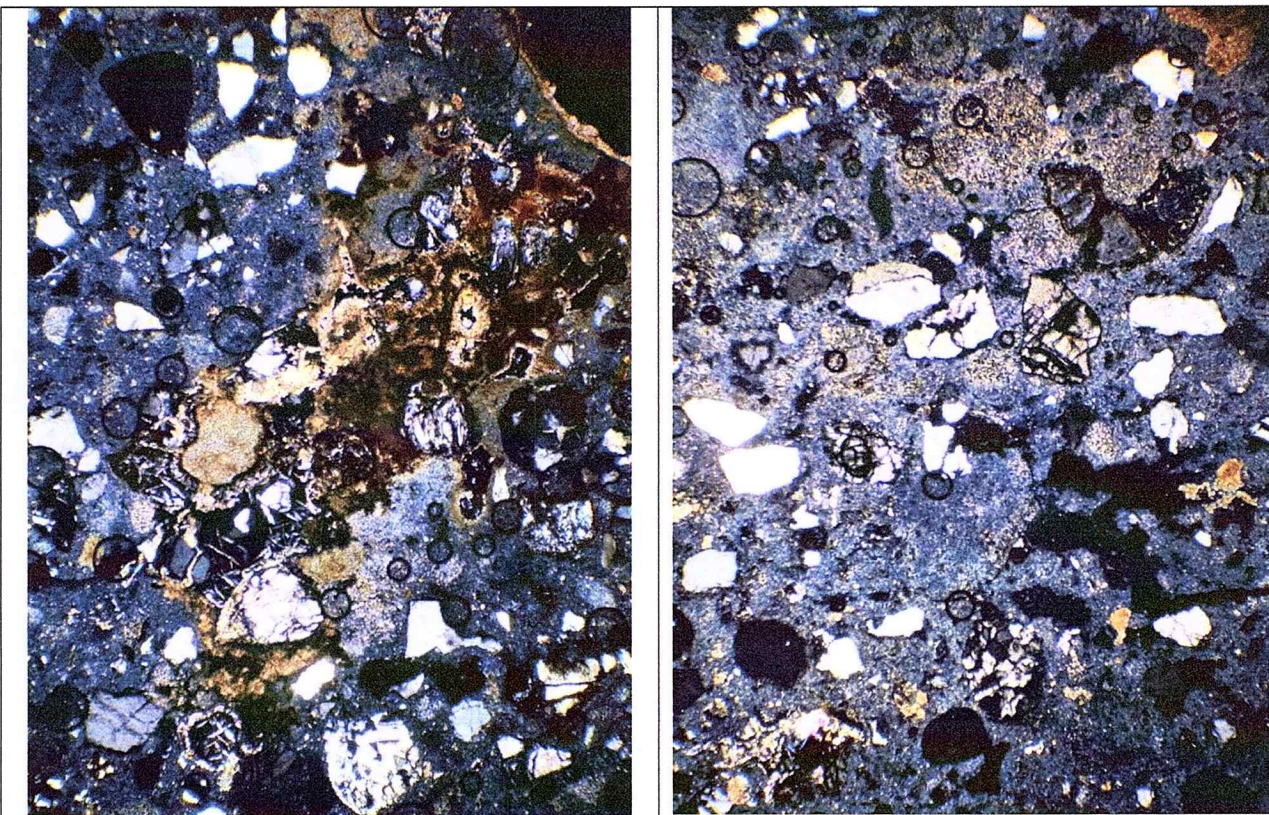
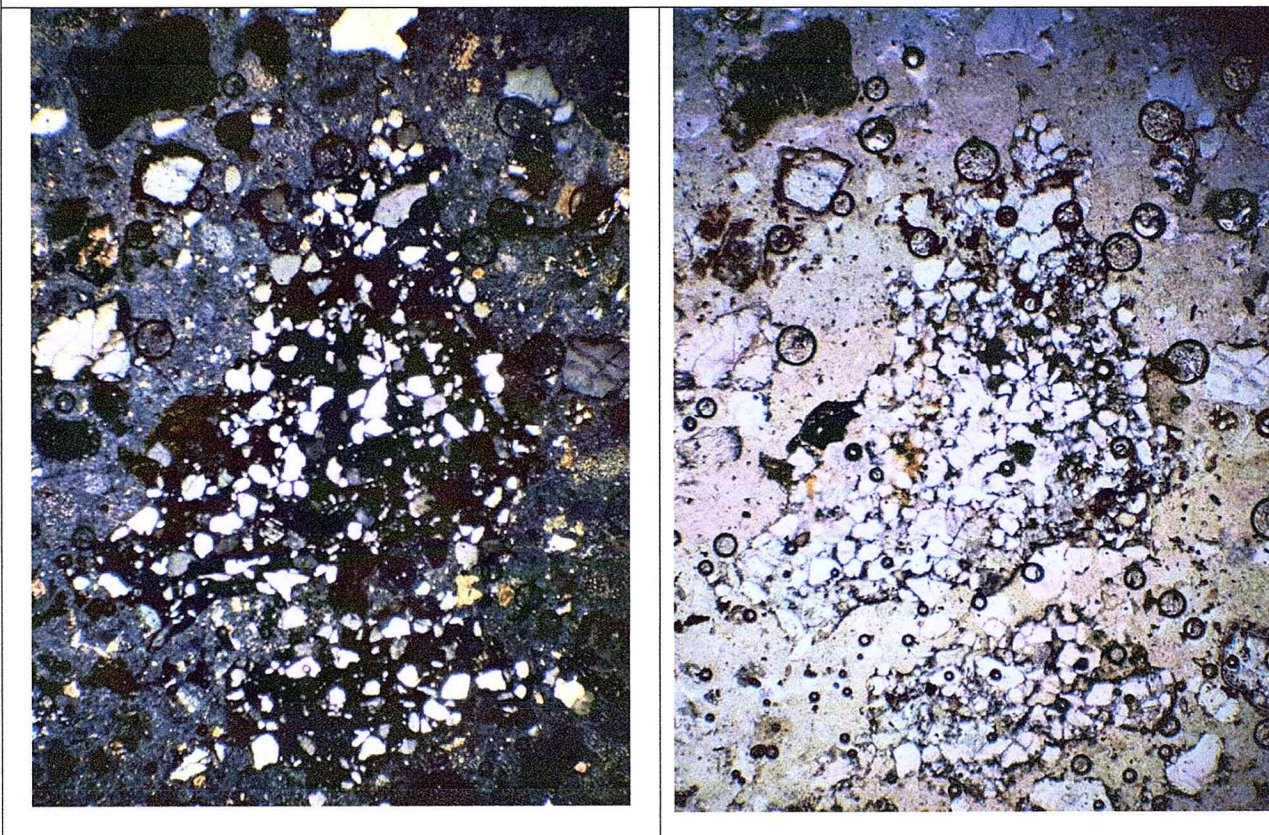


Fig. 63. Imagini microscopice de ansamblu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), din proba S14. Se observă o compoziție neuniformă: un micro-domeniu bogat în granoclaste de cuarț fisurat, foarte mici bulgări de var într-un liant dominant calcitic, criptocristalin și domeniul dominant, bogat în liant pe bază de ipsos. În plus, se remarcă: (a) agregat din: litoclaste de cuarțolite, tuf vulcanic; granoclaste de cuarț (unele microfisurate); (b) liant micro/criptocristalin, din gips, ipsos și filler calcitic; (c) rari pori izolați, sferoidali; (d) o zonă cu microfisuri deschise.



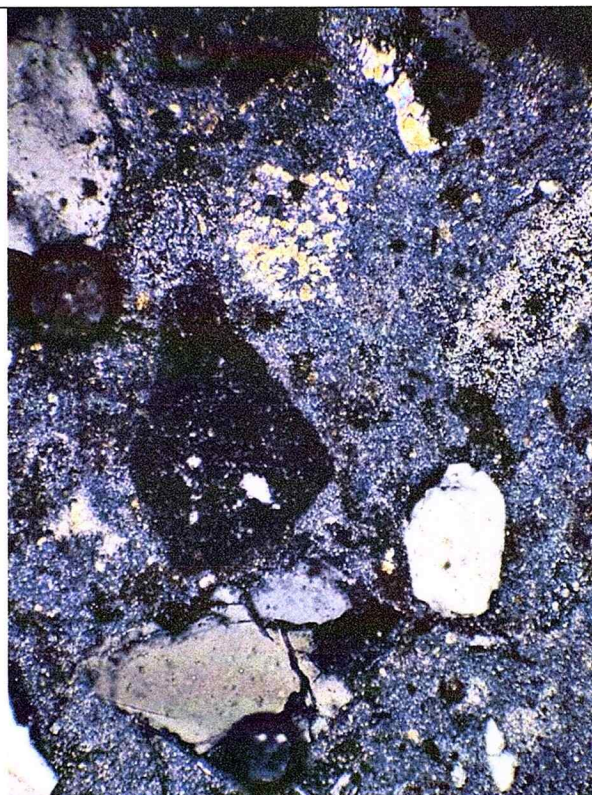
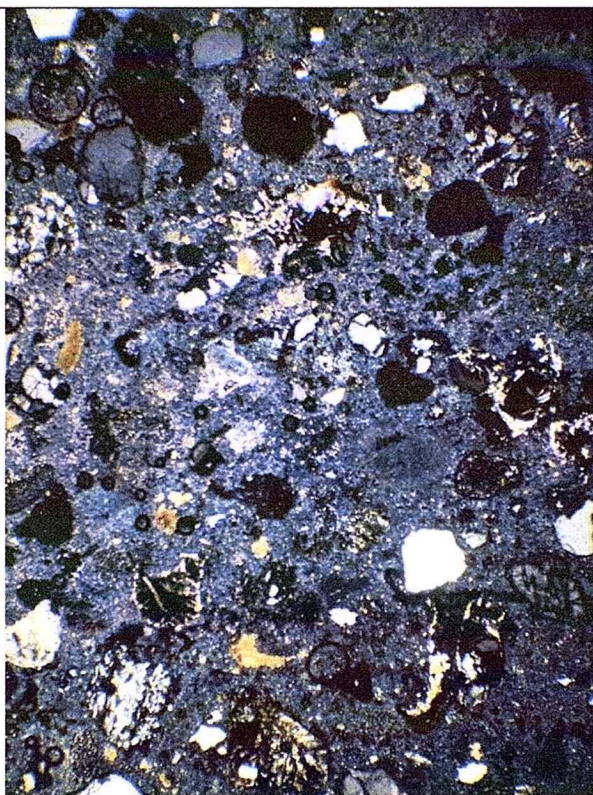
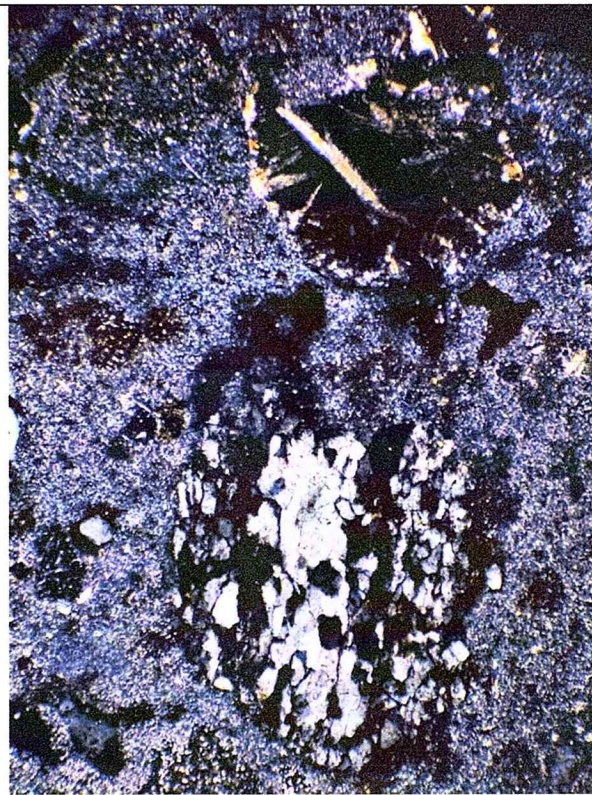
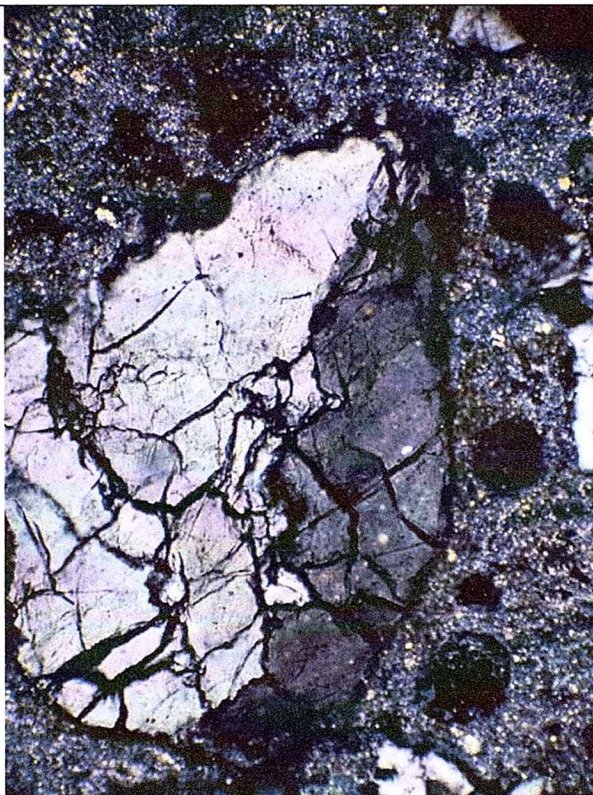


Fig. 64. Imagini microscopice de detaliu și ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (N+), din proba S14. Se observă: (a) agregat din: litoclaste de cuarțolit anizotrop, silicolit; granoclaste de cuarț (cele mari fiind microfisurate); bulgări de var cu compoziție mixtă; (b) liant micro/criptocristalin, din gips, ipsos și filler calcitic; (c) pori sferici, izolați; un por tapetat parțial cu cristale aciculare de gips/anhidrit.



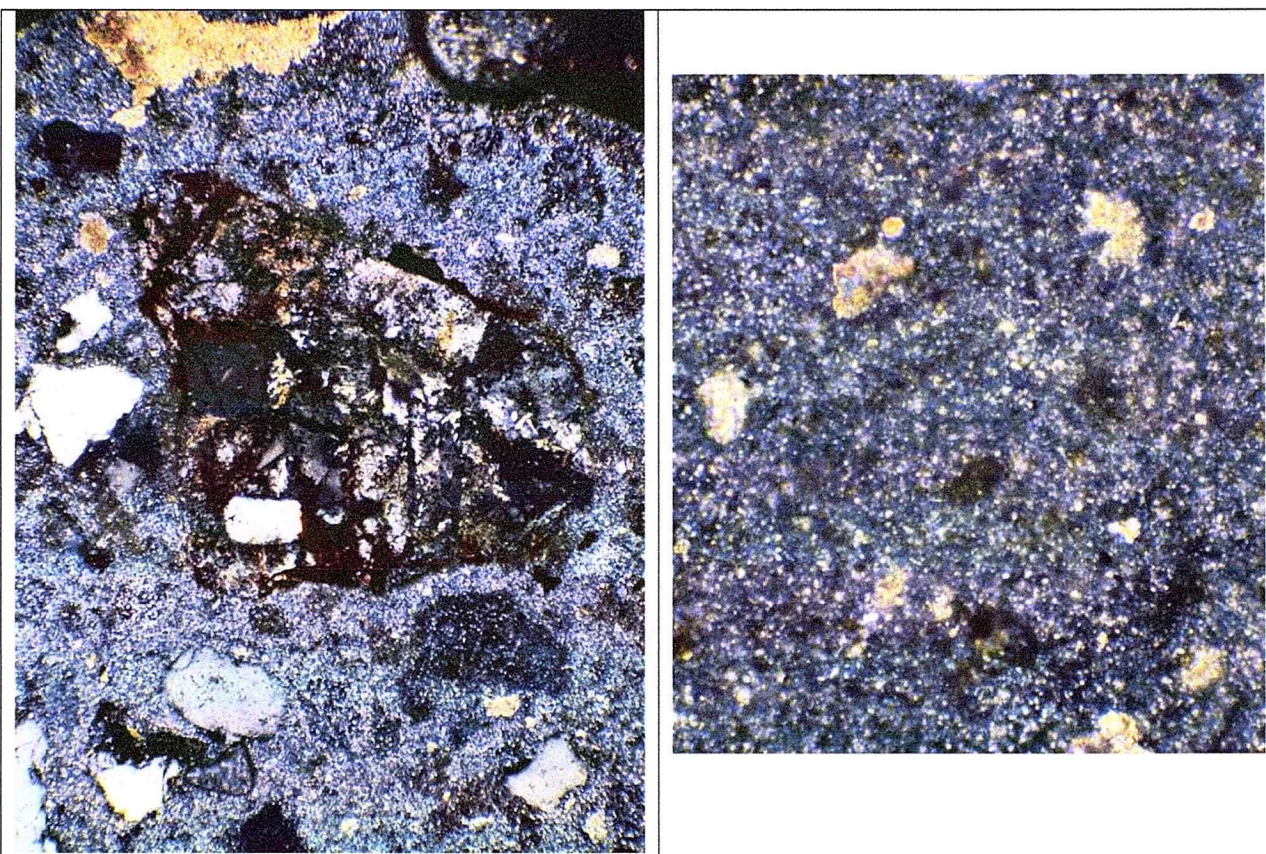


Fig. 65. Imagini microscopice de ultra-detaliu și ultra-ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (N+), din proba S14, pentru a remarca: (a) un "bulgăre" de ipsos, parțial transformat în gips criptocristalin; (b) liantul mixt din gips micro/criptocristalin, ipsos și filler calcitic.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 15

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zid interior (anexa nr. 1, fig. 66)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 66. Locul de prelevare a probei S15.



Caracteristici macroscopice

Chiar și macroscopic, in situ, se observă ca acest mortar este mai nou. În spărtură proaspătă sunt vizibile două din cele trei componente structurale ale mortarului: (1) granule de *agregat*, în culori variate; (2) liant de culoare cenușie (fig. 67). Pori nu prea sunt vizibili macroscopic, dar se pot remarca câteva fisuri izolate și deschise (fig. 67). Granulele de *agregat* au conture variabile, de la rotunjite la angulare, cu dimensiuni mai mici de 13 mm. Se remarcă două fragmente de cărămidă, de culoare maronie, unul rotunjit și de circa 13 mm lungime, iar altul angular de aproximativ 2 mm (fig. 67). *Liantul* este relativ efervescent, la testul cu acizi

diluăți, deci este prezentă componenta calcitică. Absorbția este medie. Structura mortarului este relativ heterogenă, izotropă.

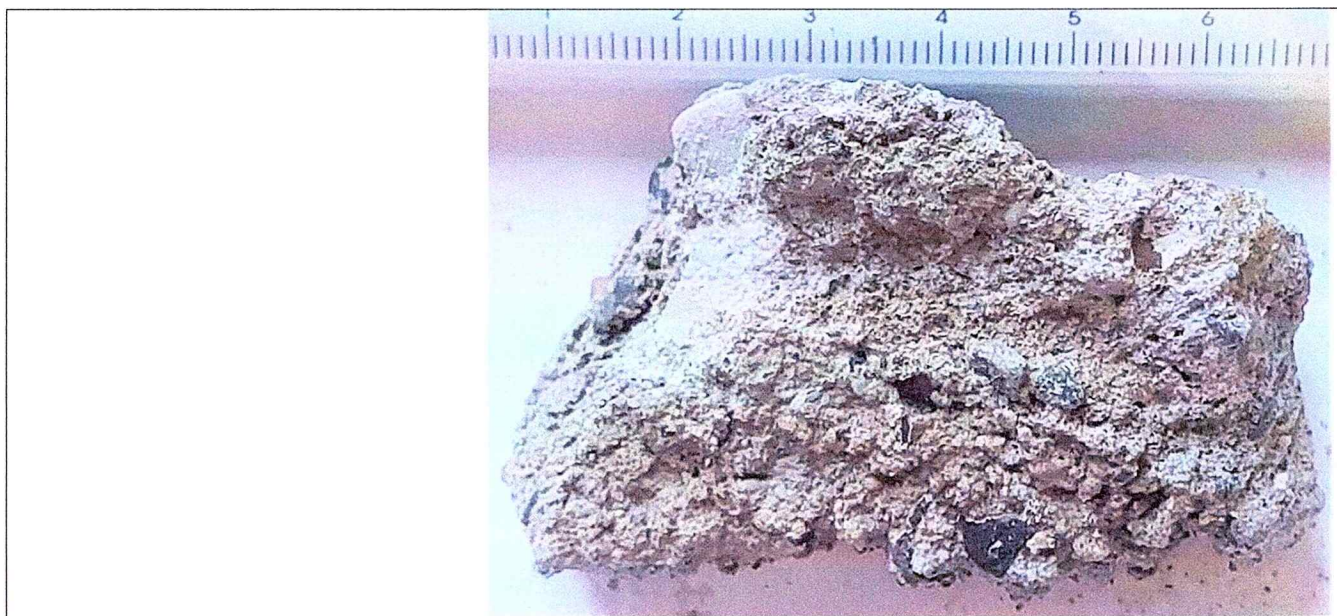


Fig. 67. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S15. Fața expusă mediului este acoperită cu o peliculă albicioasă. Pe intrados se pot vedea mult mai bine granulele de agregat și liantul cenușiu deschis. Se disting două fragmente de cărămidă, unul rotunjit și altul angular.





Caracteristici microscopice

Componentele structurale ale mortarului și procente de volum estimate sunt următoarele:

- agregat, 75 – 85%, cu micro-domenii variabile;
- liant, 20 – 25%, cu micro-domenii variabile datorită dimensiunii mari a unor granule de agregat;
- sistem de pori, 3 – 5%, cu micro-domenii.

Agregatul este atât natural, format din litoclaste, granoclaste, bioclaste, cât și artificial, din fragmente de cărămidă și bulgări de var (fig. 68, 69). Dimensiunile sunt cuprinse între circa 4 mm și 0,02 mm (în

cele trei secțiuni subțiri analizate). Granulele de mari dimensiuni au conture rotunjite, iar cele de dimensiuni mai mici și mici, de la angulare până la rotunjite. *Litoclastele* sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 18, iar *granoclastele* sunt fragmente de cristale din speciile minerale din tabelul nr. 19, cuarțul fiind dominant.

Tabelul nr. 18. *Natura petrografică a litoclastelor din proba S15.*

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Gresie polimictică	cuarț, feldspați, muscovit, biotit, calcedonie, opal	izotropă, arenitică, compactă
Gresie cuarțitică	cuarț, muscovit, calcedonie, glauconit	izotropă, arenitică, compactă
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Radiolarite	cuarț, calcedonie, opal, teste de radiolari	izotropă, cripto/microgranulară
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară ± porfiroclastică, micro / mezoblastică
Filit	cuarț, sericit ± grafit	anizotropă, micro/criptocristalină
Siltite	cuarț, filosilicați criptocristalini, faze amorfe	anizotropă, cripto/microcristalină, porfirică
Granitoide	cuarț, microclin, feldspat plagioclaz ± biotit ± muscovit	holocristalină, izotropă, faneritică, inechigranulară ± cataclazată
Calcare cu epiclaste	calcit, cuarț, feldspați, glauconit	izotropă, compactă, inechigranulară
Calcar organogen cu oolite	bioclaste, oolite, calcit, cuarț, feldspați	izotropă, compactă, inechigranulară
Rocă oxidică	oxizi/hidroxizi de fier, cuarț	izotropă, micro/criptocristalină, compactă

Tabelul nr. 19. *Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S15.*

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Microclin pertitic	KAlSi ₃ O ₈ , NaAlSi ₃ O ₈
Feldspat plagioclaz (± sericitizat)	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Muscovit	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Granat (almandin)	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃
Calcit	CaCO ₃
Calcedonie	SiO ₂ ·2H ₂ O
Minerale opace	probabil FeS sau/și Fe ₂ O ₃

Bioclastele reprezintă circa 3 – 5% din totalul de claste, fiind de moluște, plăcuțe de echinide, foraminifere, alcătuite din calcit micro/criptocristalin.

Bulgării de var, aproximativ 3 – 5% din total agregat, sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de aproximativ 0,8 mm (fig. 68, 69, 70). Au conture subrotunjite și rotunjite, din punct de vedere mineralogic, fiind alcătuiți din calcit micro/cripto-cristalin. Uneori se remarcă o zonalitate, din punct de vedere al gradului de cristalizare, mai mare spre margine, ceea ce este firesc (fig. 68, 70).

Fragmentele de cărămidă, deși se observă macroscopic, nu au fost surprinse în secțiunile subțiri.

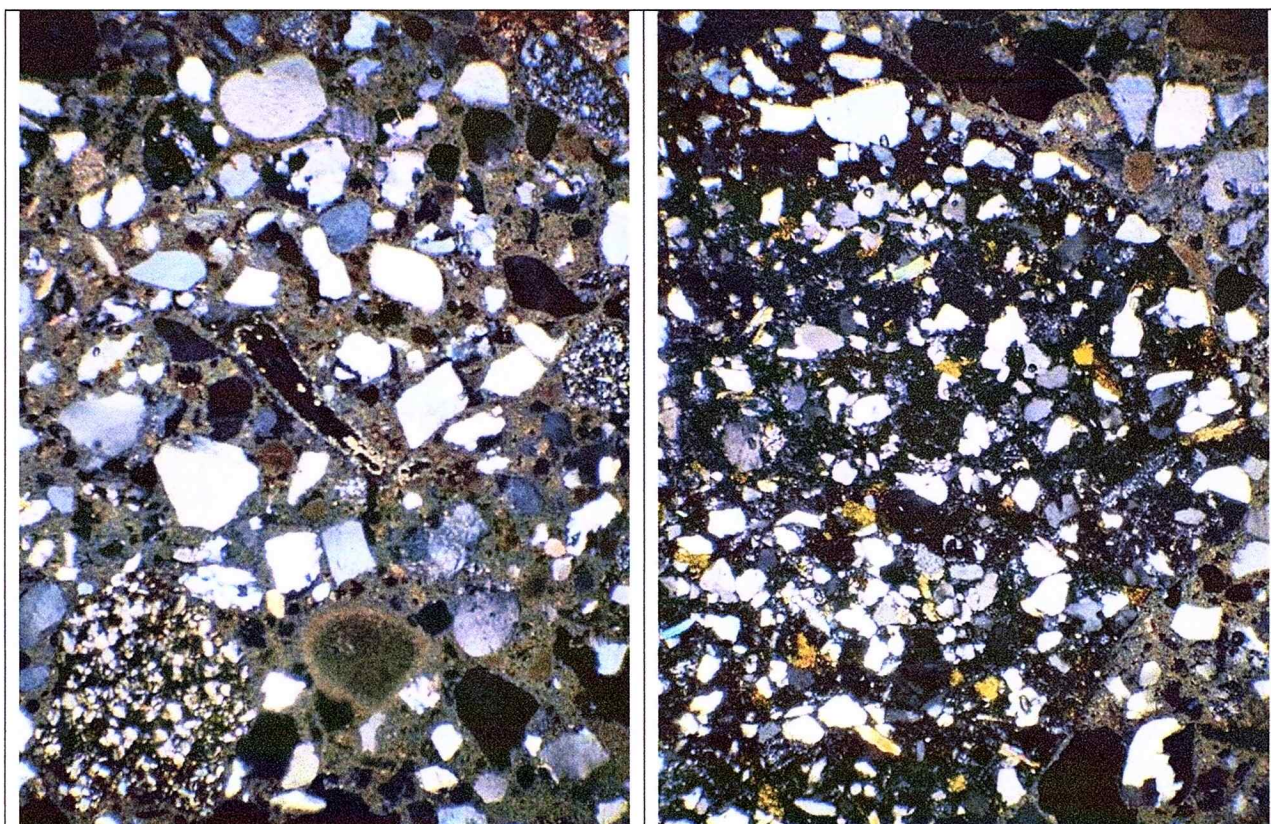
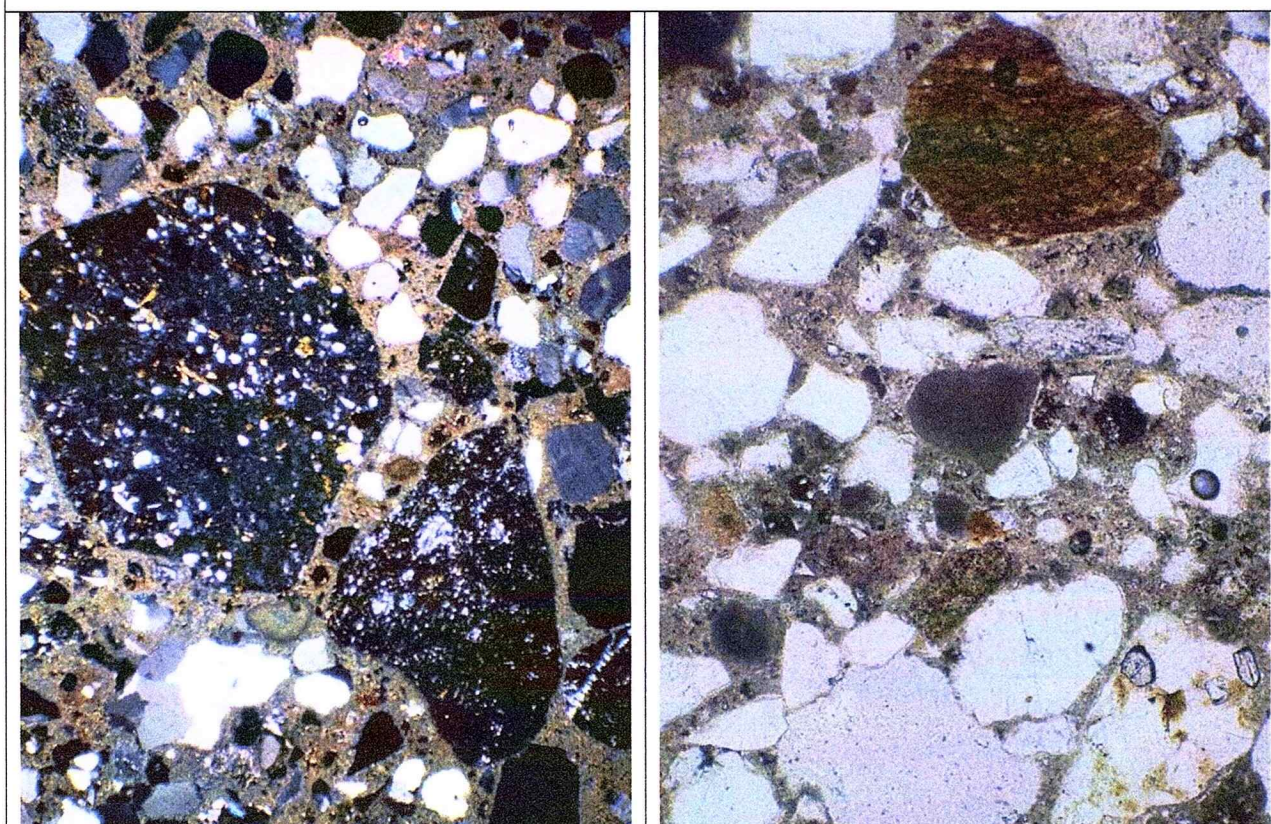


Fig. 68. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu (N+) și (NII), din proba S15. Se observă: (a) contrastul dimensional dintre garnulele de agregat; (b) litoclaste de gresii, silicolite, radiolarite, siltite, cuarțolite; granoclaste de cuarț, feldspați, muscovit, granat; bulgări de var; (c) liant micro/criptocristalin; (d) pori izolați xenomorfi /sferoidali de mici dimensiuni.



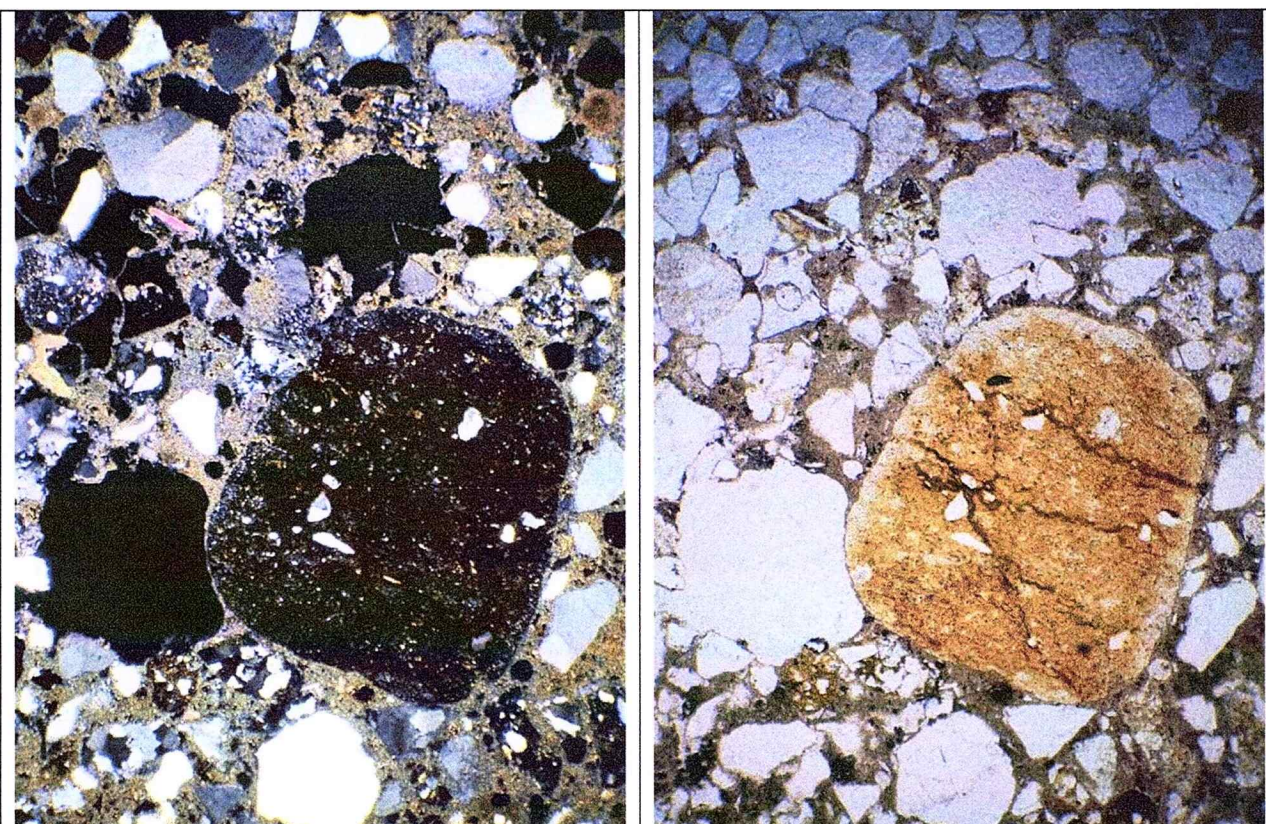
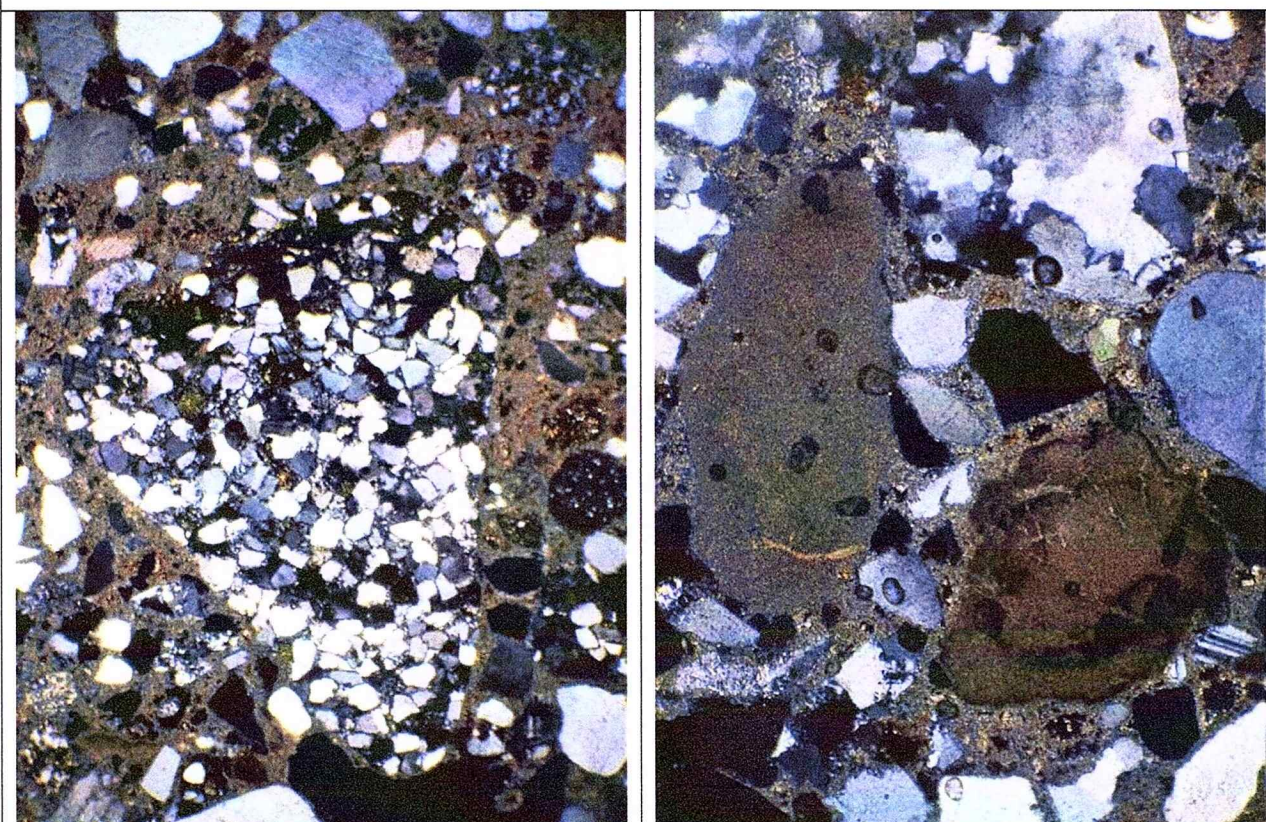


Fig. 69. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii, cu (N+) și (NII), din proba S15. Se observă: (a) agregat din litoclaste de siltite, silicolite, gresii; granoclaste de cuarț, feldspați, calcit; bulgări de var; (b) liant micro/criptocristalin; (c) pori izolați xenomorfi /sferoidali de mici dimensiuni.



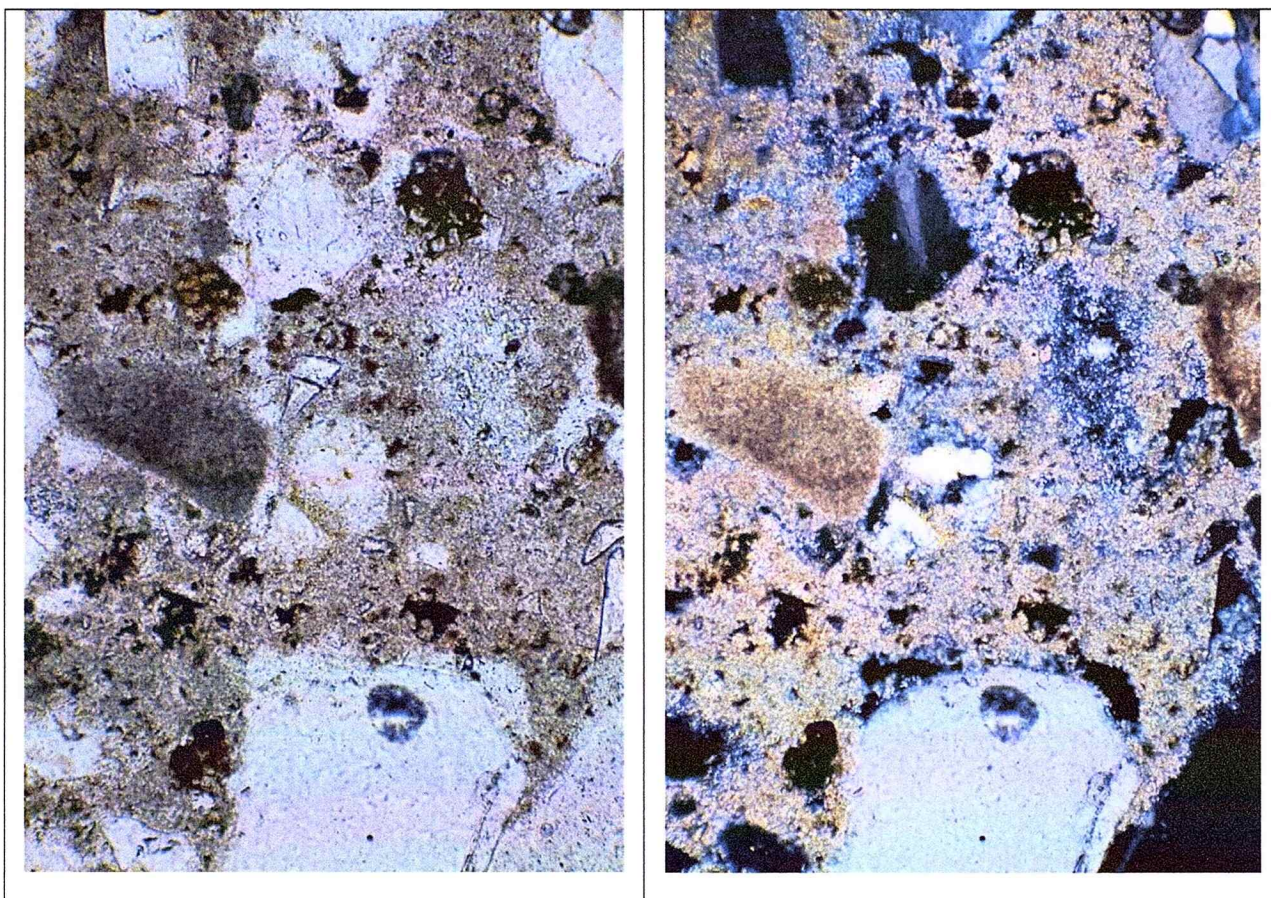


Fig. 70. Imagini microscopice în lumină focalizată, ultra-ultra-detalii, cu (NII) și (N+), din proba S15, pentru a observa în plus: (a) relice din clincherul de ciment Portland; (b) liant micro/criptocristalin, din calcit și faze criptocristaline neoformate prin hidratarea cimentului; (c) pori izolați, xenomorfi.

Liantul, din punct de vedere compozițional, este mixt (fig. 69, 70):

- (a) componenta calcitică, rezultată din carbonatarea pastei de var și a unei părți din fazele hidratate ale cimentului Portland;
- (b) faze amorf/criptocristaline, rezultate din reacția pulberii de ciment Portland cu apa.
- (c) relice din clincherul de ciment Portland (fig. 68).

Deși puțini, **porii** dominanți sunt xenomorfi, rar sferoidali (fig. 68, 69, 70). *Porii xenomorfi* sunt neuniform distribuiți, izolați, mai mici de 1,3 mm. *Porii sferoidali* sunt izolați, neuniform distribuiți, fiind sub 0,2 mm.

Rețeta mortarului

Materialele utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 10 mm;
- b) pastă de var;
- c) ciment Portland;
- d) fragmente de cărămizi (unele au dimensiuni de 10-13 mm).

Raportul agregat / pastă de var / ciment Portland este aproximativ 16 : 3 : 1. Fragmente de cărămizi sunt rare, dar destul de mari, probabil 2 – 5% din total agregat.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 16

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zid interior (anexa nr. 1, fig. 71)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 71. Locul de prelevare a probei S16.



Caracteristici macroscopice

În spărtură proaspătă sunt vizibile cele trei componente structurale ale mortarului: (1) granule de *agregat*, în culori variate; (2) liant de culoare cenușie; (3) pori mici și izolați (fig. 72). Granulele de *agregat* au conture variabile, de la rotunjite la angulare, cu dimensiuni mai mici de 2 mm, exceptând un fragment de cărămidă de circa 0,7 mm lungime. *Liantul* este efervescent la testul cu acizi diluați, deci domină componenta calcitică. Absorbția este relativ ridicată.



Fig. 72. Imagini macroscopice de detaliu ale eșantioanelor ce compun proba S16. Se pot observa granulele de agregat, liantul cenușiu deschis și pori izolați, mici. Fețele expuse mediului sunt acoperite cu o peliculă cenușie, neuniformă. Într-un eșantion se vede, lateral, un fragment de cărămidă.





Caracteristici microscopice

În cele 3 secțiuni subțiri confecționate au fost evitate zonele degradate, deoarece mortarul era friabil. În zonele nedegradate, componentele structurale ale mortarului și procente de volum estimate sunt:

- agregat, 75 – 85%;
- liant, 20 – 25%;
- sistem de pori, 3 – 5%.

În secțiunile subțiri, **agregatul** dominant este natural, fragmentele de cărămidă lipsind (dar macroscopic a fost observat), iar bulgării de var fiind foarte rari. Litoclastele și granoclastele care formează agregatul, au dimensiuni între circa 2-2,5 mm și 0,02 mm, conture rotunjite (cele mai mari), dar și angulare până la subangulare. (fig. 73, 74). *Litoclastele* sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 20, iar *granoclastele* sunt fragmente de cristale din speciile minerale din tabelul nr. 21, cuarțul fiind dominant.

Tabelul nr. 20. Natura petrografică a litoclastelor din proba S16.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Gresie polimictică	cuarț, feldspați, biotit, glauconit, filosilicați criptocristalini	izotropă, arenitică, compactă
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, crypto/microgranulară
Cuarțite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară ± porfiroclastică, microblastică
Filit	cuarț, sericit ± grafit	anizotropă, micro/criptocristalină
Siltite	cuarț, filosilicați criptocristalini, faze amorfe	anizotropă, crypto/microcristalină, porfirică
Rocă oxidică	oxizi/hidroxizi de fier, cuarț	izotropă, micro/criptocristalină, compactă

Tabelul nr. 21. Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S16.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Feldspat	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Muscovit	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Biotit	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Calcedonie	SiO ₂ ·2H ₂ O
Minerale opace	probabil FeS sau/și Fe ₂ O ₃

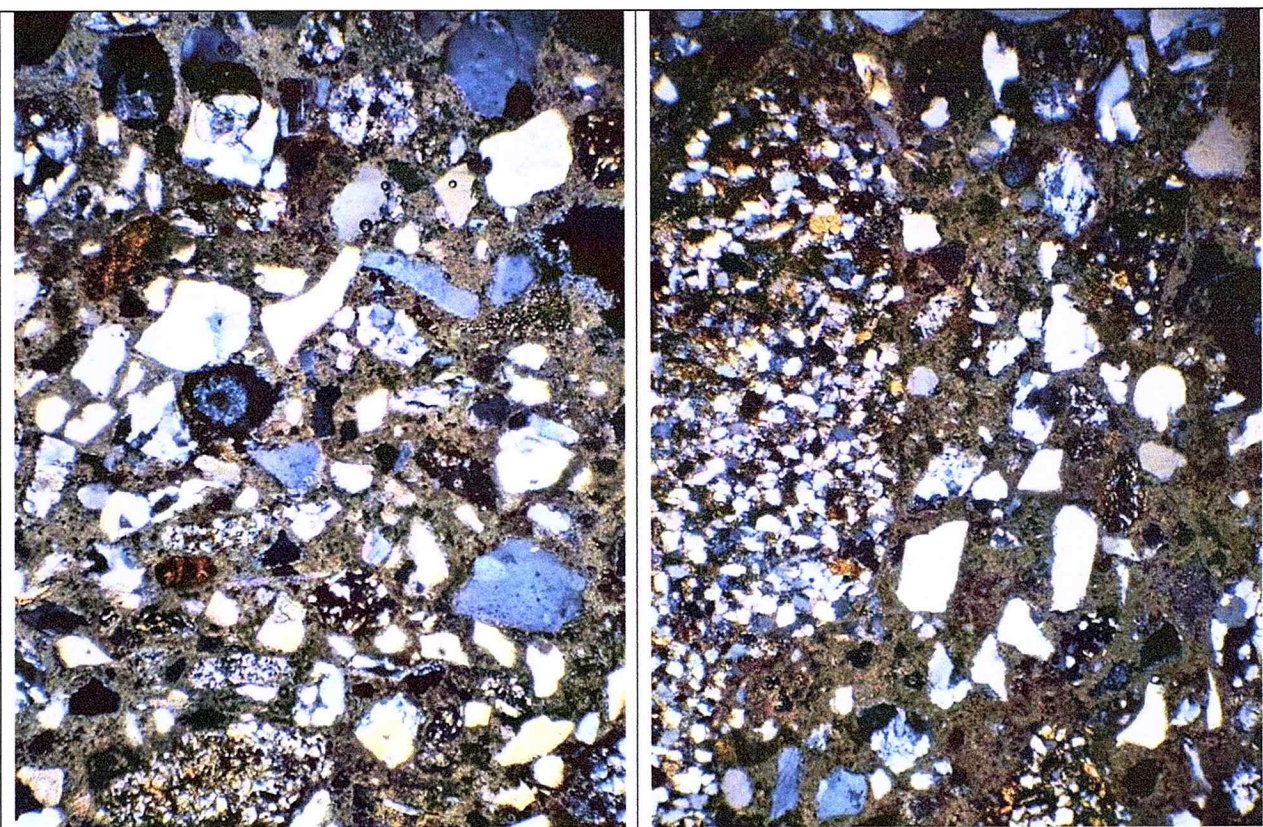
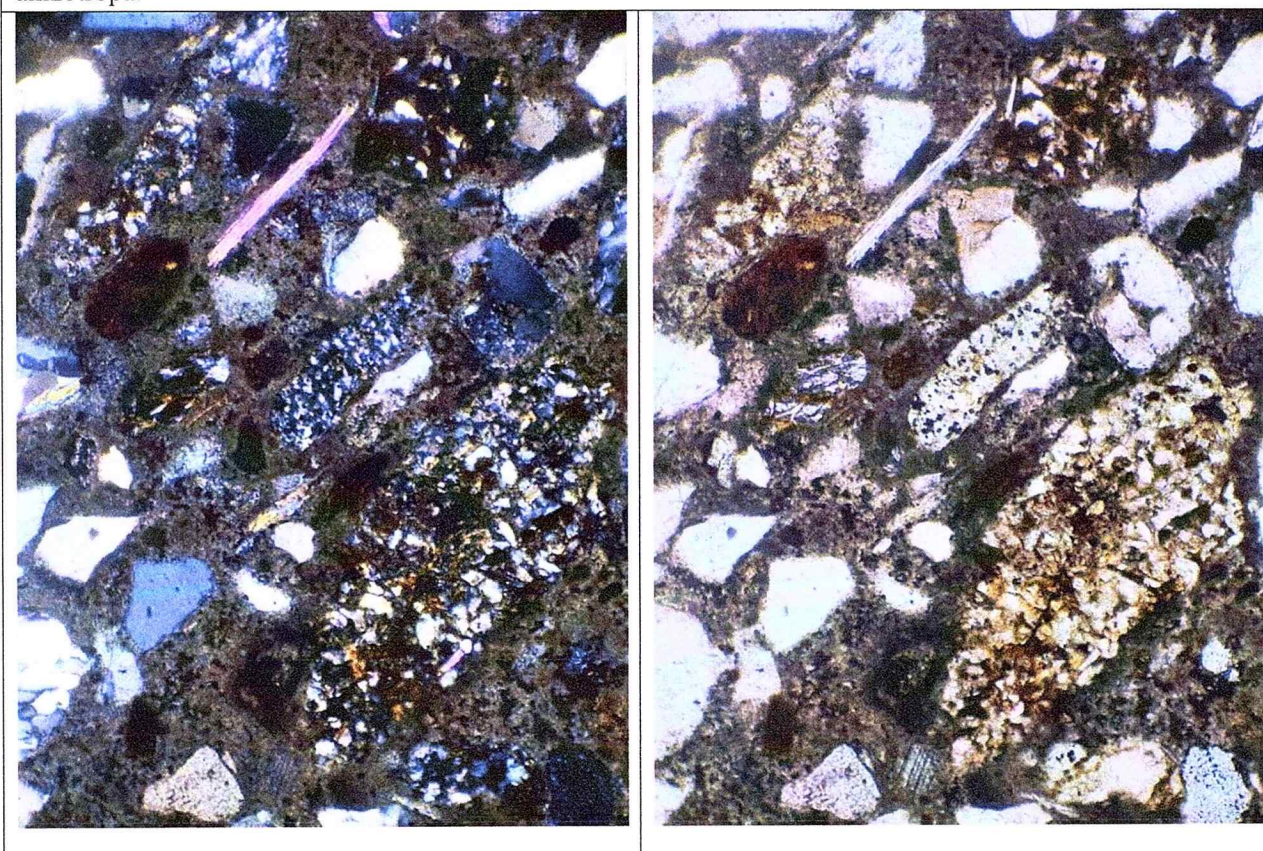


Fig. 73. Imagini microscopice în lumină focalizată, ansamblu și detalii, cu (N+) și (NII), din proba S15. Se observă: (a) contrastul dimensional dintre garnulele de agregat; (b) litoclaste de gresii, silicolite, radiolarite, siltite, cuarțolite; granoclaste de cuarț, feldspați, muscovit, granat; bulgări de var; (c) liant micro/criptocristalin; (d) pori izolați xenomorfi /sferoidali de mici dimensiuni; (e) micro-domenii cu structură anizotropă.



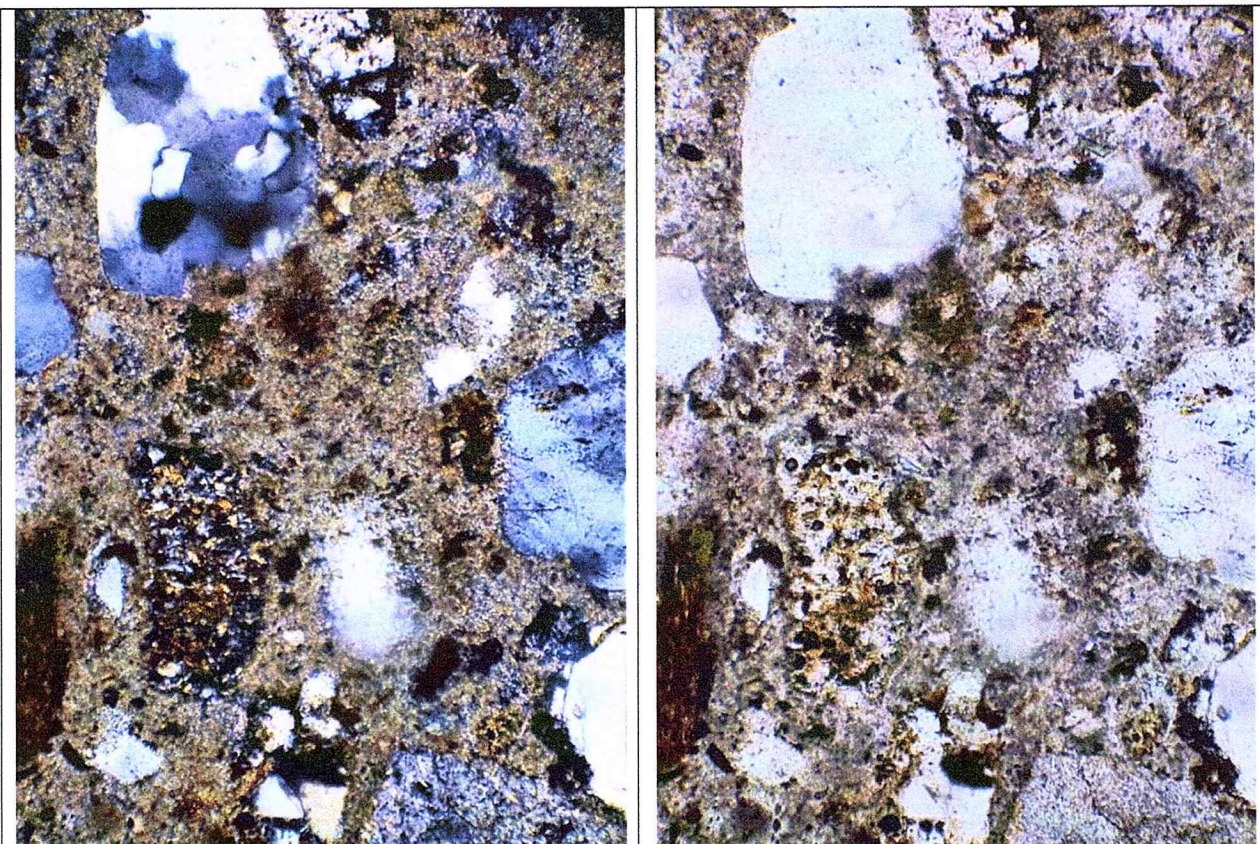
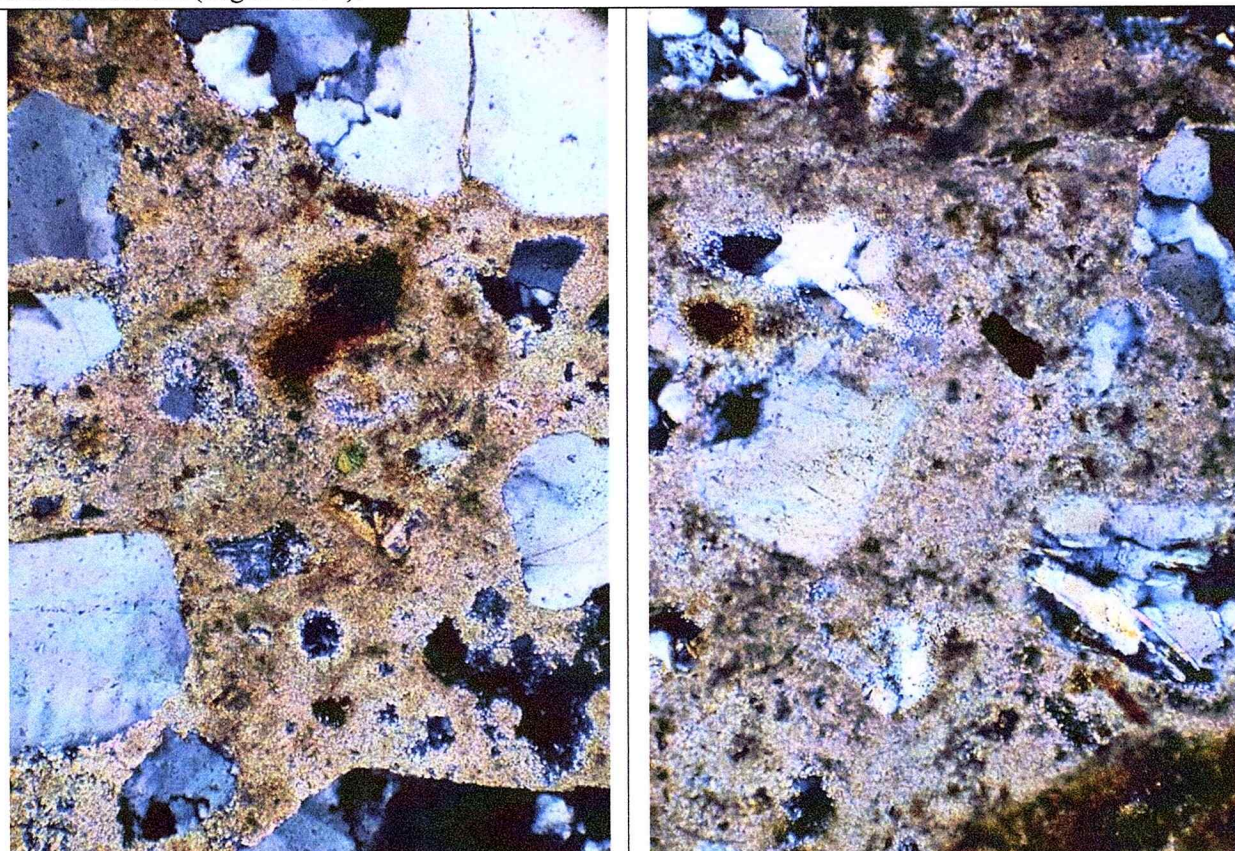


Fig. 74. Imagini microscopice în lumină focalizată, detalii, cu (N+) și (NII), din proba S15. Se observă: (a) agregat din litoclaste de siltite, silicolite, gresii; granoclaste de cuarț, feldspați, calcit; bulgări de var; (b) liant micro/criptocristalin; rare relice din clincherul de ciment Portland; (c) pori izolați xenomorfi /sferoidali de mici dimensiuni (negrii cu N+).



Bulgări de var, aproximativ 1 – 2% din total agregat, sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni mai mici de aproximativ 0,4 mm. Au conture subrotunjite și rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din calcit micro/criptocristalin.

Liantul, din punct de vedere compozițional, este mixt (fig. 73, 74):

(a) componenta calcitică, rezultată din carbonatarea pastei de var și a unei părți din fazele hidratate ale cimentului Portland;

(b) rare relice din clincherul de ciment Portland (fig. 74).

Gradul de cristalizare a liantului și foarte puținele relice din clincherul de ciment Portland sugerează o cantitate mică de adaos de ciment.

Porii sunt dominant xenomorfi, cei sferoidali fiind foarte rari și de mici dimensiuni (fig. 73, 74). Porii xenomorfi sunt neuniform distribuiți, izolați, mai mici de 0,7 mm. *Porii sferoidali* sunt sub 0,15 mm.

Particularitatea acestui mortar este dată de *micro-domeniile cu structură anizotropă* (granulele de agregat se orientează preferențial pe o direcție), ceea ce se observă în figura 73.

Rețeta mortarului

Materialele utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 2-2,5 mm;

b) pastă de var;

c) ciment Portland

d) fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de var + (amestec ciment Portland/apă) este aproximativ 4 : 1. Cantitatea de ciment Portland este foarte mică pentru a da un raport special. Fragmente de cărămizi sunt foarte rare, dar destul de mari.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 7

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, caseta 3, turn (anexa nr. 1, fig. 75)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 75. Locul de prelevare a probei S7.



Caracteristici macroscopice

Componentele structurale ale mortarului se observă și în figura 76: (a) granule rare de agregat; (b) liant cenușiu deschis; (c) pori rari, xenomorfi. Granulele de *agregat* vizibile au culoare neagră sau frez, cu dimensiuni mai mici de 3 mm. Macroscopic, se observă câțiva bulgări de var de culoare albă, cu dimensiuni mai mici de 2,5 mm. *Liantul* este bogat în CaCO_3 , pus în evidență prin testul cu acizi diluați. Macroscopic, sunt vizibili câțiva *pori* xenomorfi și izolați, mai mici de 2,5 mm. Mortarul este friabil, fiind observate macroscopic câteva fisuri (fig. 76).

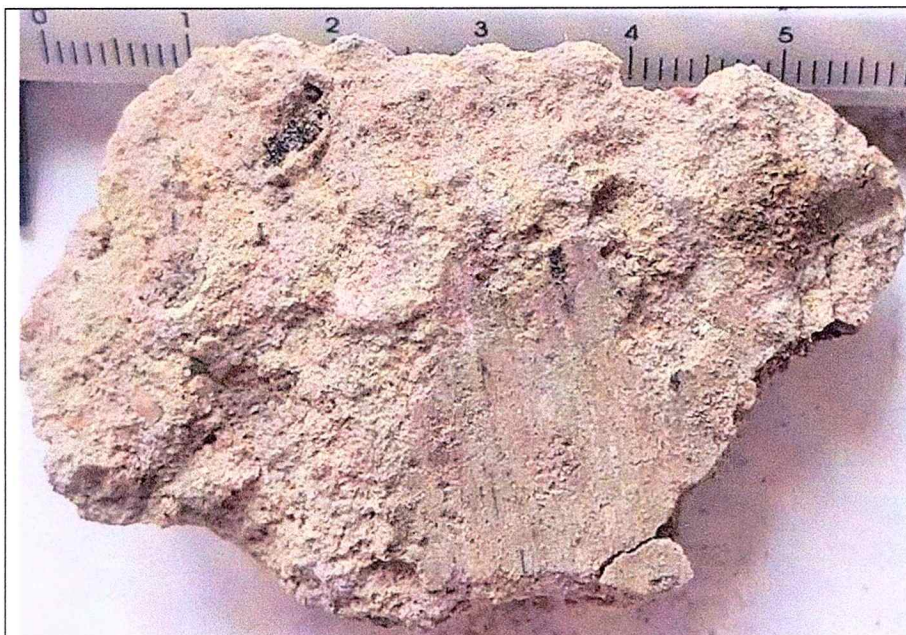
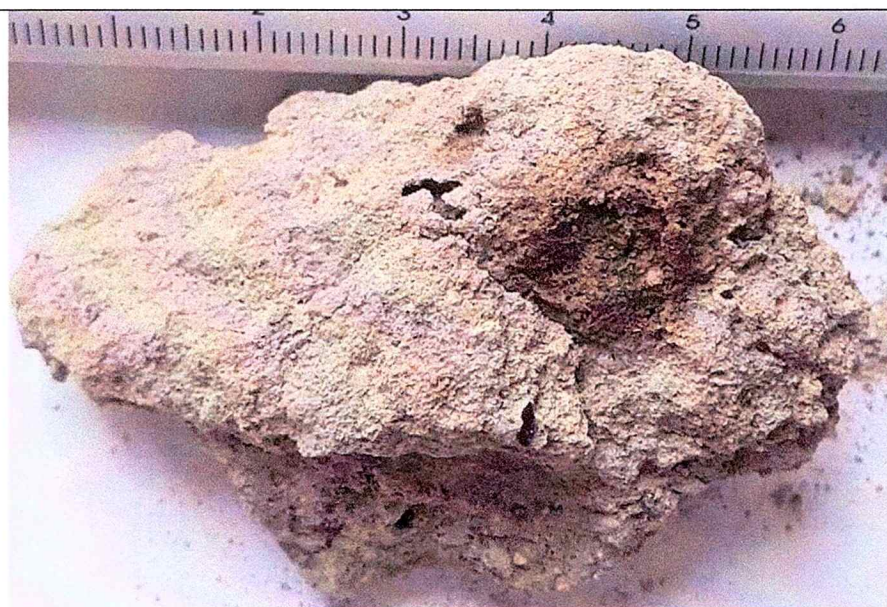


Fig. 76. Imagini macroscopice de detaliu ale probei S7. Se disting componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, liant și macro-pori izolați. (Pata ocră închis este locul umed, după testul cu acizi diluați.)



Caracteristici microscopice

Materialul este degradat prin dizolvarea parțială a liantului și dezagregarea sa, motiv pentru care procente componentelor structurale, estimate ca proporție, sunt diferite de cele din mortarul inițial. De asemenea, eșantionul fiind foarte friabil, între lamela de deasupra secțiunii subțiri și felia de mortar șlefuită, au apărut bule de gaz sferice și mici, vizibile în imaginile prezentate mai jos. Componentele structurale ale mortarului, sunt următoarele: - agregat, 50 – 60%;

- liant, 30 – 35%;

- sistem de pori, 15 – 20%.

Agregatul natural este format dominant din granoclaste și subordonat din litoclaste, respectiv bioclaste/biocorpur, la care se adaugă cel artificial reprezentat prin bulgări de var, respectiv de ipsos (fig. 77 ÷ 80). Granulele au conture unghiulare până la rotunjite, dimensiuni cuprinse între circa 0,02 mm și cu totul excepțional 7 mm, dominant sub 0,5 mm. În tabelul nr. 22, sunt prezentate tipurile / varietățile de *litoclaste*, iar în tabelul nr. 23, tipurile de *granoclaste*, cuarțul fiind dominant.

Tabelul nr. 22. Natura petrografică a litoclastelor din proba S7.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțite / cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, inechigranulară, microblastică
Rocă argilooasă	cuarț, feldspați, filosilicați micro/criptocristalini, calcit, glauconit	izotropă, inechigranulară, slab vacuolară
Silicolite	calcedonie, opal, cuarț	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Calcar cu epiclaste	calcit, cuarț, minerale opace, glauconit	izotropă, inechigranulară, compactă
Calcar cu bioclaste/biocorpuri	calcit, foraminifere	izotropă, inechigranulară, compactă

Tabelul nr. 23. Compoziția mineralogică a granoclastelor din proba S7.

Mineral	Formula simplificată
Cuarț	SiO ₂
Feldspat plagioclaz	NaAlSi ₃ O ₈ -CaAl ₂ Si ₂ O ₈
Microclin (pertitizat)	KAlSi ₃ O ₈
Calcit	CaCO ₃
Granat (almandin)	Fe ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃
Piroxen	Ca(Mg,Fe)Si ₂ O ₆
Biotit titanifer ± oxidat	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Muscovit	KAl ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₂
Calcedonie	SiO ₂ ·2H ₂ O

Bioclastele / biocorpurile sunt foarte rare, circa 1 – 2% din total agregat, fiind de foraminifere (fig. 80) și moluște. Din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuite din calcit microcristalin.

Bulgări de var reprezintă circa 10 – 15% din total agregat. Sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile, dar mai mici de aproximativ 2,3 mm. Au conture subrotunjite - rotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din calcit dominant criptocristalin, uneori recristalizat (fig. 77, 78, 80).

„Bulgării” de ipsos sunt destul de frecvenți, circa 5 – 10% din total agregat, uneori chiar 15% (sigur rezultați din amestecul neomogen al pastei de ipsos). Sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, cu dimensiuni mai mici de aproximativ 1 mm. Au conture subangulare / subrotunjite, iar din punct de vedere mineralogic, sunt alcătuiți din ipsos/gips criptocristalin (fig. 78, 79, 80). Datorită dizolvării parțiale a calcitului din liant, o parte din acesta a precipitat, substituind local ipsosul/gipsul din unii „bugări” de ipsos (fig. 80).

Liantul este mixt: (a) componenta gipsiferă, micro/criptocristalină (fig. 77÷80), rezultată din cristalizarea pastei de ipsos; (b) filler din calcit (fig. 77÷80), neuniform distribuit și cu dimensiuni mai mici de 0,2 mm; circa 10 – 15 % din masa liantului.

Porii primari s-au conservat foarte puțin, fiind sferoidali, izolați, neuniform distribuiți, sub 0,5 mm. Pori secundari sunt xenomorfi, neuniform distribuiți, cu dimensiuni mai mici de 0,5 mm. Câțiva pori secundari sunt tapetați cu cristale calcit (fig. 78, 80).

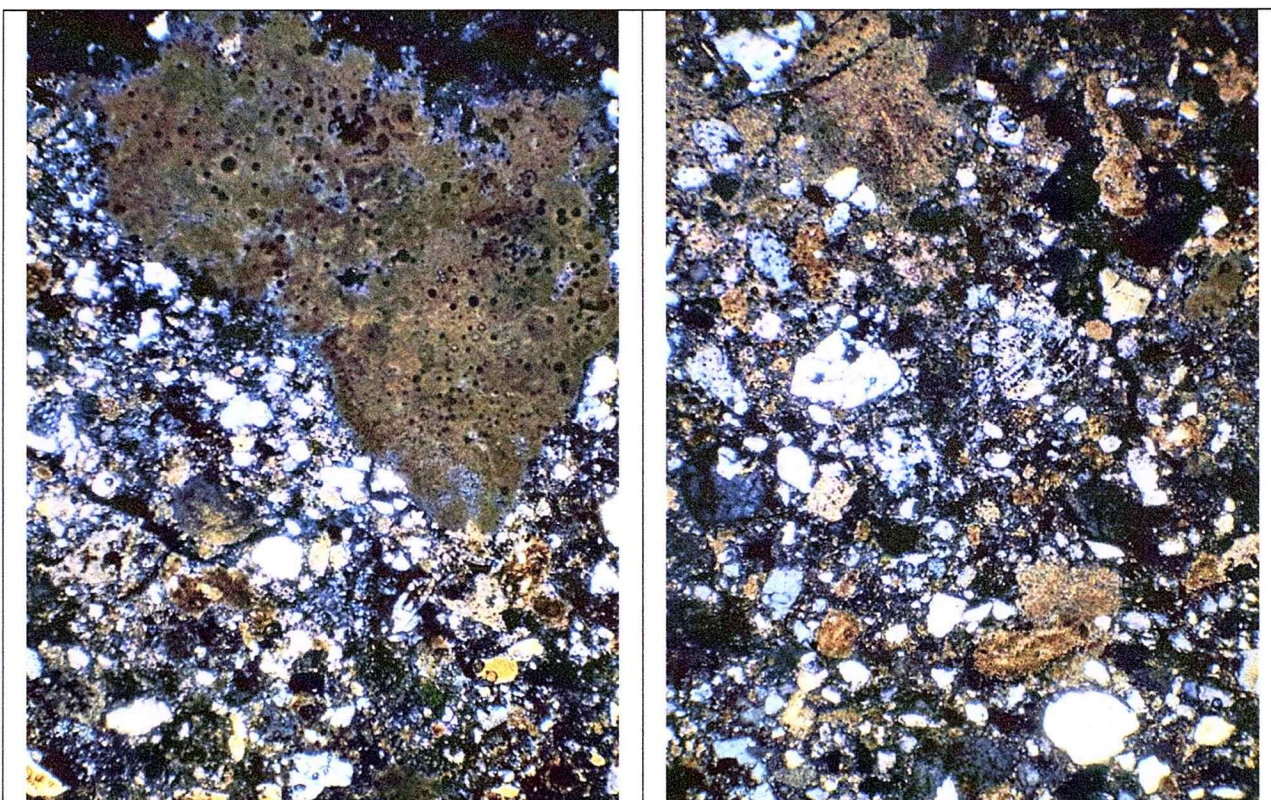
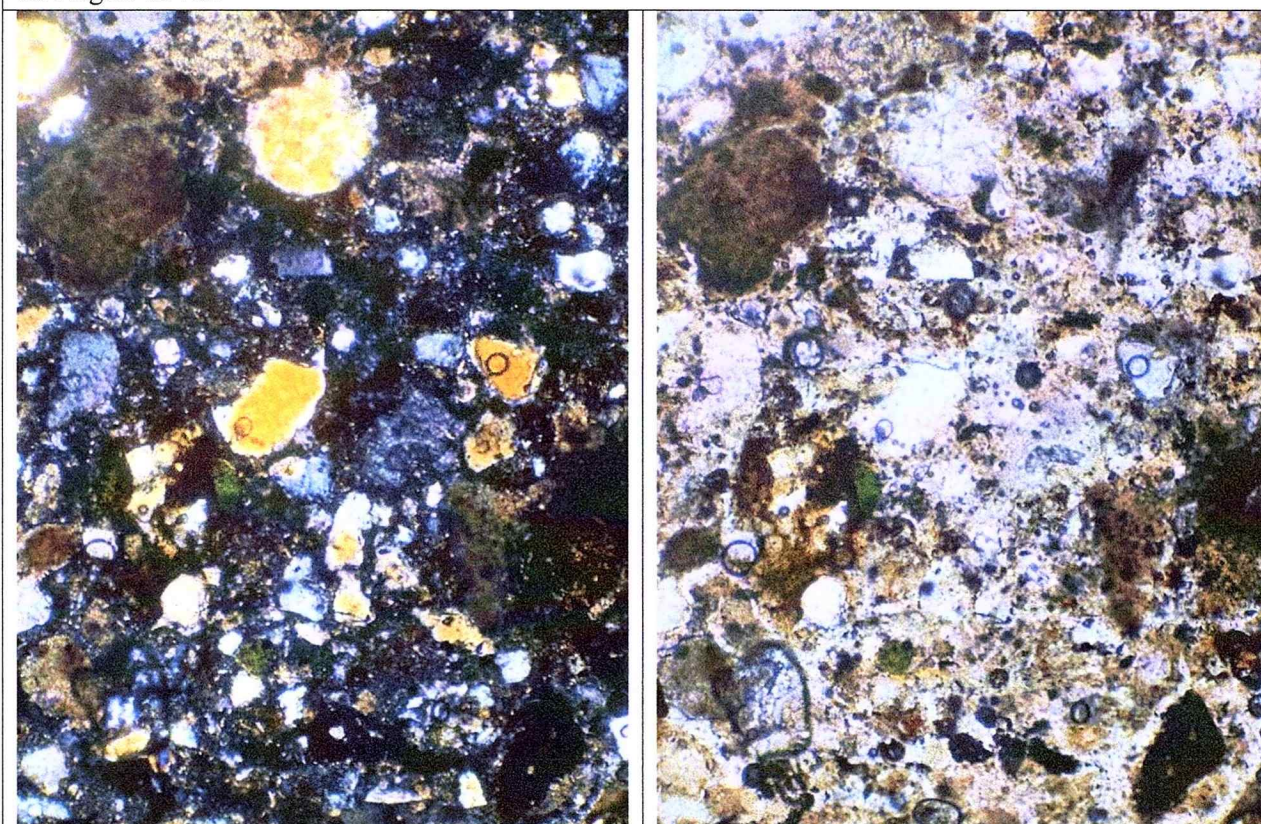


Fig. 77. Imagini microscopice de ansamblu și detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), din proba S7. Se observă: (a) agregat din: litoclaste de cuarțolite; granoclaste de cuarț, feldspați, glauconit; bulgări de var din calcit criptocristalin, uneori recristalizat; (b) liant micro/criptocristalin, din gips, ipsos relict și filler calcitic; (c) rari pori izolați, primari-sferoidali și secundari-xenomorfi; (d) microfisuri deschise în liant și parțial într-un bulgăre de var.



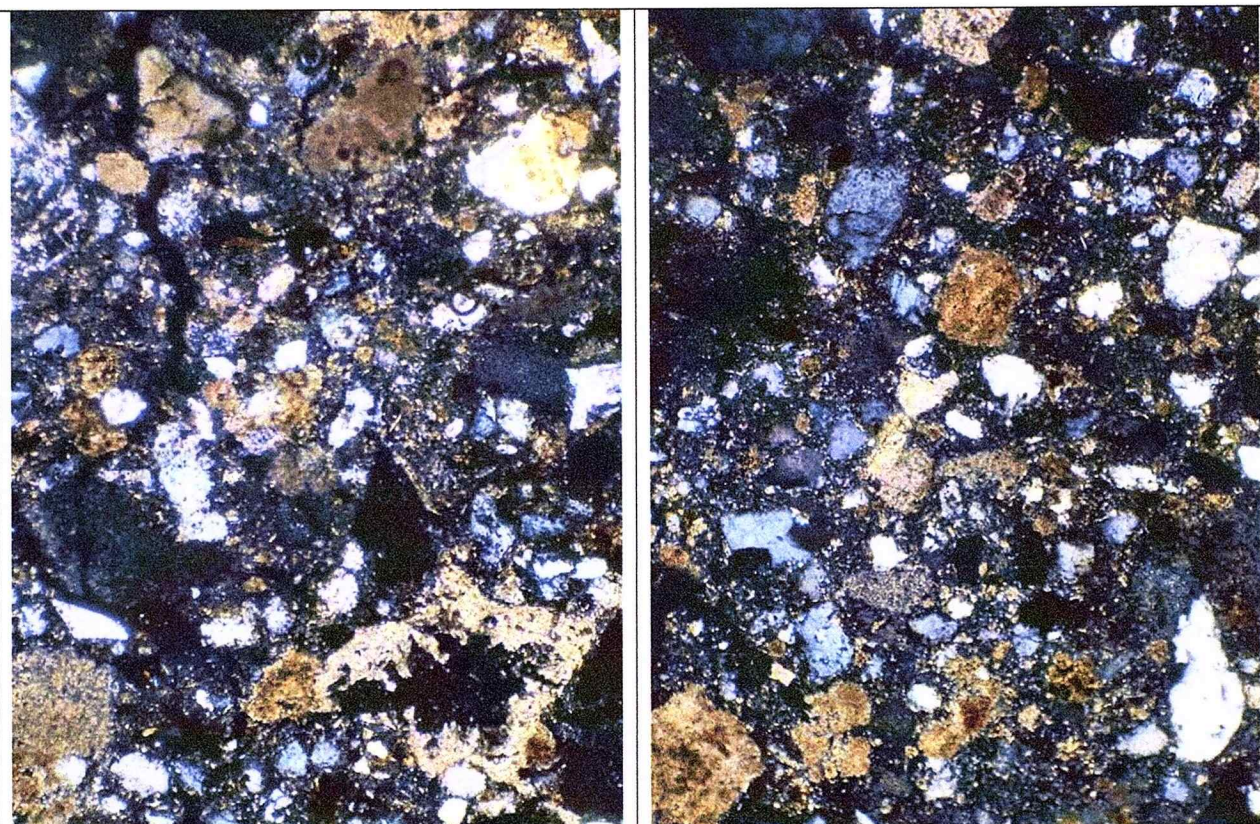
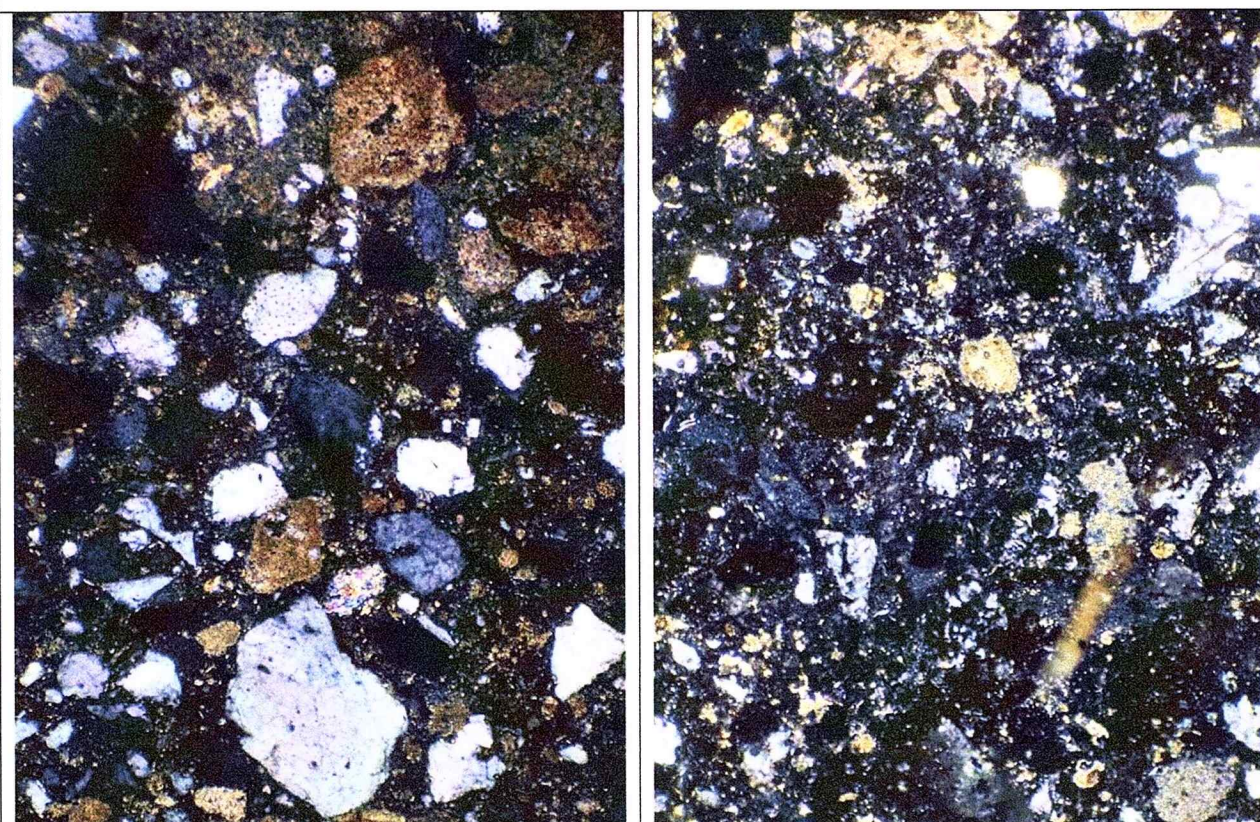


Fig. 78. Imagini microscopice de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+), din proba S7. Se observă: (a) agregat din granoclaste de cuarț, feldspați; bulgări de var din calcit criptocristalin, uneori recrystalizat; (b) liant micro/criptocristalin, din gips, ipsos relict și filler calcitic; (c) rari pori izolați, primari-sferoidali și secundari-xenomorfi; un macro-por xenomorf este tapetat cu cristale de calcit; (d) microfisuri deschise în liant.



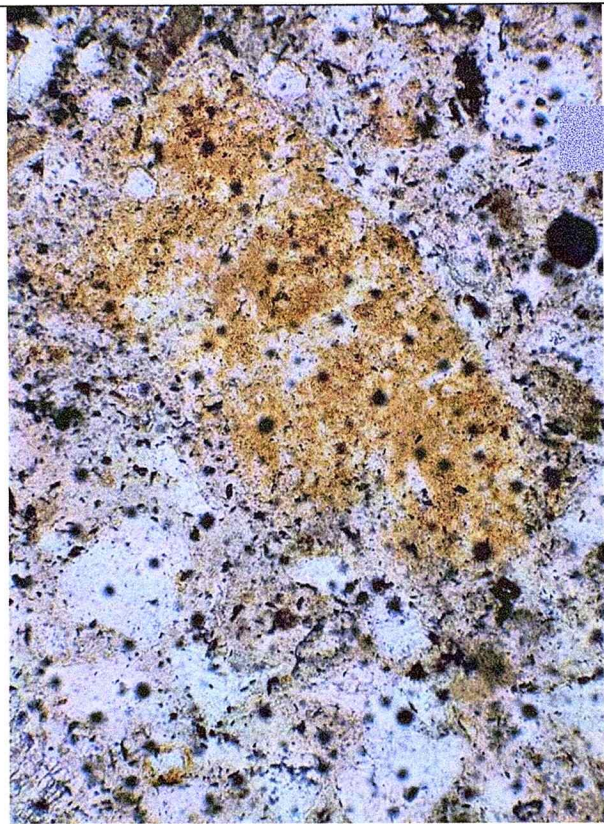
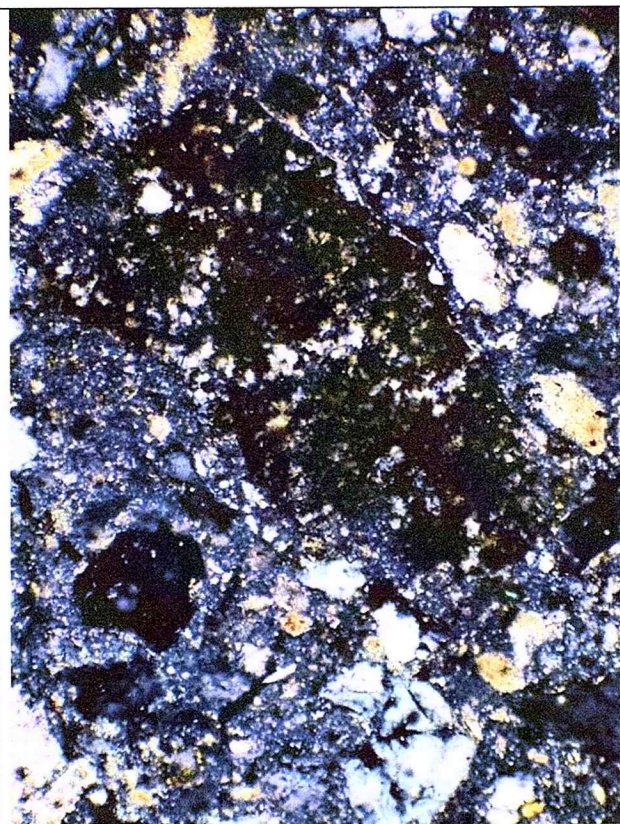
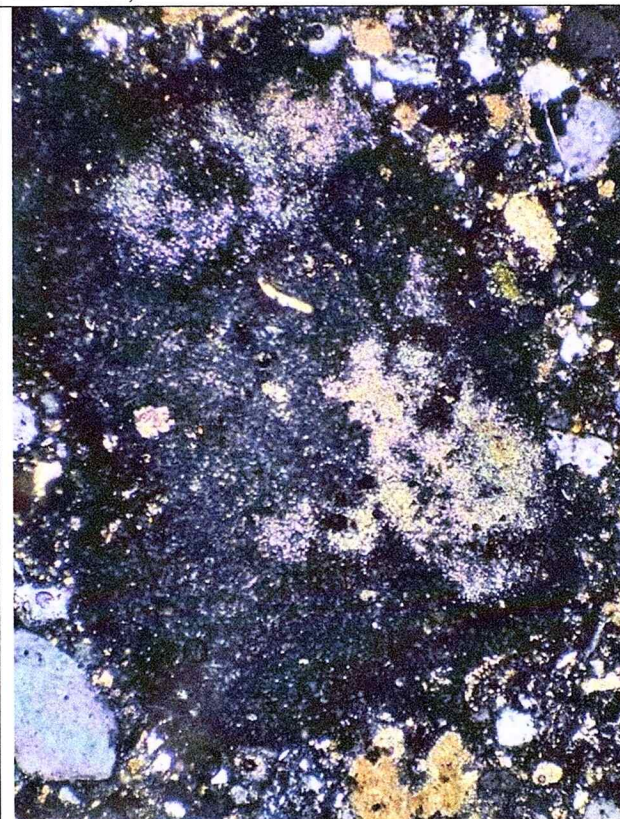


Fig. 79. Imagini microscopice de detaliu și ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și (NII), din proba S7. Se observă: (a) agregat din litoclast de silicolit, granoclaste de cuarț; (b) un relict de "bulgăre" de ipsos, parțial calcitizat; (c) liant criptocristalin, din gips, ipsos relict și filler calcitic; (d) rari pori izolați, primari-sferoidali și secundari-xenomorfi.



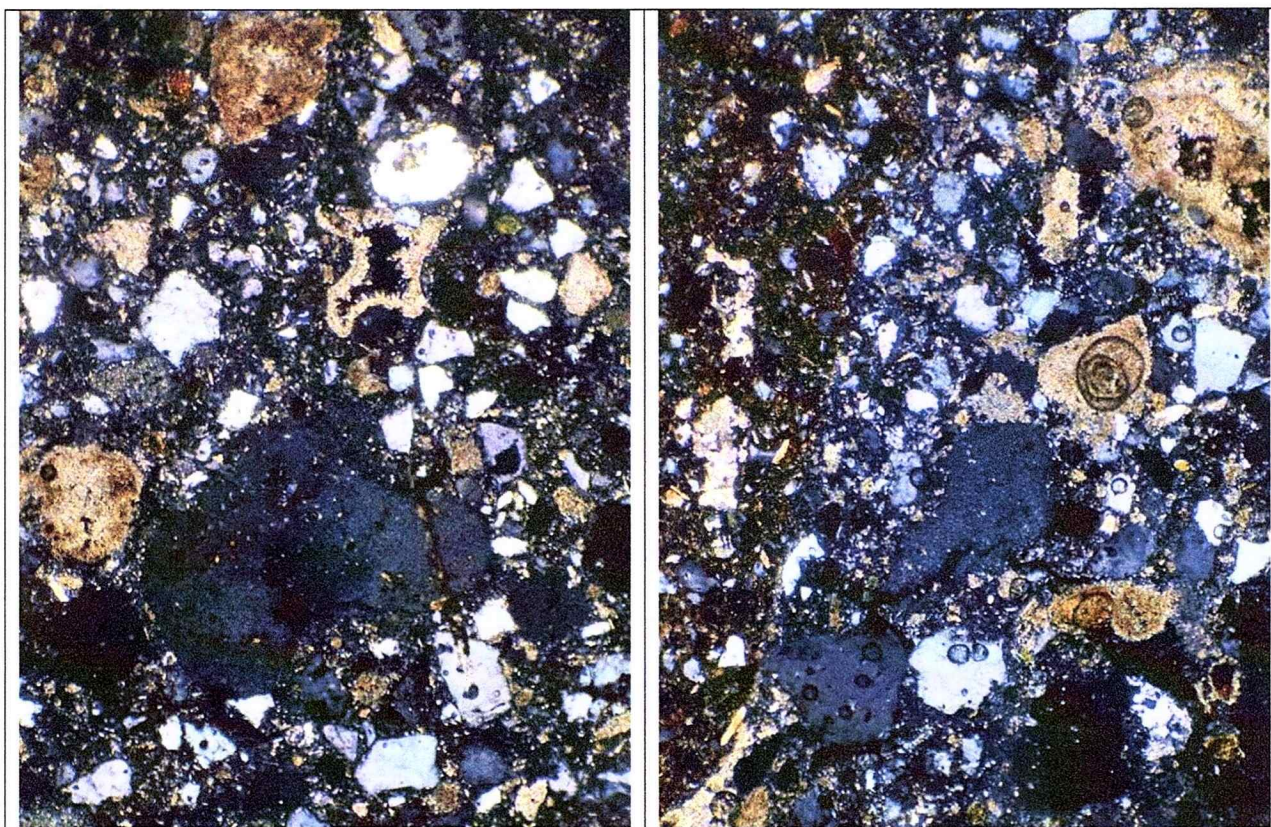


Fig. 80. Imagini microscopice de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+), din proba S7, pentru a observa, în plus.: (a) fragment dintr-un litoclast de rocă argiloasă; litoclast de calcar cu un biocorp de foraminifer; (b) bulgări de var; (c) liant criptocristalin, din gips, ipsos relict și filler calcitic; (d) un por xenomorf, tapetat cu calcit neoformat.

Rețeta mortarului

Materialele utilizate la fabricarea mortarului au fost următoarele:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 1 mm, rar până la 7 mm;
- b) pastă de ipsos;
- c) pastă de var;
- d) filler.

Raportul agregat / pastă de ipsos / pastă de var / filler este aproximativ 15 : 3 : 2 : 2, cel dedus din observațiile actuale, un mortar degradat parțial.

BULETINUL DE ANALIZĂ A PROBEI S 13

Loc de prelevare: ruine Curtea domnească, zona de sud-est (anexa nr. 1, fig. 81)

Natura materialului: material solid artificial

Denumirea materialului: mortar



Fig. 81. Locul de prelevare a probei S9.



Caracteristici macroscopice

Mortarul este relativ friabil. Se pot vedea cele trei componente structurale ale mortarului: granule de *agregat*, liant, pori izolați. Granulele de *agregat* au dimensiuni contrastante: cele două, de culoare închisă, ajung la 10-12 mm, cele deschise la culoare sunt mai mici de 1 mm (fig. 82); se remarcă și câțiva bulgări de var de culoare albă, mai mici de 3 mm. *Liantul* este efervescent la testul cu acizi diluați, deci componenta calcitică este dominantă; se observă, mai ales pe fața expusă mediului, o dizolvare slabă, cu formare de micro-pori și peliculă albicioasă. Macroscopic, *porii* vizibili sunt relativ neuniform distribuiți în masa liantului, majoritatea xenomorfi, dar și tendință sferoidală; în general sunt mai mici de 2 mm, o parte fiind secundari (fig. 82). Structura mortarului este relativ heterogenă și izotropă.



Fig. 82. Imagini macroscopice de detaliu a două suprafețe paralele din proba S9. Se observă componentele structurale ale mortarului: granule de agregat, două de dimensiuni contrastante față de restul; liant și pori izolați, xenomorfi și sferoidali.



Caracteristici microscopice

Componentele structurale ale mortarului parțial degradat și procente estimate sunt următoarele:

- agregat, 45 – 55%;
- liant, 5 – 15%, cu micro-domenii variabile datorită dizolvării parțiale;
- sistem de pori, 40– 50%, cu micro-domenii variabile datorită dizolvării parțiale.

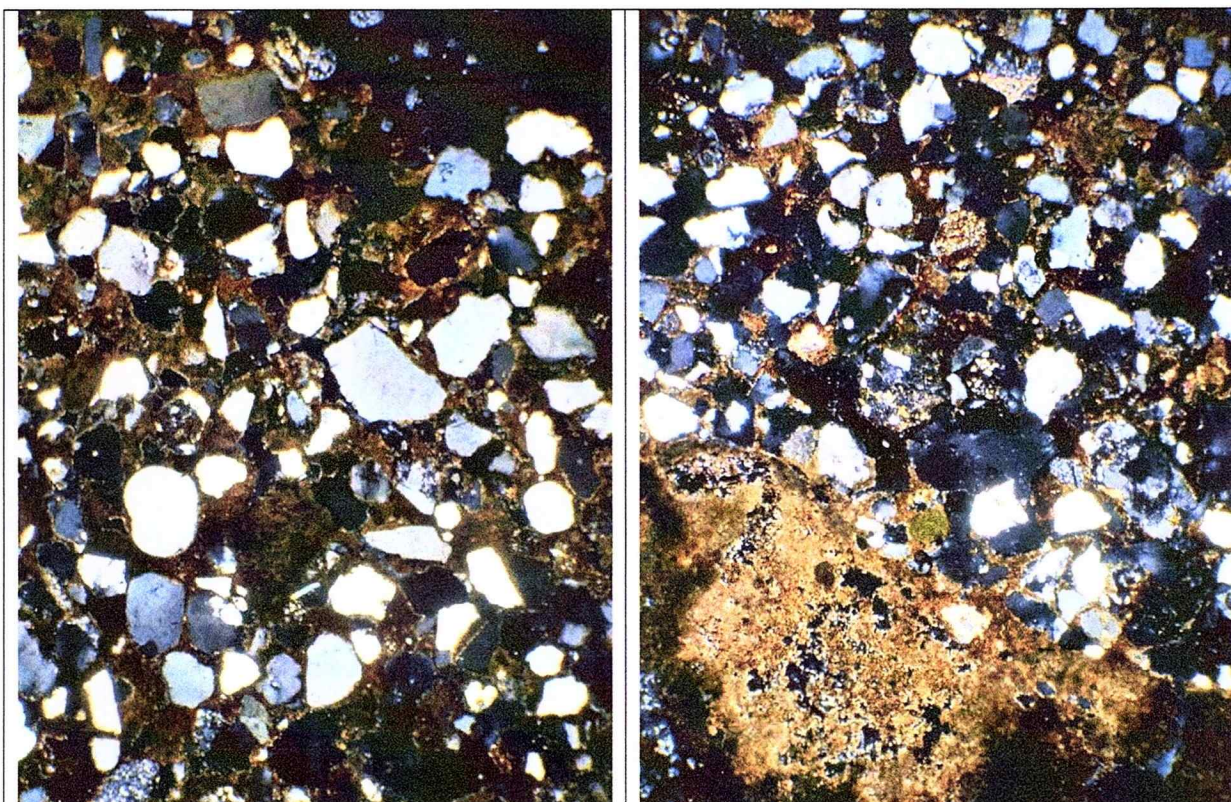
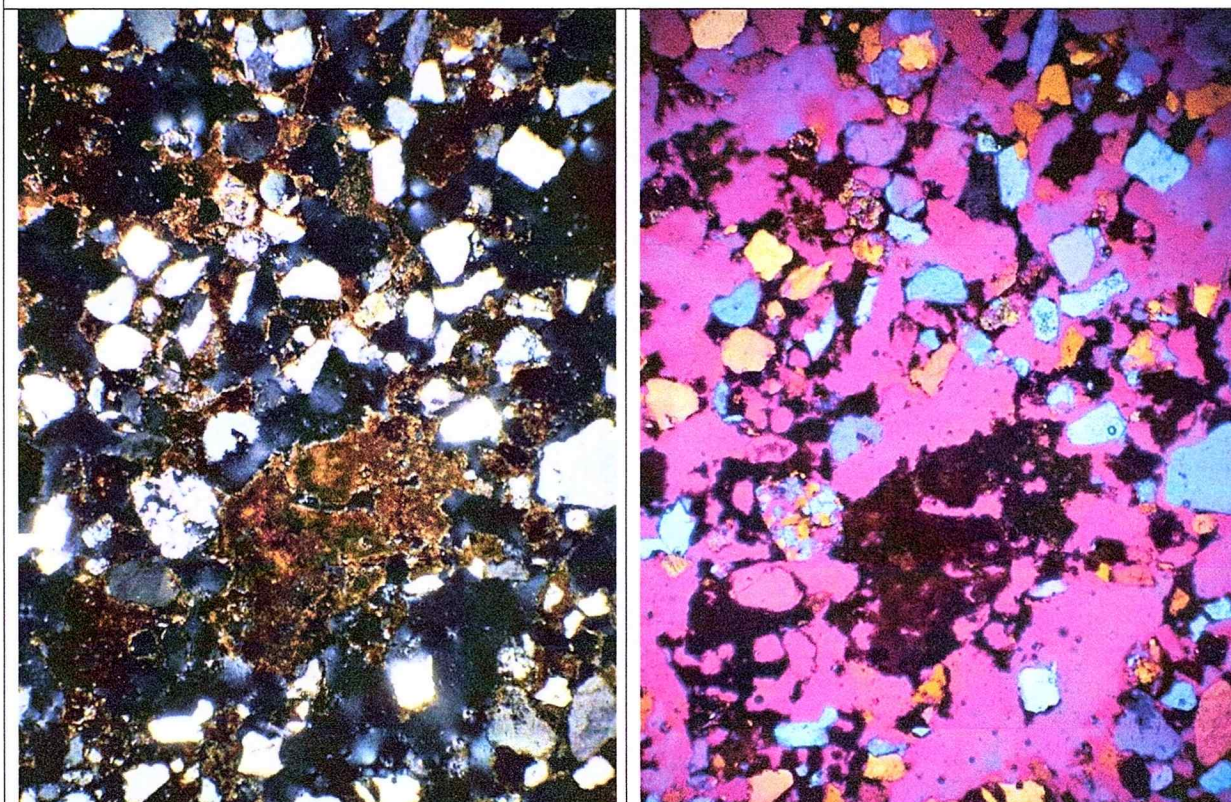


Fig. 83. Imagini microscopice de ansamblu și de detaliu, în lumină focalizată, cu (N+) și filtru roz, din proba S9, pentru a observa: (a) agregat din cuarțolite; cristale de cuarț; (b) bulgări de var din calcit cripto/microcristalin parțial recrystalizat; dizolvarea parțială a condus la formarea porilor secundari, relativ comunicanți; (c) liant micro/criptocristalin, parțial dizolvat, parțial recrystalizat; (d) domenii cu porozitate mai mare sau mai mică, funcție de gradul de dizolvare al liantului: imaginea cu filtru roz arată o porozitate de circa 50%.



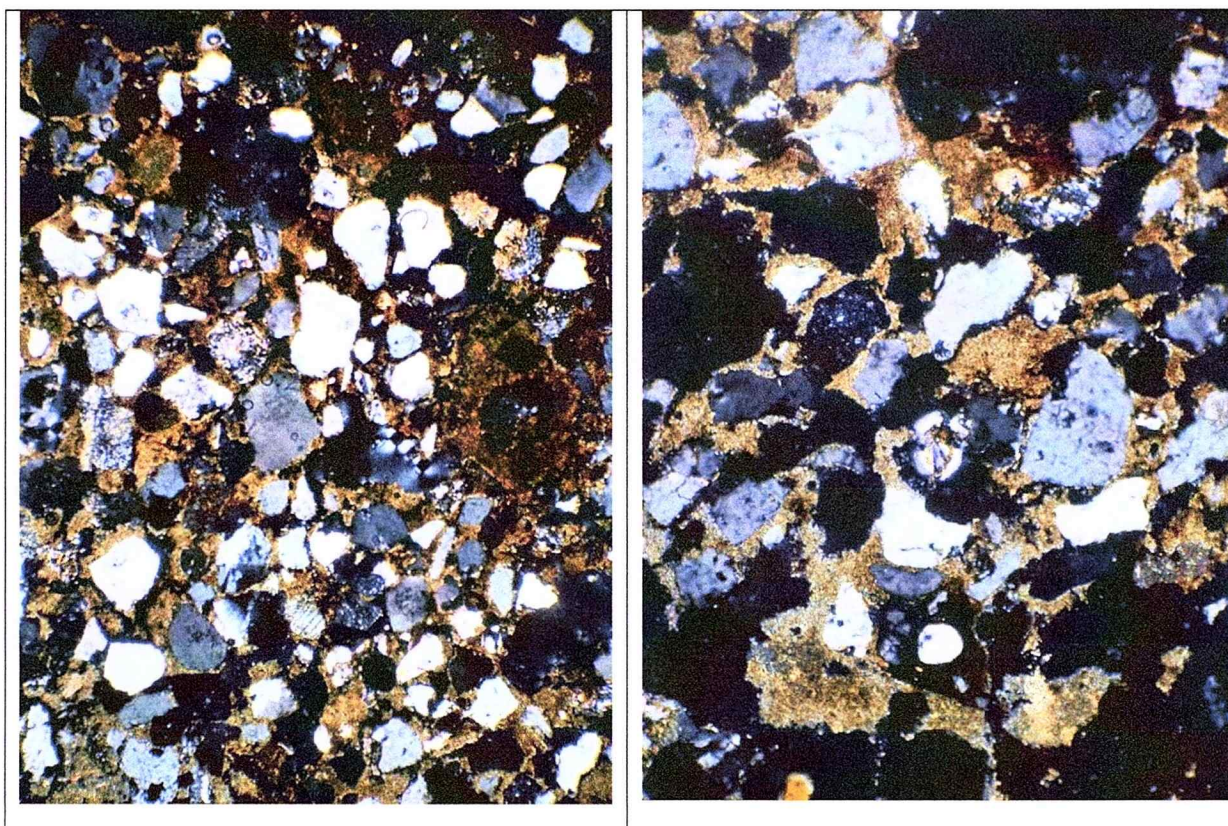


Fig. 84. Imagini microscopice de ansamblu și ultra-detaliu, în lumină focalizată, cu (N+), din proba S9, pentru a observa: (a) agregat din cuarțolite; cristale de cuarț și feldspat plagioclaz; (b) bulgări de var din calcit cripto/microcristalin parțial recrystalizat; dizolvarea parțială a condus la formarea porilor secundari, relativ comunicanți; (c) liant micro/criptocristalin, parțial dizolvat; (d) domenii cu porozitate mai mare sau mai mică, funcție de gradul de dizolvare al liantului.

Agregatul este format dominant din granoclaste și foarte puține litoclaste, la care se adaugă bulgări de var și rare fragmente de cărămidă (fig. 83, 84). Majoritatea granulelor au conture angulare / subangulare, mai rar rotunjite și dimensiuni cuprinse între 0,02 mm și 0,8 mm (în cele două secțiuni subțiri analizate). **Litoclastele** sunt fragmente de roci prezentate în tabelul nr. 24. **Granoclastele** sunt fragmente din cristale dominante de cuarț, la care se adaugă mult subordonat cele de microclin pertitizat, feldspat plagioclaz, biotit titanifer, glauconit, calcit (fig. 83, 84).

Tabelul nr. 24. Natura petrografică a litoclastelor din proba S9.

Natura / varietatea petrografică	Faze componente	Structura petrografică
Cuarțolite ± cataclazate	cuarț	anizotropă / izotropă, microcristalină
Silicolite	cuarț, calcedonie, opal	anizotropă / izotropă, cripto/microgranulară
Gresie cu glauconit	cuarț, feldspați, mice, glauconit	arenitică, izotropă, compactă
Rocă oxidică	hematit, goethit, cuarț, calcit	izotropă, inechigranulară, compactă

Fragmentele de cărămidă sunt foarte rare, sub 1%. Au conture subrotunjite/rotunjite și dimensiuni mai mici de 1 mm. Sunt alcătuite din claste angulare de cuarț, feldspați, calcit, având pastă hipocristalină în care se mai observă filosilicați criptocristalini.

Bulgării de var reprezintă aproximativ 3 – 5% din total agregat. Sunt neuniform distribuiți în masa mortarului, având dimensiuni variabile și contrastante, ajungând la 3,8 mm (în secțiunile subțiri analizate). Au conture rotunjite / subrotunjite, iar din punct de vedere mineralogic sunt din calcit cripto-

cristalin, uneori recristalizat (fig. 83, 84). O parte din ei, datorită dizolvării parțiale, prezintă pori secundari, mai mult sau mai puțin comunicanți.

Liantul, din punct de vedere mineralogic, este din calcit, rezultat inițial din carbonatarea pastei de var. În timp, calcitul primar a fost parțial dizolvat, conducând la o porozitate accentuată (fig. 83, 84). O parte din calcitul dizolvat a recristalizat la interfața granule de agregat-liant sau pe pereții unor pori secundari.

Porii primari au fost, cu siguranță xenomorfi și izolați. Ca urmare a dizolvării parțiale a liantului, porii secundari au devenit, în unele micro-domenii comunicanți (fig. 83, 84). O parte din pori sunt tapetați cu calcit microcristalin neoformat. Dimensiunile porilor izolați sunt mai mici de 2 mm.

Rețeta mortarului

Datorită degradării avansate este dificil de estimat rețeta mortarului. Materialele utilizate la fabricarea acestuia au fost următoarele:

- a) agregat de râu, cu dimensiuni cuprinse între circa 0,02 mm și 1 mm, rar ajungând la 12-13 mm;
- b) pastă de var;
- c) fragmente de cărămizi.

Raportul agregat / pastă de var nu este cel inițial, ci cel rezultat ca urmare a degradării mortarului, de aproximativ 5 : 2. Fragmentele de cărămizi sunt extrem de rare.



3. ANALIZE FIZICE - SĂRURI

Obiectul analizat: Ruine – Ansamblu „Curtea Domnească”

Metoda de analiză: Fluorescența de raze X

Tipul analizei: distructivă, cu prelevare

Analize realizate cu: Spectometru de Fluorescență de raze X

Data analizării: 24.10.2023

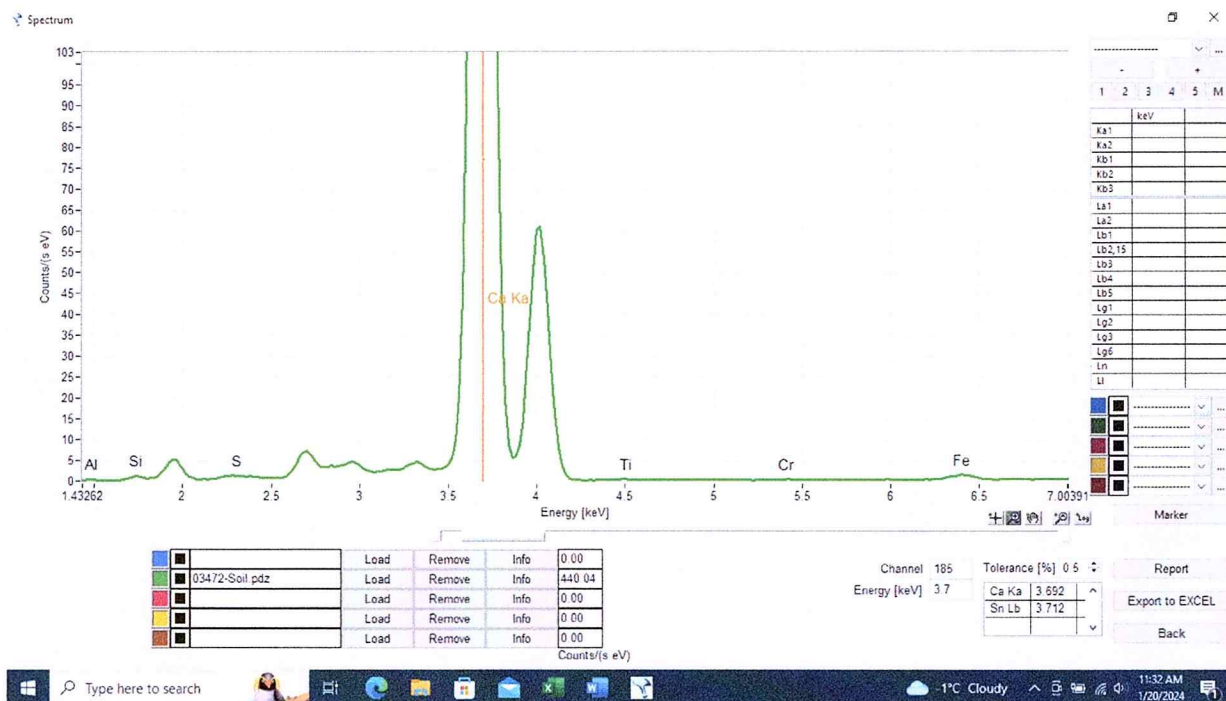
Analiză executată de: Prof. Univ. Gheorghe Niculescu

Fluorescența de raze X este larg utilizată pentru măsurarea compoziției elementale a materialelor. Deoarece este o metodă rapidă și nedistructivă, fluorescența de raze X este aleasă pentru controlul materialelor la aplicații în teren sau în producție industrială. În funcție de aplicație, radiația X caracteristică poate fi produsă nu numai cu ajutorul radiațiilor X, ci și cu ajutorul altor surse primare de excitație, cum ar fi particulele alfa, protonii sau undele electromagnetice de înaltă energie¹. Tehnica XRF este foarte utilizată pentru o primă determinare a naturii substanțelor bunului cultural. Este utilizată în analiza primelor straturi ale suprafețelor.

¹ Prof. Univ. Niculescu Gheorghe, *Curs de fizică anul II, sementrul I*, 2012.

CURTEA DOMNEASCA SUCEAVA

P1.Saruri- R3472



COMPOZITIE CHIMICA%

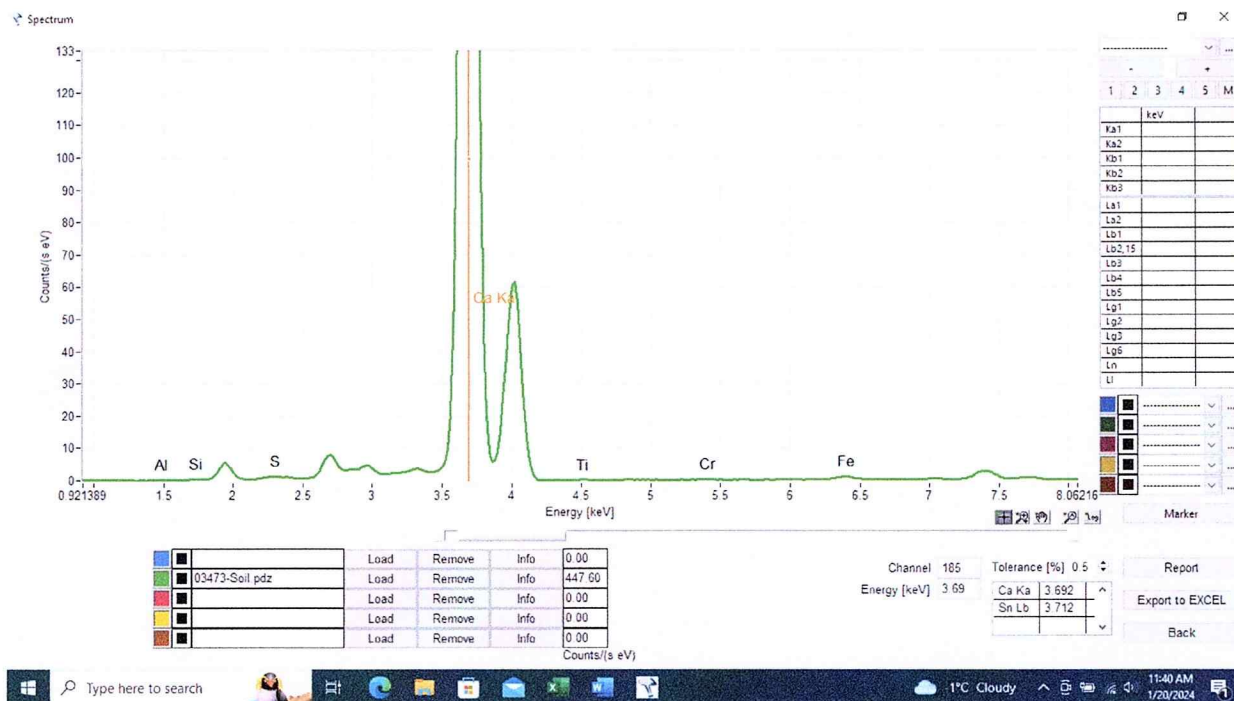
Al ₂ O ₃	0,73
SiO ₂	0,13
S	0,10
CaO	56,23
Ti	0,03
Cr	0,01
Fe	0,07
Sr	0,05

REZULTAT Proba nu prezinta saruri.



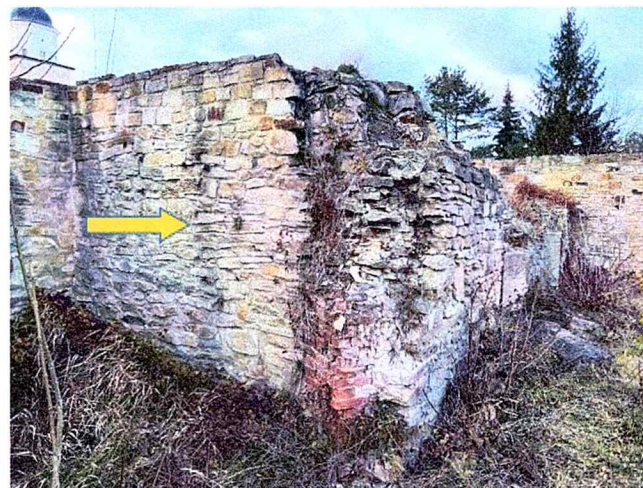
CURTEA DOMNEASCA SUCEAVA

P2.Saruri- R3473



COMPOZITIE CHIMICA%

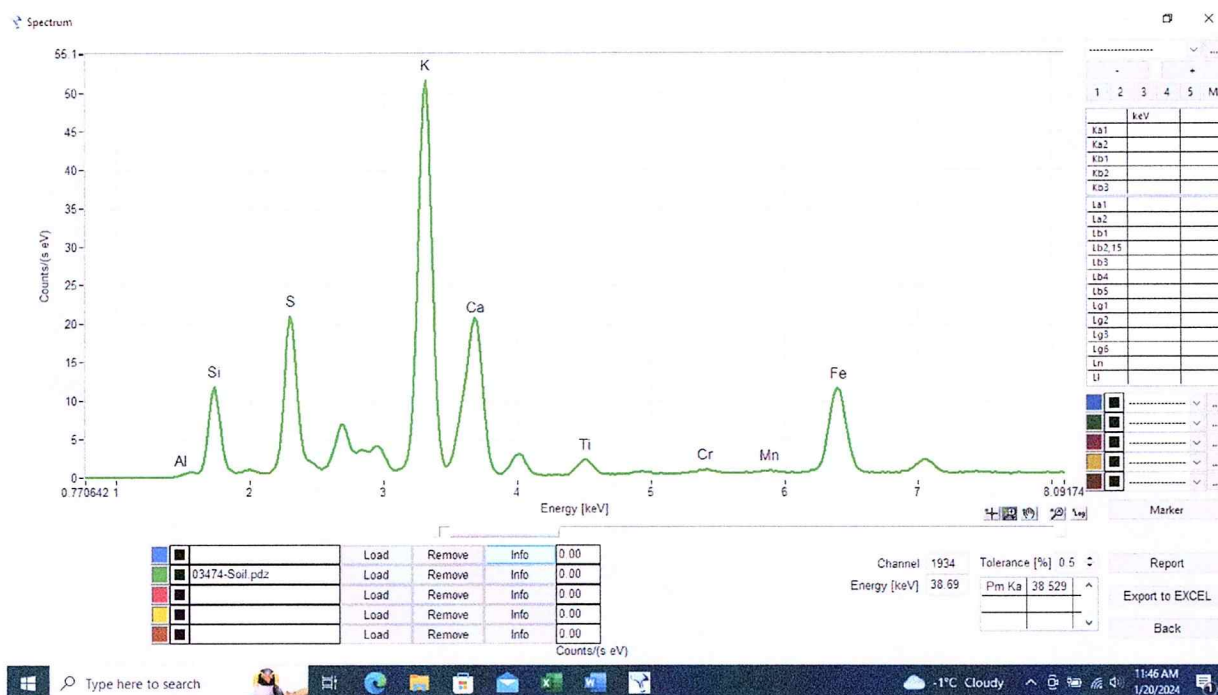
Al2O3	0,62
SiO2	0,11
S	0,09
CaO	57,38
Ti	0,02
Cr	0,01
Fe	0,05
Sr	0,06
Zr	0,01



REZULTAT Proba nu prezinta saruri.

CURTEA DOMNEASCA SUCEAVA

P3.Saruri- R3474



COMPOZITIE CHIMICA%

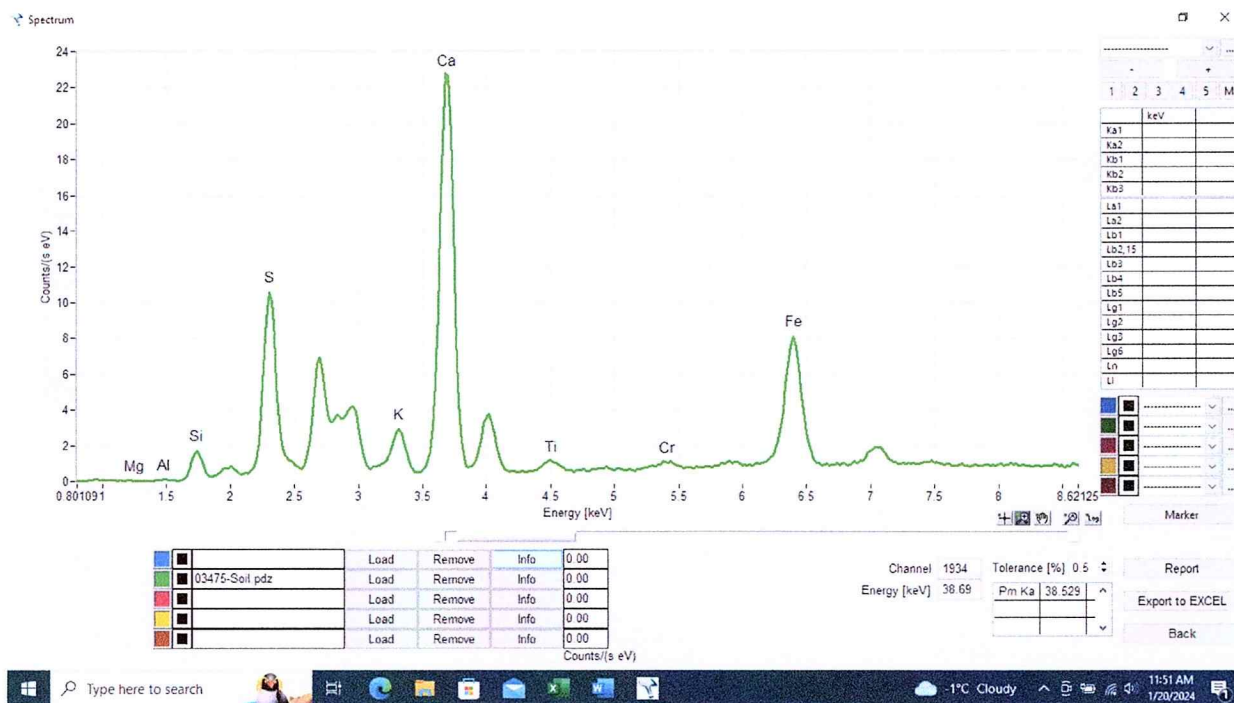
Al2O3	0,85
SiO2	22,18
S	6,37
K2O	7,28
CaO	2,85
Ti	0,16
Cr	0,02
Mn	0,01
Fe	0,56
Sr	0,02
Zr	0,01



REZULTAT *Sulfati si nitrati in cantitate mare.*

CURTEA DOMNEASCA SUCEAVA

P4.Saruri- R3475



COMPOZITIE CHIMICA%

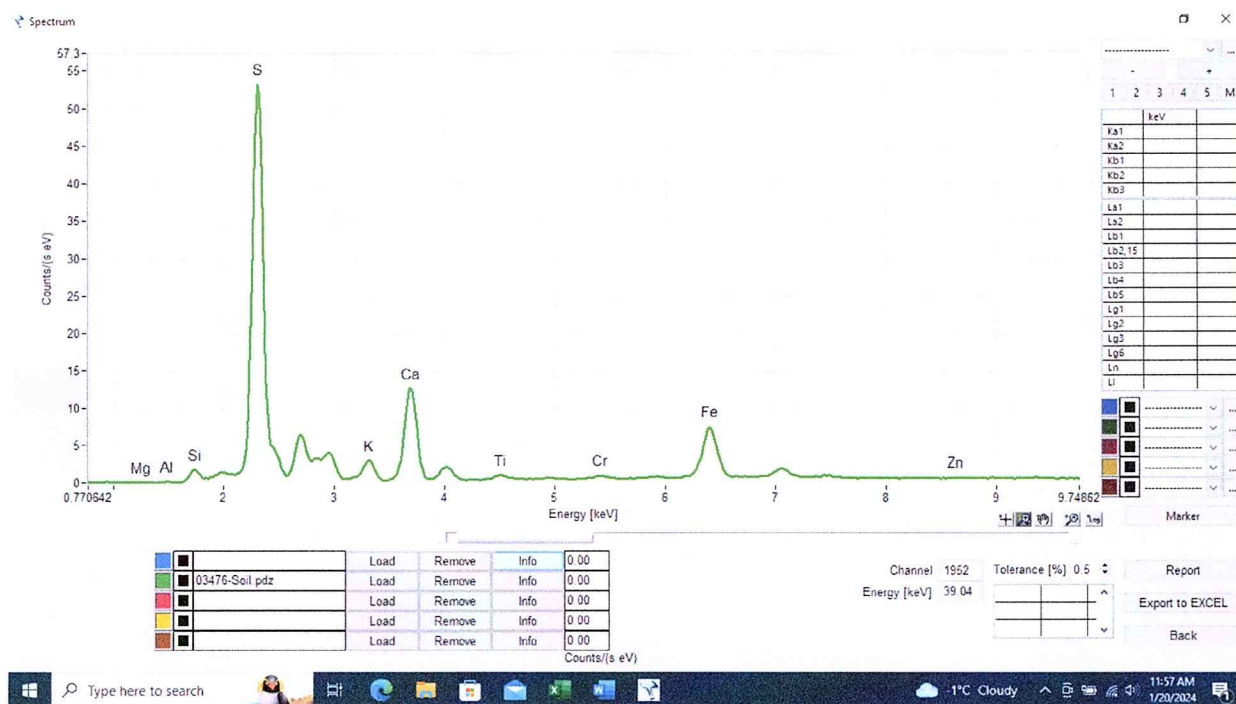
MgO	2,03
Al2O3	0,13
SiO2	3,09
S	3,38
K2O	0,15
CaO	3,14
Ti	0,05
Cr	0,01
Fe	0,23
Sr	0,01



REZULTAT *Sulfati in cantitate mare, nitrati in cantitate mica.*

CURTEA DOMNEASCA SUCEAVA

P5.Saruri- R3476



COMPOZITIE CHIMICA%

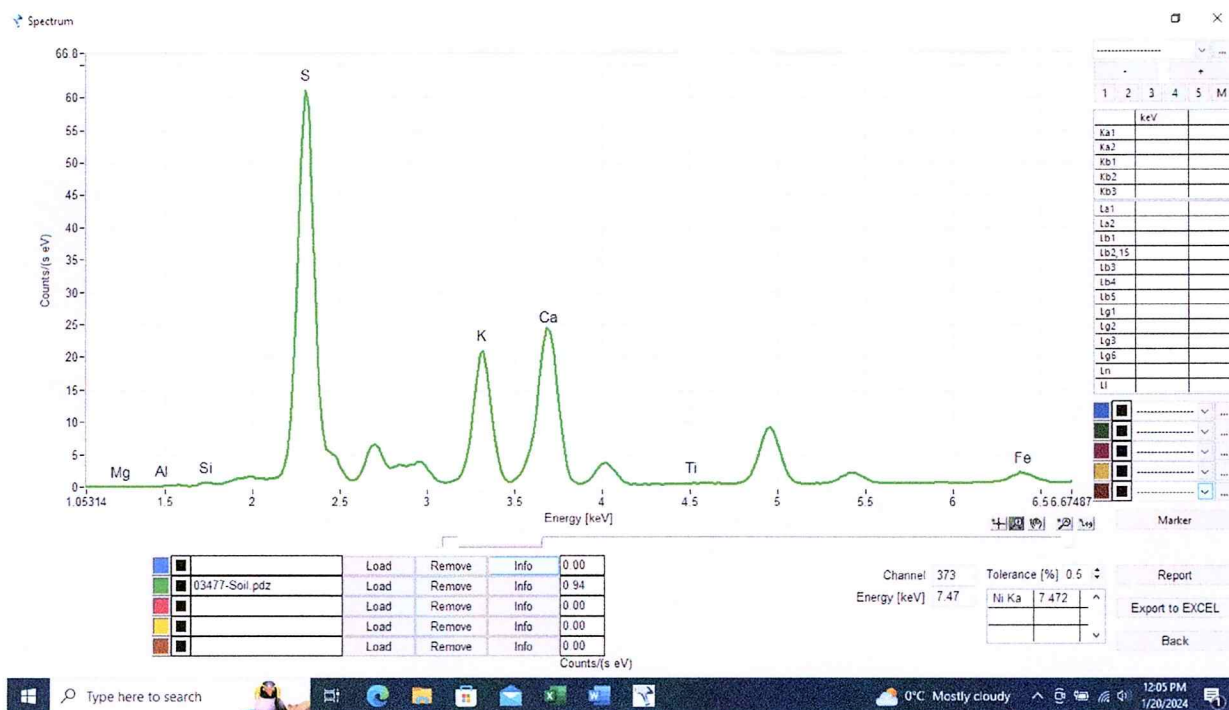
MgO	1,51
Al2O3	0,28
SiO2	3,23
S	18,25
K2O	0,29
CaO	1,72
Ti	0,05
Cr	0,01
Fe	0,32
Zn	0,01
Sn	0,03



REZULTAT *Sulfati in cantitate mare, nitrati in cantitate mica.*

CURTEA DOMNEASCA SUCEAVA

P6.Saruri- R3477



COMPOZITIE CHIMICA%

MgO	2,18
Al2O3	0,29
SiO2	0,44
S	20,18
K2O	2,73
CaO	3,41
Ti	0,58
Fe	0,05
Rb	0,01
Sr	0,01



REZULTAT *Sulfati si nitrati in cantitate mare.*

CONCLUZII FINALE

Conform rezultatelor de la analizele de săruri se poate menționa că odată cu infiltrările din zid, sau ascensiunea umidității de capilaritate, sărurile vor migra la suprafață. De asemenea s-au identificat : Sulfati si nitrati în cantitate mare, sau mai mică, în funcție de locul prelevării, materialele folosite la refacerea ruinelor.

4. PROBE DE CURĂȚARE

Conform stării de conservare a ruinelor și zidurilor din Ansamblul „Curtea Domnească” prezentată mai sus, s-a impus efectuarea unor teste de îndepărtare a depunerilor aderente de pe suprafețele acestora.

Proba nr. 1

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (ante 1485), partea de est - la stradă

Operațiune: Teste îndepărtare depuneri aderente.

Dimensiunile probei: $h = 12\text{ cm}$, $l = 4\text{ cm}$

Materiale folosite: pastă celulozică, soluție de biocid 5%, periuțe ușor abrazive, bureți wishab, bisturiu, bețișor din bambus



Imagini de ansamblu și detaliu, cu efectuarea unui test de îndepărtare a depunerilor aderente folosind mijloace fizico-chimice prin metode mecanice uscate și umede

Metodologia aplicată: Pe suprafața pietrei s-a aplicat o compresă din pastă de hârtie înglobată în soluție de biocid în concentrație de 5%. Timpul de contact a fost de 24 ore. După îndepărtarea compresei, cu un bastoncini s-a înlăturat materialul celulozic rămas în zonele unghiulare ale suprafeței, după care s-a acționat mecanic cu ajutorul unei periuțe. Local, s-a intervenit cu bisturiul pentru îndepărtarea depunerilor consistente crustă biologică. Suprafața s-a descărcat cu un burete moale de tip PVA înmuiat în apă curată.

Concluzii: în urma efectuării testului, rezultatul a fost parțial satisfăcător. Din imaginile comparative putându-se observa diferența dintre suprafața testului unde a avut loc curățarea depunerilor și zona pe care nu s-a intervenit. Se recomandă ca pentru obținerea unui rezultat mai bun, îndepărtarea depunerilor aderente să se realizeze după aplicarea în trei etape a tratamentului de biocidare, cu o substanță biocidă pe bază de săruri cuaternare de amoniu (recomandare a expertului biolog).

Proba nr. 2

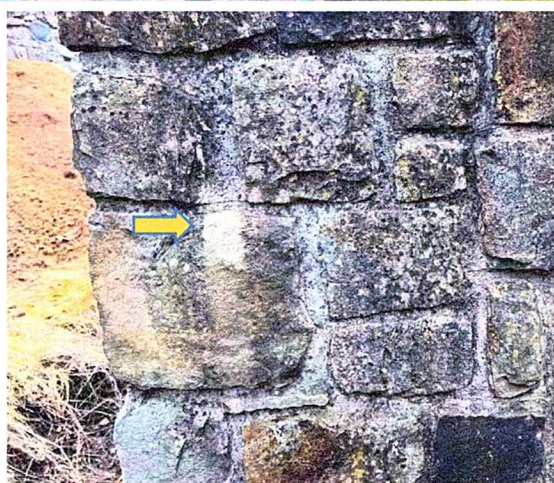
Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Stâlp refăcut (2000-2005) Zona pivnițelor din partea de est – considerate ca aparținând lui Vasile Lupu

Operațiune: Teste îndepărtare depuneri aderente.

Dimensiunile probei: $h = 8\text{ cm}$, $l = 4\text{ cm}$

Materiale folosite: pastă celulozică, biocid 5%, periuțe ușor abrazive, bureți wishab, bureți tip p.v.a. bisturiu, bețișor din bambus



Imagini de ansamblu și detaliu, cu efectuarea unui test de îndepărtare a depunerilor aderente folosind mijloace fizico-chimice prin metode mecanice uscate cât umede

Metodologia aplicată: Pe suprafața pietrei s-a aplicat o compresă din pastă de hârtie înglobată în soluție de biocid în concentrație de 5%. Timpul de contact a fost de 24 ore, la fel ca la proba anterioară. După îndepărtarea compresei, s-a înlăturat materialul celulozic rămas în zonele unghiulare ale suprafeței, după care s-a acționat mecanic cu ajutorul unei periuțe. Local, s-a intervenit cu bisturiul pentru îndepărtarea depunerilor consistente crustă biologică. Suprafața s-a descărcat cu un burete moale de tip wishab înmuiat în apă curată.

Concluzii: În urma efectuării testului, rezultatul a fost parțial satisfăcător. Din imaginile comparative putându-se observa diferența dintre suprafața testului unde a avut loc curățarea depunerilor și zona pe care nu s-a intervenit. Se recomandă ca pentru obținerea unui rezultat mai bun, îndepărtarea depunerilor aderente să se realizeze după aplicarea în trei etape a tratamentului de biocidare, cu o substanță biocidă pe bază de săruri cuaternare de amoniu (recomandare a expertului biolog).

Pe suprafața rostului de la zidăria din piatră, a fost necesar a se insista cu ajutorul unei pensule cu păr ușor abraziv, pentru a scoate din textura acestuia depunerile.

Proba nr. 3

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Molon de piatră, probabil un uscior, zona ruinelor din partea de est - la stradă

Operațiune: Teste îndepărtare depuneri aderente.

Dimensiunile probei: $h = 10\text{ cm}$, $l = 4\text{ cm}$

Materiale folosite: pastă celulozică, biocid 5%, periute ușor abrazive, bureți wishab, bureți tip pva bisturiu, bețișor din bambus



Imagini din timpul efectuării testelor de îndepărtare a depunerilor aderente folosind mijloace mecanice uscate și metode fizico-chimice

Metodologia aplicată: Pe suprafața pietrei s-a aplicat o compresă din pastă de hârtie înglobată în soluție de biocid în concentrație de 5%. Timpul de contact a fost de 24 ore. După îndepărtarea compresei, s-a acționat mecanic uscat cu un bețișor din bambus și cu ajutorul unei periute. Local s-a

intervenit cu bisturiul, pentru îndepărtarea depunerilor consistente crustă biologică. Suprafața s-a descărcat cu un burete moale de tip wishab înmuiat în apă curată.

Concluzii: În urma efectuării testului, rezultatul a fost parțial satisfăcător, din imaginile comparative putându-se observa diferența dintre suprafața testului unde a avut loc curățarea depunerilor și zona pe care nu s-a intervenit. Se recomandă ca pentru obținerea unui rezultat mai bun, îndepărtarea depunerilor aderente să se realizeze după aplicarea în trei etape a tratamentului de biocidare, cu o substanță biocidă pe bază de săruri cuaternare de amoniu (recomandare a expertului biolog). De asemenea se impune și extinderea cercetării prin efectuarea unor teste fizico-chimice, prin aplicarea unor comprese cu diferite substanțe de curățare, generator cu abur, etc, deoarece molonul pe care s-a efectuat testul este un element de piatră sculptată (componentă artistică) și necesită o atenție sporită.

Proba nr. 4

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Zid refăcut (2000-2005) – ruinele din sec XVI-XVII, partea de est – la stradă

Operațiune: Teste îndepărtare depuneri aderente.

Dimensiunile probei: $h = 8\text{ cm}$, $l = 4\text{ cm}$

Materiale folosite: pastă celulozică, biocid pe bază de săruri cuaternare de amoniu 5%, periuțe ușor abrazive, bureți wishab, bureți tip p.v.a. bisturiu, bețișor din bambus



Imagini din timpul efectuării testelor de îndepărtare a depunerilor aderente folosind mijloace mecanice uscate cât și metode fizico-chimice

Metodologia aplicată: Pe suprafața pietrei s-a aplicat o compresă din pastă de hârtie înglobată în soluție de biocid pe bază de săruri cuaternare de amoniu, în concentrație de 5%. Timpul de contact a fost de 24 ore, la fel ca la proba 2, acestea fiind suprafețe aproape identice. După îndepărtarea

compreseii, s-a înlăturat materialul celulozic rămas în zonele unghiulare ale suprafeței, după care s-a acționat mecanic-uscat, cu ajutorul unei periuțe. Local, s-a intervenit cu bisturiul pentru îndepărtarea depunerilor consistente crustă biologică. Suprafața s-a descărcat cu un burete moale de tip wishab înmuiat în apă curată.

Concluzii: În urma efectuării testului, rezultatul a fost parțial satisfăcător, din imaginile comparative putându-se observa diferența dintre suprafața testului unde a avut loc curățarea depunerilor și zona pe care nu s-a intervenit. Se recomandă ca pentru obținerea unui rezultat mai bun, îndepărtarea depunerilor aderente să se realizeze după aplicarea în trei etape a tratamentului de biocidare, cu o substanță biocidă pe bază de săruri cuaternare de amoniu (recomandare a expertului biolog). Ca și în cazul probei nr.2, pe suprafața rostului de la zidăria din piatră, a fost necesar a se insista cu o pensulă cu păr ușor abraziv, pentru a scoate din textura acestuia depunerile.

5. CERCETARE STRATIGRAFICĂ

Conform datelor istorice privind intervențiile în timp, aspectul diferit al zidurilor din cadrul Ansamblului „Curtea Domnească” din municipiul Suceava, pe lângă probele de îndepărtare a depunerilor neaderente și a celor aderente, s-a efectuat și o cercetare stratigrafică a mortarelor de rost cu scopul de identificare a unor posibile asemănări sau diferențieri.

Sondaj stratigrafic nr.1

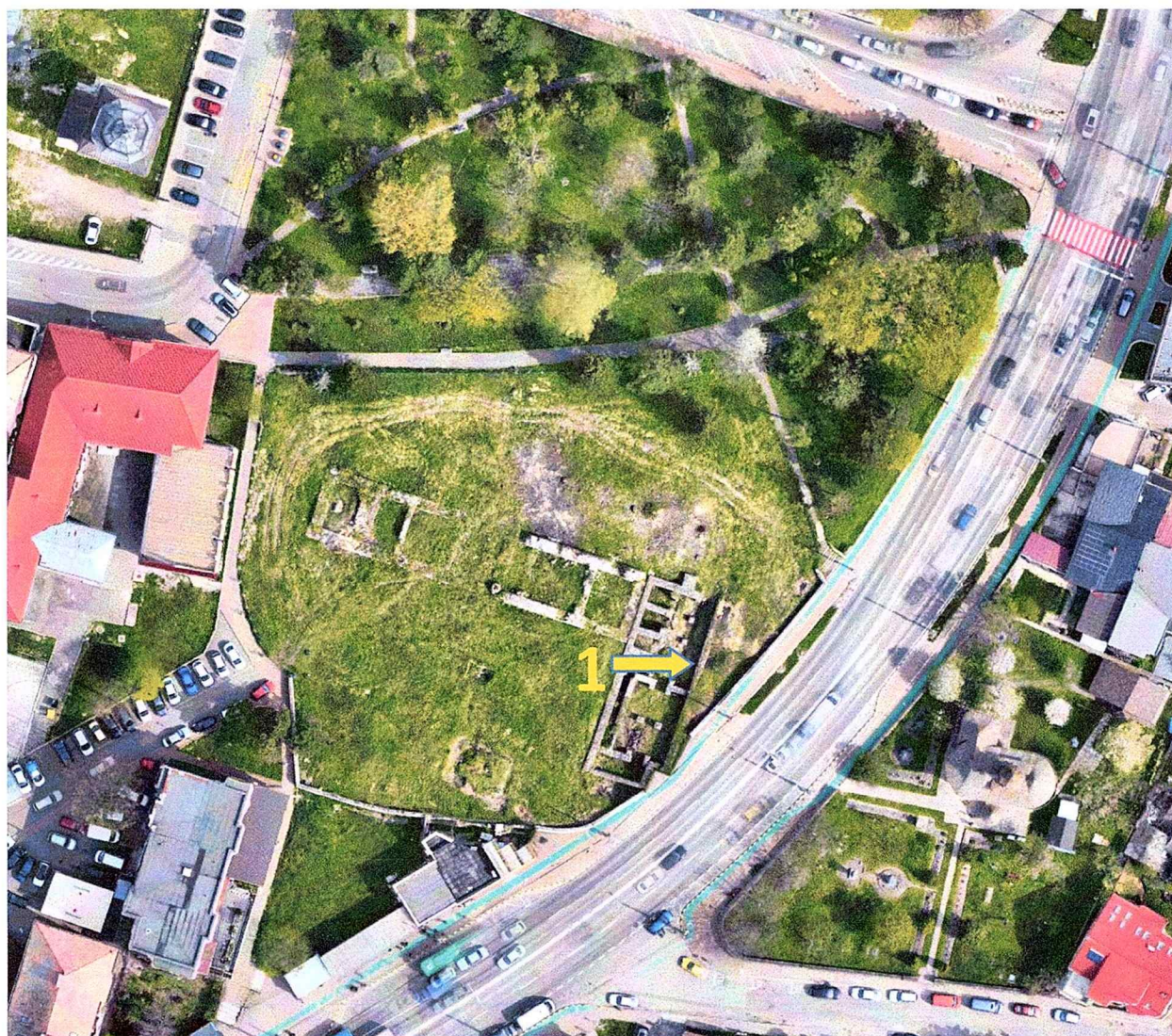
Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

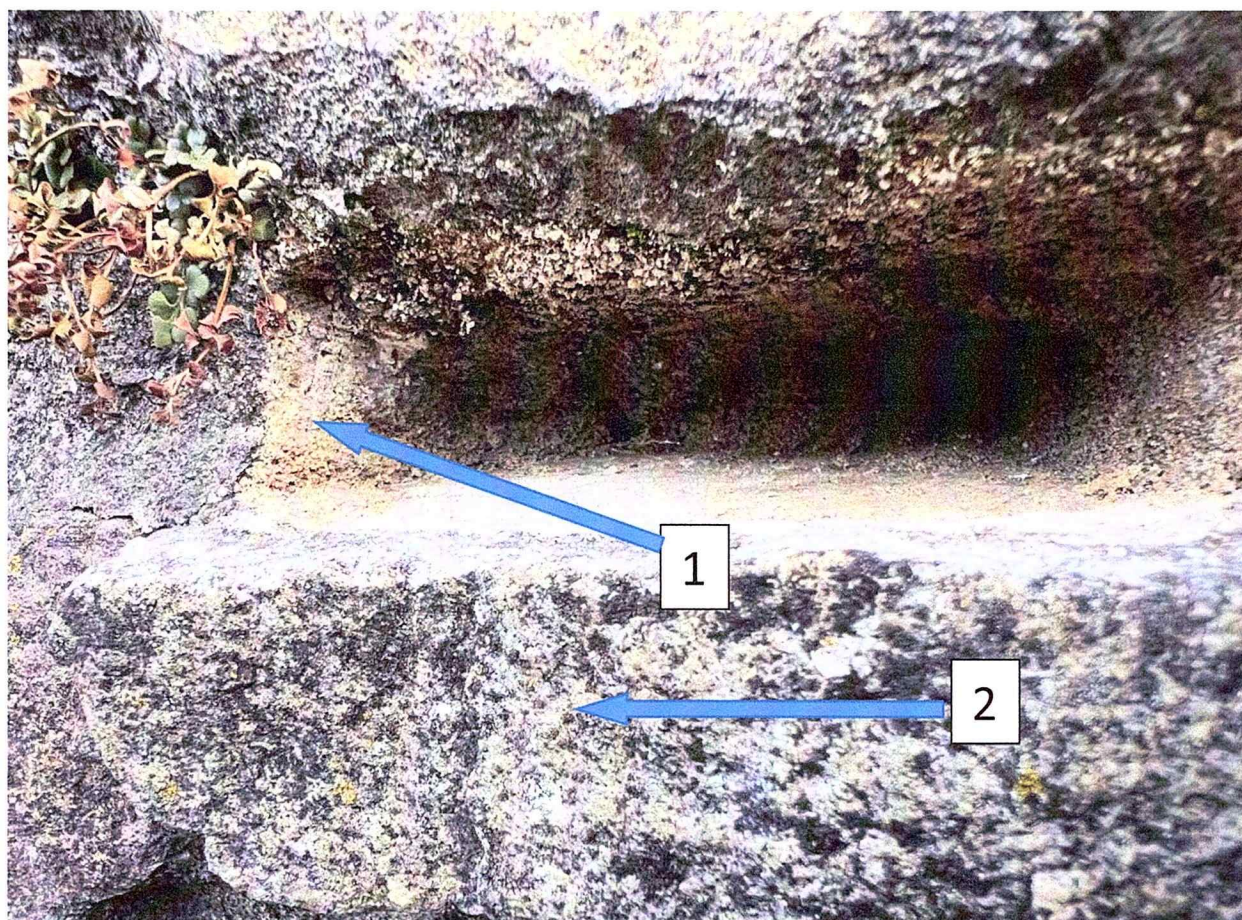
Localizare: Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (ante 1485), partea de est - la stradă

Operațiune: Sondaj stratigrafic

Dimensiunile sondajului: -

Materiale folosite: bisturiu, dălțițe cu cap widia, ciocan, pensule





Detaliu - Sondaj stratigrafic nr. 1.

1- mortar pe bază de var-nisip

2 - zidăria mixtă, constituită din piatră de râu și carieră

Metodologia aplicată: A fost îndepărtat stratul de mortar de rost, prin metode mecanice folosind: dalta, ciocanul și bisturiul cu lamă detașabilă.

Concluzii: În urma efectuării sondajului stratigrafic, prin îndepărtarea stratului de mortar de rost, s-a constatat că acesta este pe bază de var-nisip, cu o granulometrie mai fină, aplicat în două etape. Primul care face legătura între pietre și un al doilea prelucrat la suprafață (pentru aspect) în rosturile zidului.

Conform rezultatelor buletinului de analize mineralogice **rețeta mortarului este următoarea:**

Materialele solide utilizate la fabricarea mortarului se estimează că au fost următoarele:

a) agregat de râu, cu dimensiuni cuprinse între circa 1mm și 0,02 mm;

b) pastă de var;

c) fragmente de cărămizi.

Raportul actual agregat / pastă de var este aproximativ 5 : 1, datorită dizolvării parțiale a liantului.

Fragmentele de cărămizi sunt rare, reprezentând circa 2 – 3% din total agregat.

Sondaj stratigrafic nr.2

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485), zona centrală partea de nord

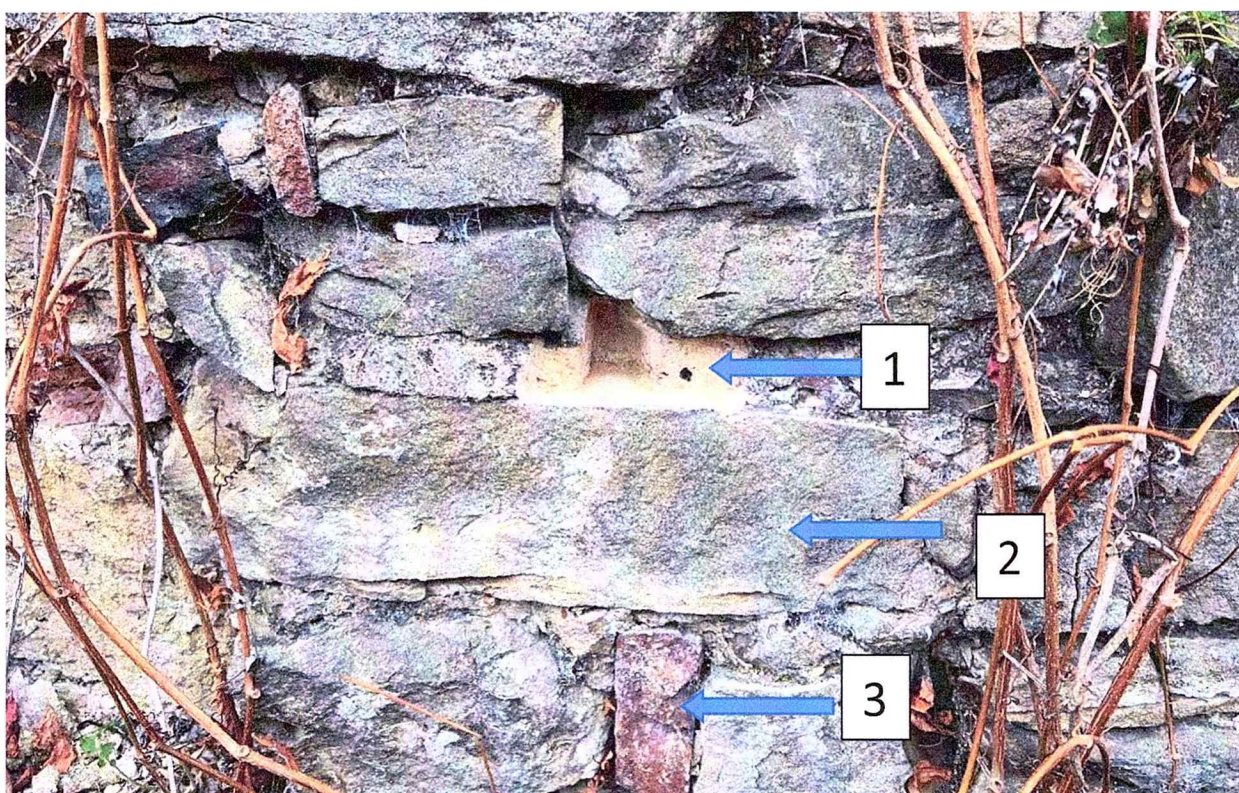
Operațiune: Sondaj stratigrafic

Dimensiunile sondajului: -

Materiale folosite: bisturiu, dălțițe cu cap widia, ciocan, pensule



Imagine de ansamblu, marcarea locului unde s-a efectuat sondajul



Detaliu - Sondaj stratigrafic nr.2.

1- mortar pe bază de var-nisip, 2 - zidăria mixtă, constituită din piatră de râu, carieră, 3 - cărămidă

Metodologia aplicată: A fost îndepărtat stratul de mortar de rost, prin metode mecanice folosind: dalta, ciocanul și bisturiul cu lamă detașabilă.

Concluzii: Odată cu îndepărtarea stratului de mortar de rost, s-a constatat că acesta este pe bază de var-nisip, colorat în masă (galben – ocru). În interiorul sondajului se poate observa același mortar aplicat în două etape, unul care face legătura între pietre și un al doilea prelucrat la suprafață în rosturile zidului.

Sondaj stratigrafic nr.3

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Zid refăcut (2000-2005) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485), partea de est

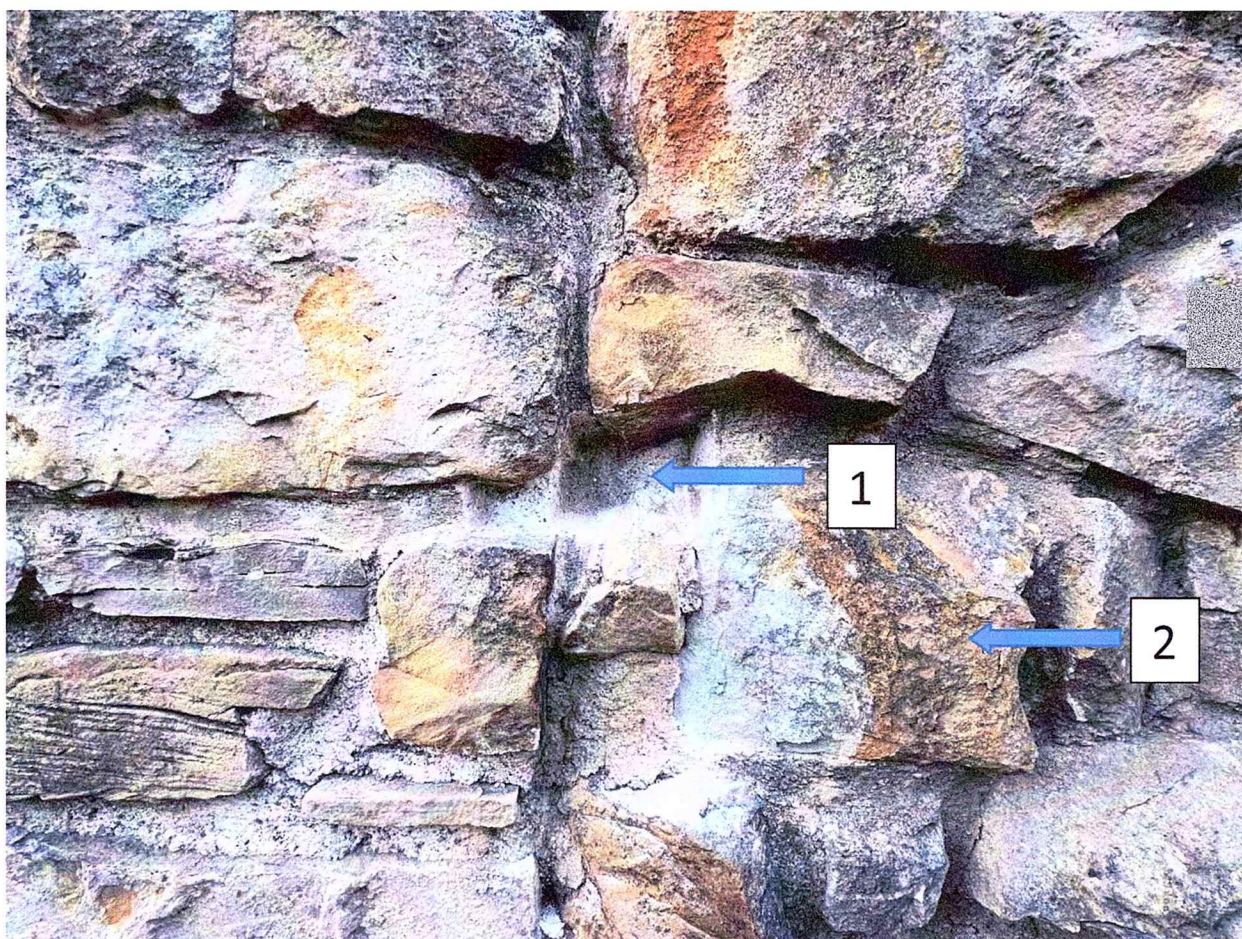
Operațiune: Sondaj stratigrafic

Dimensiunile sondejului: -

Materiale folosite: bisturiu, dălțițe cu cap widia, ciocan, pensule



Imagine de ansamblu, marcarea locului unde s-a efectuat sondajul



Detaliu - Sondaj stratigrafic nr.3.

1- mortar pe bază de var-nisip, 2 - zidăria constituită din piatră carieră

Metodologia aplicată: Stratul de mortar de rost a fost îndepărtat prin metode mecanice folosind: dalta, ciocanul și bisturiul cu lamă detașabilă.

Concluzii: După îndepărtarea stratului de mortar de rost s-a constatat că acesta este un mortar dur, cu o granulometrie mai mare, diferit de cele întâlnite la ruinele refăcute în perioada 1970-1980.

Din rezultatul analizelor mineralogice a mortarelor de rost de la zidurile refăcute în anii 2000-2005, se poate menționa compoziția acestora, după cum urmează:

- a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 10 mm;
- b) pastă de var;
- c) ciment Portland;
- d) fragmente de cărămizi (unele au dimensiuni de 10-13 mm).

Raportul agregat / pastă de var / ciment Portland este aproximativ 16 : 3 : 1. Fragmentele de cărămizi sunt rare, dar destul de mari, probabil 2 – 5% din total agregat.

Sondaj stratigrafic nr.4

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Zid refăcut (2000-2005) – ruinele din sec XVI-XVII, partea de est – la stradă

Operațiune: Sondaj stratigrafic

Dimensiunile sondajului: -

Materiale folosite: bisturiu, dălțițe cu cap widia, ciocan, pensule



Imagine de ansamblu, marcarea locului unde s-a efectuat sondajul



Detaliu - Sondaj stratigrafic nr.4.

1- mortar dur, pe bază de var-nisip-ciment, 2 - zidăria constituită din piatră carieră

Metodologia aplicată: Stratul de mortar de rost a fost îndepărtat prin metode mecanice folosind: dalta, ciocanul și bisturiul cu lamă detașabilă.

Concluzii: După îndepărtarea stratului de mortar de rost, s-a constatat că acesta este un mortar dur, cu o granulometrie mai mare, diferit de cele întâlnite la ruinele refăcute în perioada 1970-1980. Acesta se aseamănă cu cel identificat la sondajul stratigrafic nr.3.

Din rezultatul analizelor mineralogice a mortarelor de rost de la zidurile refăcute în anii 2000-2005, se poate menționa compoziția acestora, după cum urmează:

a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 10 mm;

b) pastă de var;

c) ciment Portland;

d) fragmente de cărămizi (unele au dimensiuni de 10-13 mm).

Raportul agregat / pastă de var / ciment Portland este aproximativ 16 : 3 : 1. Fragmente de cărămizi sunt rare, dar destul de mari, probabil 2 – 5% din total agregat.

Sondaj stratigrafic nr.5

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

Localizare: Zid refăcut (2000-2005) – ruinele din sec XVI-XVII, partea de est – la stradă

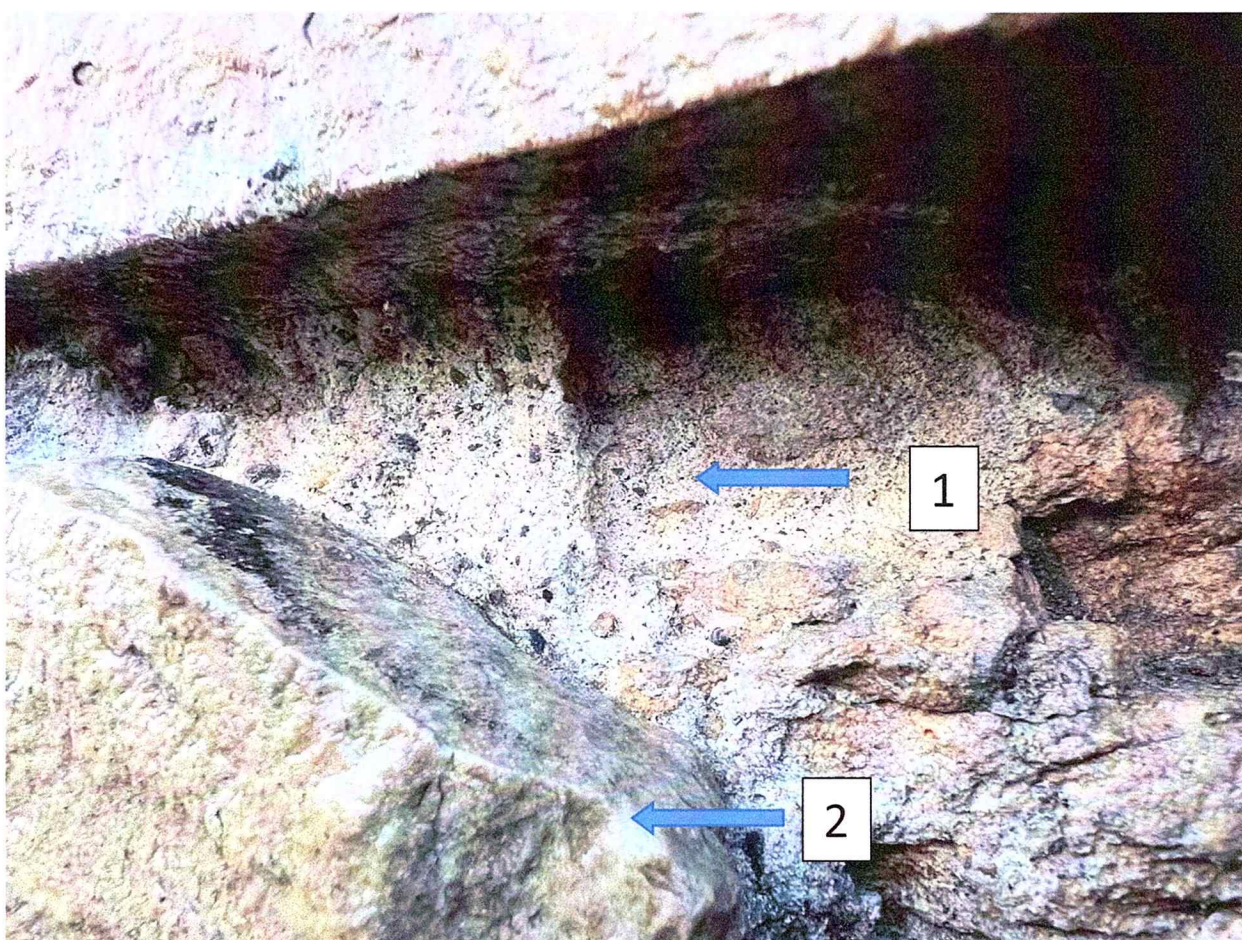
Operațiune: Sondaj stratigrafic

Dimensiunile sondajului: -

Materiale folosite: bisturiu, dălțițe cu cap widia, ciocan, pensule



Imagine de ansamblu, marcarea locului unde s-a efectuat sondajul



Detaliu - Sondaj stratigrafic nr.4.

1- mortar dur, pe bază de var-nisip-ciment, 2 - zidăria constituită din piatră carieră

Metodologia aplicată: Stratul de mortar de rost a fost îndepărtat prin metode mecanice folosind: dalta, ciocanul și bisturiul cu lamă detașabilă.

Concluzii: După îndepărtarea stratului de mortar de rost, s-a constatat că acesta este un mortar dur, cu o granulometrie mai mare. Acesta se aseamănă cu cel identificat la sondajul stratigrafic nr.3 și 4. La partea de est a ruinei, unde s-a efectuat sondajul, se poate observa că în perioada 2000-2005, s-au realizat completări cu piatră de carieră care nu respectă aspectul și modul de așezare a pietrelor cu structura celui existent.

Din rezultatul analizelor mineralogice a mortarelor de rost de la zidurile refăcute în anii 2000-2005, se poate menționa compoziția acestora, după cum urmează:

a) agregat de râu, sortat granulometric prin sitare între 0,02 și 10 mm;

b) pastă de var;

c) ciment Portland;

d) fragmente de cărămizi (unele au dimensiuni de 10-13 mm).

Raportul agregat / pastă de var / ciment Portland este aproximativ 16 : 3 : 1. Fragmente de cărămizi sunt rare, dar destul de mari, probabil 2 – 5% din total agregat.

Sondaj stratigrafic nr.6

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

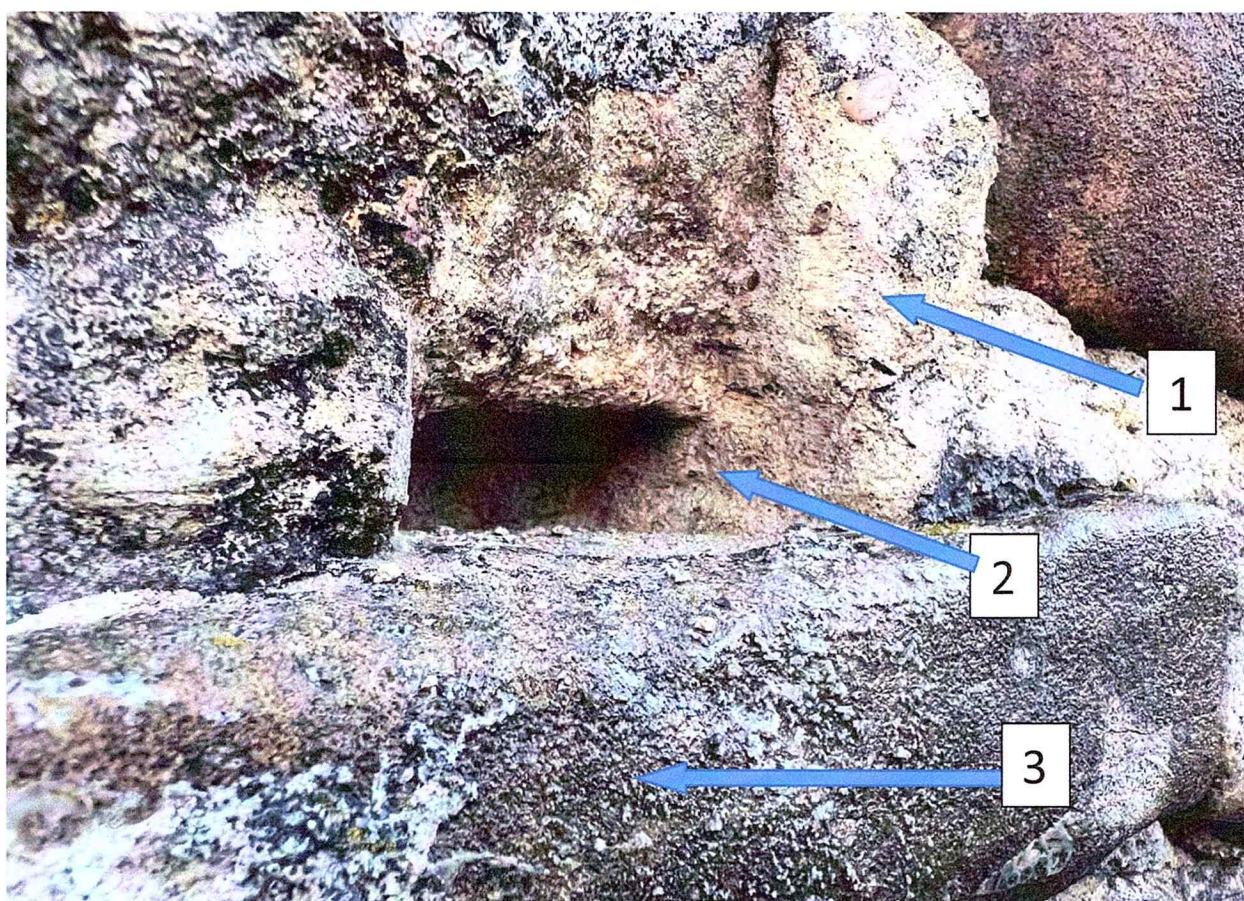
Localizare: Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485), central, partea de sud-est

Operațiune: Sondaj stratigrafic

Dimensiunile sondajului: -

Materiale folosite: bisturiu, dălțițe cu cap widia, ciocan, pensule





Detaliu - Sondaj stratigrafic nr.6.

1- mortar dur pe bază de var-nisip și probabil cu un conținut de ciment, 2 - mortar pe bază de var-nisip, 3 - zidăria mixtă, constituită din piatră de râu și carieră

Metodologia aplicată: Prin metode mecanice folosind: dalta, ciocanul și bisturiul cu lamă detașabilă s-a îndepărtat stratul de mortar de rost.

Concluzii: În urma efectuării sondajului stratigrafic, a unei analize atente a suprafeței s-a identificat o suprapunere de două straturi de mortar de rost. Cel de la suprafață are o granulometrie mare (probabil o intervenție ulterioară de întreținere), iar cel dintre pietrele din structura zidăriei s-a constatat că este pe bază de var-nisip, cu o granulometrie mai fină. Se apreciază că acesta este identic cu cel de la sondajul nr.1. Deci, conform rezultatelor buletinului de analize mineralogice rețeta mortarului din interior poate fi următoarea:

a) agregat de râu, cu dimensiuni cuprinse între circa 1mm și 0,02 mm;

b) pastă de var;

c) fragmente de cărămizi.

Raportul actual agregat / pastă de var este aproximativ 5 : 1, datorită dizolvării parțiale a liantului.

Fragmentele de cărămizi sunt rare, reprezentând circa 2 – 3% din total agregat.

Sondaj stratigrafic nr.7

Monumentul: Curtea Domnească – municipiul Suceava, județul Suceava.

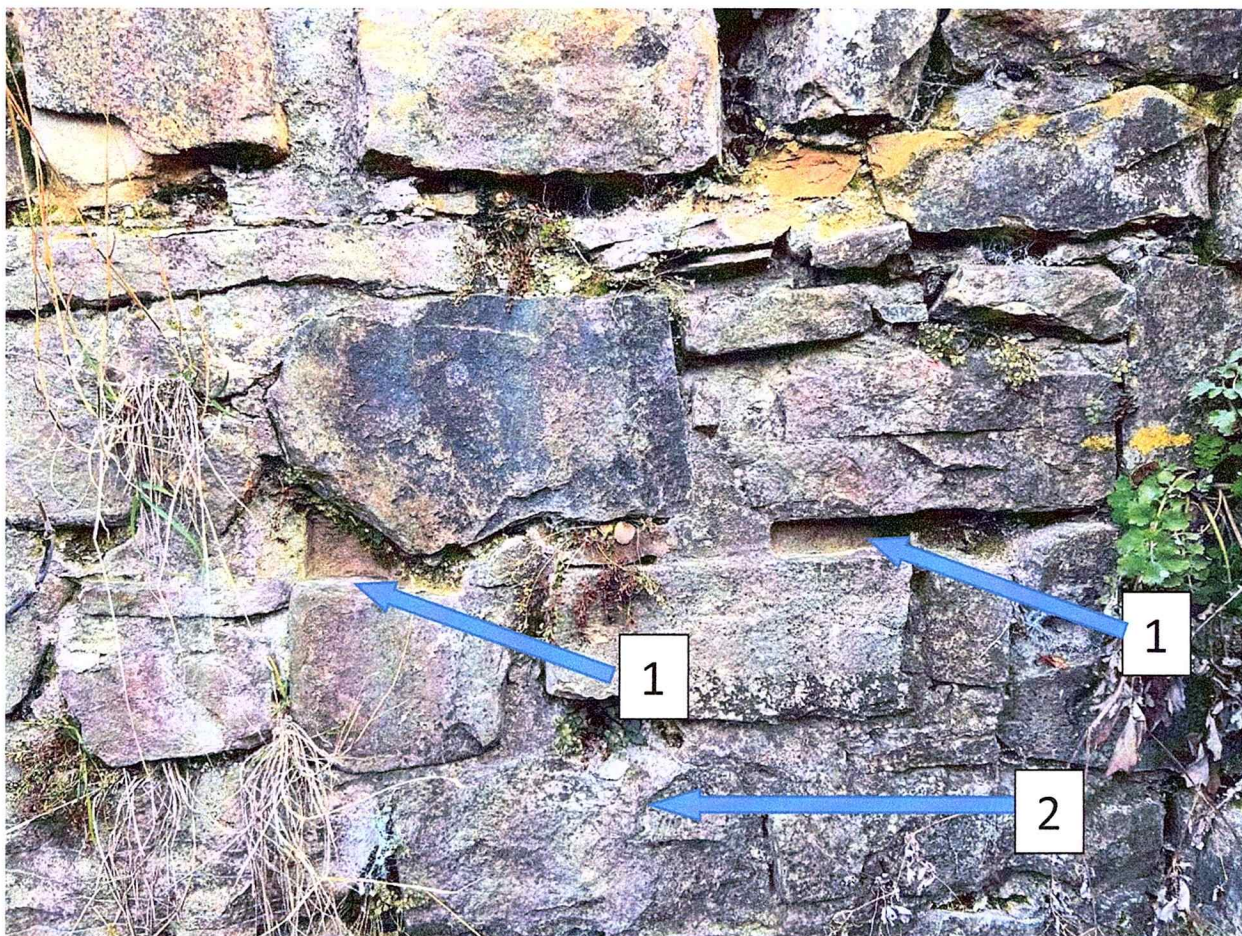
Localizare: Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485), partea de est

Operațiune: Sondaj stratigrafic

Dimensiunile sondajului: -

Materiale folosite: bisturiu, dălțițe cu cap widia, ciocan, pensule





Detaliu - Sondaj stratigrafic nr.6.

1- mortar de rost pe bază de var-nisip, 2 - zidăria mixtă, constituită din piatră de râu și carieră

Metodologia aplicată: Prin metode mecanice folosind: dalta, ciocanul și bisturiul cu lamă detașabilă s-a îndepărtat stratul de mortar de rost.

Concluzii: În urma efectuării sondajelor stratigrafice, în două rosturi apropiate, s-a analizat atent suprafața și s-a identificat prezența aceluiași mortar de rost, pe bază de var-nisip, cu o granulometrie mai fină. Acesta este identic cu cel de la sondajul nr.1. Deci, conform rezultatelor buletinului de analize mineralogice rețeta mortarului din interior poate fi următoarea:

a) agregat de râu, cu dimensiuni cuprinse între circa 1mm și 0,02 mm;

b) pastă de var;

c) fragmente de cărămizi.

Raportul actual agregat / pastă de var este aproximativ 5 : 1, datorită dizolvării parțiale a liantului.

Fragmentele de cărămizi sunt rare, reprezentând circa 2 – 3% din total agregat.

6. MĂSURĂTORI A UMIDITĂȚII DIN ZIDURI

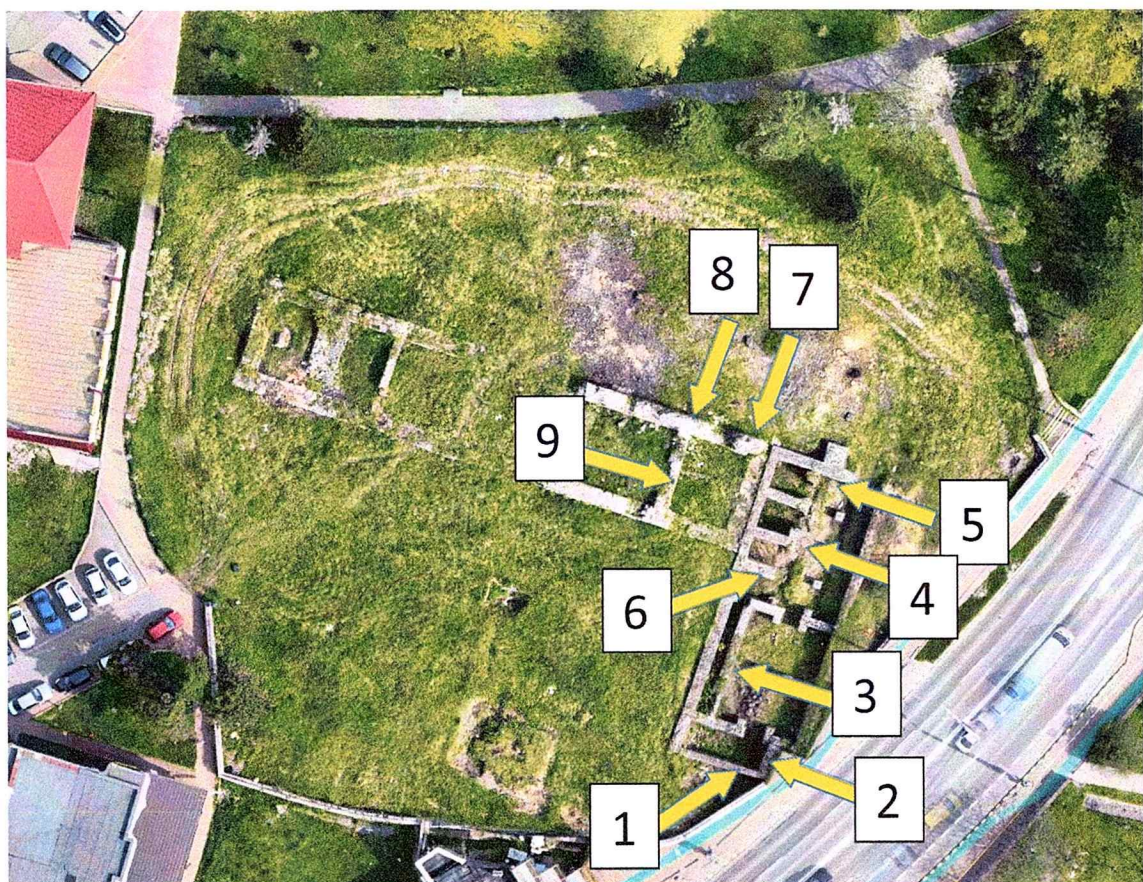
MĂSURĂTORI ALE UMIDITĂȚII DE CAPILARITATE

Diferitele forme sub care poate acționa umiditatea constituie, împreună cu variațiile de temperatură, factorii principali naturali de degradare a unei clădiri sau în cazul de față a unui ansamblu de ziduri și ruini.

Ascensiunea umidității de capilaritate și urmele infiltrării apei provenită din precipitații, vizibile pe suprafața rosturilor și a elementelor litice mai absorbante, au impus efectuarea unor măsurători la partea inferioară a zidurilor, spre a identifica valorile existente. Pentru aceasta s-a utilizat un aparat Umidometru, cu unde electromagnetice tip – PCE – WP 24, la înălțimi de 10, 50, 100, 150 cm. Acesta indică umiditatea relativă pe o scară de la 0 (cea mai mică valoare) la 10 (cea mai mare valoare).

Determinarea umidității de capilaritate					
Data 09.12.2023					
Nr. Crt.	Locul determinării	Înălțimea de determinare			
		0,20 m	0,50 m	1 m	1,5 m
	Ziduri – Curtea Domnească				
1.	Zid refăcut (2000-2005) Zona pivnițelor din partea de est – considerate ca aparținând lui Vasile Lupu	9,2	10	8,8	4,5
2.	Zid refăcut (2000-2005) Zona pivnițelor din partea de est – considerate ca aparținând lui Vasile Lupu	10	9,3	8,4	9,2
3.	Zid refăcut (1970-1980) – Ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485), partea de est - interior	9,6	7,9	5,8	2,8
4.	Zid refăcut (2000-2005) – Ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485), partea de est - interior	9,8	9,4	8,3	7,8

5.	Zid refăcut (2000-2005) – Ruinele Epoca Ștefan cel Mare (ante 1485), partea de est – spre nord	8,2	3,6	8,7	5,6
6.	Zid refăcut (2000-2005) – Ruinele Epoca Ștefan cel Mare (ante 1485), partea de est – spre nord	8,4	4,3	6,2	4,9
7.	Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (ante 1485)	9,8	6,8	7,5	4,6
8.	Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485)	9,6	8,8	6,4	0
9.	Zid refăcut (1970-1980) – ruinele Epoca Ștefan cel Mare (post 1485)	10	9,7	8,2	0





Imagini din timpul măsurării umidității de capilaritate





CONCLUZII - UMIDITATEA DE CAPILARITATE

Măsurătorile umidității de capilaritate au fost realizate la partea inferioară a zidurilor la înălțimi de 20, 50, 100, 150 cm. Local dacă la 150 cm se observau valori mari de umiditate s-a verificat și la înălțimea de 200 cm. Trebuie menționat că aparatul folosit măsoară umiditatea la maxim 5 cm adâncime în tencuială.

Pe zonele unde mortarele de rost conțin și ciment, măsurătorile au indicat valori destul de mari ale umidității de capilaritate, chiar și la înălțimea de 1,5 m. Aceste mortare, aplicate în timpul refacerilor anterioare protejează, în parte, zidurile, dar se comportă ca o barieră, nepermițând evaporarea umidității.

Se poate observa cu ușurință, că tencuielile și piatra de la partea superioară a ruinelor (zona centrală) sunt foarte afectate din cauza infiltrării precipitațiilor.

Din cauza lipsei unor sisteme de preluare și dirijare a apelor pluviale, acestea rămân în imediata vecinătate și se infiltrează în fundații.

Toate aceste aspecte provoacă ascensiunea și menținerea umidității în interiorul zidurilor și justifică valorile ei destul de mari la înălțimile de 100 – 150 cm, iar în sezonul rece fenomenul îngheț-dezgheț duc la degradarea pietrei și a mortarelor, acestea devenind decoezive.

7. CONCLUZII FINALE ȘI PROPUNERI

În cadrul acestui studiu într-o primă etapă a fost realizată o analiză a suprafețelor pentru identificarea degradărilor și a cauzelor acestora.

- S-au efectuat prelevări, în vederea întocmirii unei expertize biologice și a unui buletin de analize mineralogice și de structură a probelor de materiale solide și coezive prelevate din edificiul "*Curtea Domnească*". De asemenea, s-au trimis spre analiză prelevări de săruri de pe suprafețele de piatră și mortare, iar rezultatele acestora au confirmat prezența nitraților și a sulfaților.

- A urmat o serie de teste de curățare a depunerilor consistente de diverse acumulări, prin mijloace fizico-chimice și mecanice. Pentru acestea s-au utilizat bețișoare din bambus, bureți de diferite tipuri, pensule cu păr moale și cu păr scurt (ușor abrazive). Într-o primă etapă s-a aplicat o compresă cu soluție de biocid în concentrație de la 5% împotriva agenților biologici prezenți pe suprafețele zidurilor.

Rezultatul testelor de curățare a fost parțial satisfăcător. Din imaginile comparative putându-se observa diferența dintre suprafața testului unde a avut loc curățarea depunerilor și zona pe care nu s-a intervenit. Se recomandă ca pentru obținerea unui rezultat mai bun, îndepărtarea depunerilor aderente să se realizeze după aplicarea în trei etape a tratamentului de biocidare, cu o substanță biocidă pe bază de săruri cuaternare de amoniu (recomandare a expertului biolog), urmat de îndepărtarea biodeteriogenilor. De asemenea, în cadrul fazei P.T., pe elementele litice sculptate (componente artistice) să se efectueze și teste de curățare (decâtore un specialist restaurator componente artistice din piatră) cu diferite soluții specifice îndepărtării depunerilor aderente, în funcție de rezultatele analizelor efectuate.

- Ulterior s-a optat pentru efectuarea unei cercetări stratigrafice, la nivelul mortarelor de rost pe mai multe suprafețe și zone ale amplasamentului. Scopul a fost de identificare a diferitelor tipuri de mortare utilizate în cadrul intervențiilor anterioare. Decapările s-au realizat prin metode fizico-mecanice uscate utilizând dălți de diferite dimensiuni, bisturiu, diferite pensule și ciocanul. În urma cercetării stratigrafice s-au identificat patru tipuri de mortar.

Analizând suprafețele ruinelor, a rezultatelor de la sondaje, precum și datele istorice existente putem menționa că s-au efectuat cel puțin trei intervenții majore asupra ansamblului începând cu anii 50, ai secolului XX.

După evaluarea stării de conservare s-a stabilit că problema cea mai gravă o reprezintă ascensiunea umidității de capilaritate și a infiltrațiilor, asociată cu variațiile condițiilor de microclimat și expunerea permanentă la intemperii. De asemenea, acoperirile antropogene, utilizarea mortarelor de rostuire pe bază de ciment de la nivelul zidurilor, lipsa unui sistem de preluare a apelor provenite din precipitații, dar nu în ultimul rând, întreținerea neglijentă contribuie la degradarea continuă a ansamblului "*Curtea Domnească*".

Pentru a cunoaște valorile umidității de capilaritate din ruine s-au realizat măsurători, care pot confirma anumite degradări. Aceste rezultate pot contribui la stabilirea cauzelor și eventual la deciziile în vederea eradicării acestora.

La valori mari ale umidității, apar pete, deformări mecanice ale straturilor (fisuri, fracturi, exfolieri), alterarea chimică a mineralelor din roci, eflorescențe salină (sub formă de voaluri și cruste), dezagregări ale tencuielilor.

- PROPUNERI GENERALE DE CONSERVARE – RESTAURARE LA NIVELUL COMPONENTELOR ARTISTICE DIN PIATRĂ DEPOZITATE NECORESPUNZĂTOR ÎN INCINTA ANSAMBLULUI

În funcție de viziunea de ansamblu asupra întregului amplasament a arhitectului coordonator și locul unde vor fi amplasate elementele din piatră sculptată identificate în incinta Curții Domnești, se recomandă un minim de operațiuni ce se impun a fi efectuate. În faza P.T, aceste propuneri se vor completa, în funcție de dezvoltarea studiilor asupra acestor elemente.

1. Tratament împotriva biodeteriogenilor, înainte de începerea operațiunilor de restaurare;
2. Îndepărtarea biodeteriogenilor, postbiocidare;
3. Operațiuni de preconsolidare/ consolidare a pietrei friabile/ decoezive;
4. Îndepărtarea și/ sau stabilizarea sărurilor;
5. Îndepărtarea prin metode mecanice-uscate, cât și prin metode fizico-chimice a depunerilor aderente și slab aderente;
6. Consolidarea materialelor friabile prin impregnare cu soluții de refacere a coeziunii;
7. Chituirea și plombarea zonelor lacunare marcate de diverse degradări;
8. Consolidarea fisurilor cu diverși adezivi și materiale de umplere;
9. Reîntregirea volumetrică a formei originale cu mortare de restaurare;
10. Reintegrarea cromatică și prezentarea estetică, operațiune care are în vedere redarea aspectului unitar;
11. Tratament preventiv de biocidare, după încheierea operațiunilor de conservare – restaurare;
12. Tratament de hidrofobizare a suprafețelor exterioare expuse factorilor exogeni;
13. Documentația de specialitate a intervenției;

- PROPUNERI DE CONSERVARE - RESTAURARE LA NIVELUL RUINELOR

Pentru implementarea metodologiei de intervenție nivelul zidurilor (ruine), din Ansamblul Curtea Domnească, trebuie respectate în primul rând soluția propusă de arhitect și avizată în cadrul proiectului.

Într-o primă etapă este necesar a se materializa recomandările expertului biolog (prezente în Expertiza biologică – parte a acestui studio), din care menționăm:

- Pentru tratarea biocrustelor formate din alge, briofite, licheni prezente pe suprafețele litice, în prealabil, este necesară efectuarea unui tratament cu o substanță biocidă, pe bază de săruri cuaternare de amoniu, urmată de o curățare mecanică a porțiunilor colonizate de biodeteriogeni.

- Întrucât arborii și arbuștii crescuți în apropierea zidurilor contribuie la degradarea monumentului, atât prin creșterea expansivă a rădăcinilor pe sub pietre, ducând la fisuri, desprinderi, dislocări, **este necesară curățarea întregului perimetru prin biocidarea la nivelul rădăcinilor, apoi desprinderea acestora dintre elementele litice.** Aceste operațiuni se vor efectua sub coordonarea unui restaurator piatră atestat în domeniul protejării monumentelor istorice.

De asemenea, unde situația o impune sunt necesare și următoarele operațiuni:

1. Preconsolidare/ consolidare a mortarelor și pietrei friabile/ decoezivă;
2. Îndepărtarea și/ sau stabilizarea sărurilor, de la nivelul pietrei și a mortarelor de rost existente;
3. Îndepărtarea mortarelor necorespunzătoare dintre rosturi;
4. Îndepărtarea depunerilor slab aderente și a celor aderente;
5. Refacerea coeziunii materiei friabilizate la nivelul pietrei și a mortarelor;
6. Chituirea lacunelor de la nivelul pietrei;

7. Rostuirea spațiilor dintre moloanele din piatră;
8. Integrarea cromatică și prezentarea estetică;
9. Tratamente de biocidare preventiv, după încheierea operațiunilor de consolidare și restaurare;
10. Tratamente de hidrofobizare a suprafețelor expuse factorilor exogeni;

Notă:

Pentru realizarea acestor recomandări se sugerează consultarea și acceptul arhitectului coordonator al proiectului general de restaurare, dar și a restauratorului de componente artistice dacă situația o va impune.

S.C. MOLDRESTCOM S.R.L.

SPECIALIST RESTAURATOR

DĂNILĂ GHEORGHÎȚĂ



8. BIBLIOGRAFIE

Releveele au fost preluate din SC A.G.D. SRL;

Iulian Olteanu -, „Piatra în Patrimoniul Românesc” - Degradări specifice și tratamente adecvate, Editura ACS, București, 2015;

Studiu istoric – preluat din „Raport de diagnostic arheologic Curtea Domnească de la Suceava (ruine), jud. Suceava”, 2023- întocmit de Dr. Monica Dejan, arheolog expert, responsabil, Ștefan Dejan, arheolog specialist, membru în colectiv.