

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NATIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190



EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ

SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NATIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190



Beneficiar: INSTITUTUL NAȚIONAL AL PATRIMONIULUI
CONSILIUL JUDEȚEAN HUNEDOARA

Executant: Expert M.C. Conf. univ. biolog dr. Livia Bucșă

Colaboratori: Conf. univ. biolog dr. Corneliu Bucșă

2018

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ

**SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL
GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ
NATIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA
MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190**

Beneficiar: INSTITUTUL NATIONAL AL PATRIMONIULUI
CONSILIUL JUDEȚEAN HUNEDOARA

Executant: Expert M.C. Conf. univ. biolog dr. Livia BUCŞA

Colaboratori: Conf. univ. biolog dr. Corneliu Bucşa

**EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL
GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ
ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190**

Cuprins

I.	Introducere	4
II.	Scurt istoric	4
III.	Rezultate.....	5
IV.	Concluzii	31
V.	Propuneri	32

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

I. Introducere

În cadrul proiectului „*Studii și investigații pentru Situl arheologic Sarmizegetusa, punct „Dealul Grădiștii”*”, am fost solicitați de Institutul Național al Patrimoniului, București, să efectuăm Expertiza biologică a sitului.

În acest scop, ne-am deplasat la fața locului pentru observații, prelevare de probe și efectuare de fotografii.

Probele prelevate au fost analizate în laborator pentru identificarea agenților de biodegradare.

Pe baza observațiilor din teren și a rezultatelor analizelor de laborator, prezentăm problemele de biodegradare pe componente principale ale sitului, lista speciilor identificate din structura biocrustelor, concluziile rezultate și propunerile de conservare adecvate.

II. Scurt istoric

Situl arheologic Grădiștea de Munte - Sarmisegetusa Regia, Comuna Orăștioara de Sus, Jud. Hunedoara face parte din cetățile dacice din Munții Orăștiei. Situată la o altitudine de 1.200 m este cea mai mare dintre cele șase fortificații dacice. Sarmisegetusa Regia a fost capitală, cel mai important centru militar, religios și politic al lumii dacice înaintea războaielor cu Imperiul Roman. Fortăreața a fost construită pe 5 terase antropogene, cu o suprafață de cca 30.000 mp. În partea centrală se află fortificația și zona sacră, iar pe restul teraselor au fost descoperite urmele unor aşezări civile.

Fortificația dacică inițială a fost afectată în cea mai mare parte de distrugerile și amenajările ulterioare războaielor daco-romane.

Descoperirea ruinelor de la Sarmisegetusa Regia a avut loc la începutul secolului al XIX-lea, dar prima campanie arheologică s-a desfășurat în anul 1924. După anul 1950, sub conducerea profesorului Constantin Daicoviciu, săpăturile au luat amploare și importanță deosebită a sitului a fost recunoscută. Ruinele cetății dacice Sarmisegetusa Regia au fost incluse pe lista Monumentelor Istorice cu codul HD-I-s-A-03190 și în Patrimoniul Cultural Mondial UNESCO.

Zona sacră se întinde pe două terase susținute de ziduri confectionate din blocuri de calcar, fără mortar. În acest perimetru au fost identificate vestigiile mai multor temple sub formă de patrulater (Templul mare de andezit, Templul patrulater mare, Templul patrulater mic, Templul mare de calcar, Templul mic de calcar,) și trei circulare (Templul circular mare, Templul circular mic și Altarul de andezit). Din structura templelor se păstrează plintele, parțial tamburii unor coloane și pilăstri care delimitau spațiul. Zidul de incintă care înconjoară fortificația are două porți de acces situate pe laturile de sud-vest și nord-est. Din zidul inițial se păstrează porțiuni de cca 1 m înălțime. Accesul spre zona sacră se făcea pe un drum pavat, din care o parte a fost decoperită, iar pentru alimentarea cu apă și evacuarea acesteia s-au utilizat jgheaburi din piatră din care se păstrează anumite porțiuni.

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

III. REZULTATE

3.1. Zidul de incintă

3.1.1. Poarta de vest

Poarta de vest, latura de nord.

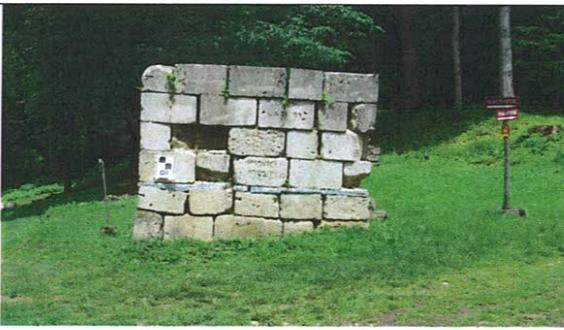
Partea superioară a porții a fost reconstituită în anii 1979-1982, din blocuri de piatră calcaroasă de Podeni, moloanele de piatră fiind amplasate peste cele originale și separate de acestea printr-o șapă de beton vopsită cu albastru.

Zidăria porții este alcătuită din blocuri de piatră calcaroasă de vechime diferită (Foto nr. 1).	
Foto nr. 1	
Pe latura spre vest, primele două asize de la bază sunt alcătuite din blocuri vechi și au un nivel redus al degradărilor fizico-mecanice. Biocrusta de la bază, formată preponderent din mușchi și licheni, are o acoperire mai mare, față de partea superioară (Foto nr. 2). Printre rosturile blocurilor de piatră s-au dezvoltat ferigi și mici plante ierboase.	
Foto nr. 2	
În partea superioară, mai multe blocuri au porțiuni dezintegrate recent și pierderi de material consistentă (Foto nr. 3). Pe suprafețele blocurilor se observă o crustă de culoare neagră, formată din alge verzi moarte cf. Buletinului de analiză anexat – Proba nr. 1.	
Foto nr. 3	

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Între crustele de culoare neagră sunt vizibile coloniile de licheni crustoși, de culoare albă, din genul <i>Aspicilia</i> (Foto nr. 4).	
	Foto nr. 4
Sub bucațile de piatră, desprinse din blocurile dezintegrate, se ascund insecte, izopode, melci, șopârle etc. (Foto nr. 5).	
	Foto nr. 5

Fețele spre sud și est conțin doar blocuri noi de piatră, nu sunt umbrite de vegetație și ca urmare, biocrustele sunt mult mai reduse ca extindere (Foto nr. 6 și 7).

	
Foto nr. 6	Foto nr. 7

Biocrustele sunt mai bine dezvoltate în cavitățile blocurilor dezintegrate, unde se poate menține o umiditate mai ridicată, pe o perioadă mai lungă de timp (Foto nr. 8).	
	Foto nr. 8

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Poarta, se continuă spre nord cu zidul de incintă, format din trei sau patru asize de piatră veche (Foto nr. 9). Umbra menținută de arborii din pădurea în care se află construcția au favorizat dezvoltarea unei biocruste extinse și formate predominant din specii de mușchi și ferigi. Extinderea biocrustelor pe suprafețele verticale depinde, în special, de neregularitățile pietrei. Pe blocurile cu numeroase cavități, crustele sunt mai extinse și pe lângă mușchi s-au dezvoltat și specii de ferigi din genul *Asplenium* (Foto nr. 10).



Foto nr. 9

Foto nr. 10

Poarta de vest, latura de sud

Partea superioară a porții a fost reconstituită în anii 1979-1982, materialul nou adăugat fiind așezat deasupra unei șape din mortar de ciment, vopsit ulterior în albastru. Blocurile noi sunt de piatră calcaroasă de Podeni (Foto nr. 11).

Fața de sud- vest prezintă biocruste pe ambele tipuri de piatră, dar ele sunt mai extinse pe nivelul inferior și formate preponderent din mușchi și alge verzi (Foto nr. 11). La blocurile superioare predomină lichenii crustoși.

Fata spre nord-vest are cea mai extinsă biocrustă (Foto nr. 12). Printre rosturile blocurilor de piatră s-au dezvoltat ferigi din genul *Asplenium* și mici plante ierboase (Foto nr. 13). Fața de sud are cea mai redusă biocrustă (Foto nr. 14).

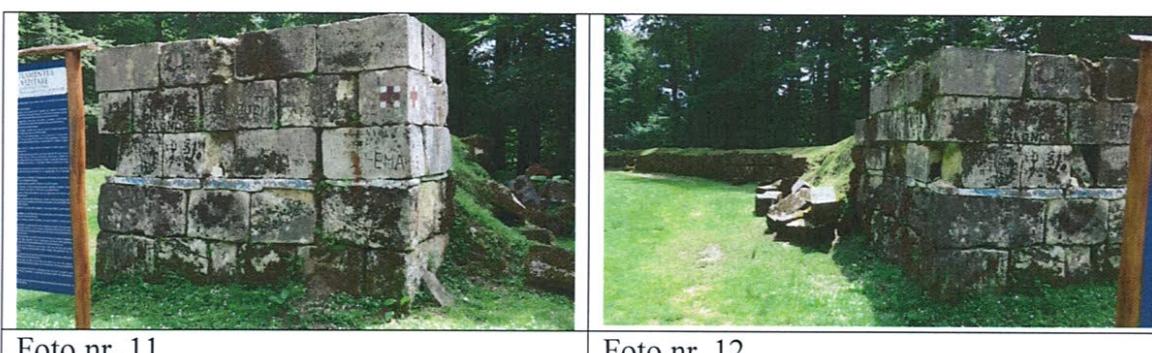


Foto nr. 11

Foto nr. 12



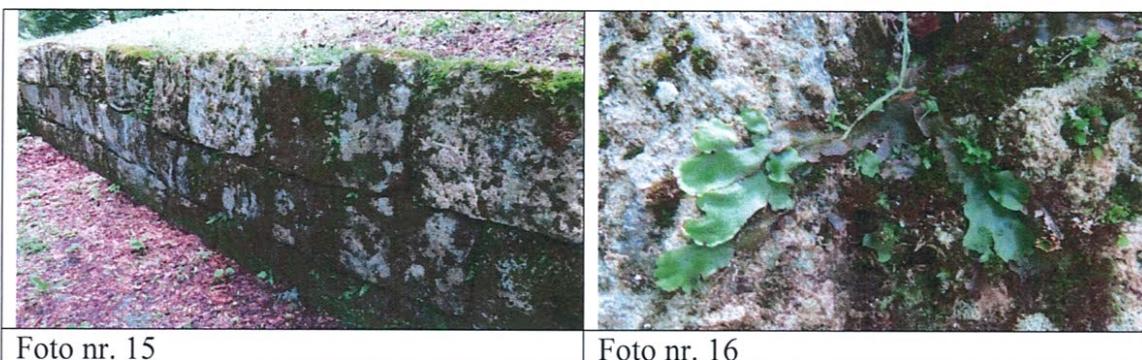
Foto nr. 13

Foto nr. 14

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

După porțiunea care delimită poarta, zidul de incintă are blocurile de piatră dislocate și prăbușite pe cca 4 m lungime (Foto nr. 12).

Zidul format din trei rânduri de blocuri, se continuă pe laturile de sud și sud-est într-o zonă mărginită de vegetația arboricolă. Blocurile sunt acoperite parțial, și în proporții diferite de un strat consistent de biocrustă formată preponderent din mușchi (Foto nr. 15). La nivelul pietrelor de la bază au fost identificați mușchi hepatici, specia *Conocephalum conicum* (Foto nr. 16), iar pe părțile superioare, în special pe suprafețele orizontale, predomină mușchiul *Cirriphyllum piriferum*.



3.1.2. Poarta de est

Poarta de est, latura de nord

A fost excavat doar un mic fragment din zona porții. Partea superioară a fost reconstituită în anii 1979-1982, delimitarea între blocurile vechi și cele noi fiind făcută printr-o șapă de mortar. Au fost adăugate două rânduri de blocuri de piatră calcaroasă de Podeni (Foto nr. 17 și 18).



Fețele expuse spre sud sunt acoperite în proporție foarte redusă de creșterile biologice, iar pe fețele orientate spre de vest, predominant un biofilm format preponderent din alge verzi (Foto nr. 19). Printre blocurile de piatră și în cavitățile acestora s-au dezvoltat mici plante ierboase, insectele și șopârlele găsindu-și adăpost în aceste spații (Foto nr. 20).

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190



Foto nr. 19



Foto nr. 20

Poarta de est, latura de sud

Această latură a porții este în continuarea zidului care vine dinspre sud și a fost completată cu două rânduri de piatră calcaroasă de Podeni (Foto nr. 21).

Toate laturile sunt acoperite, în proporție ridicată, de creșterile biologice. La bază, pe fața de nord-est, predomină un biofilm format din coloniile de alge verzi, cianobacterii și mușchi hepatici, specia *Conocephalum conicum* (Foto nr. 22).



Foto nr. 21



Foto nr. 22

Pe fețele de sud-vest ale blocurilor, la baza porții și în continuare la zidul de incintă, este o biocrustă în care predomină mușchii (Foto nr. 23). În spațiile dintre blocurile de piatră s-au dezvoltat ferigi și mici plante ierboase (Foto nr. 24).

Pe anumit portiuni se adună și stagnează apă din precipitații, cea ce contribuie la menținerea unei umidități ridicate la nivelul blocurilor de la bază. Cea mai mare parte a zidului este umbrită de vegetația arboricolă a pădurii.



Foto nr. 23



Foto nr. 24

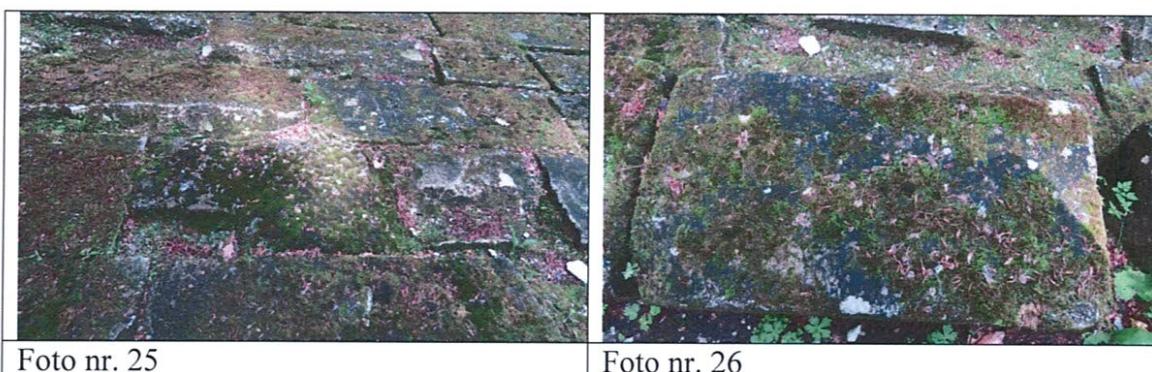
EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

3.1.3. Drumul pavat

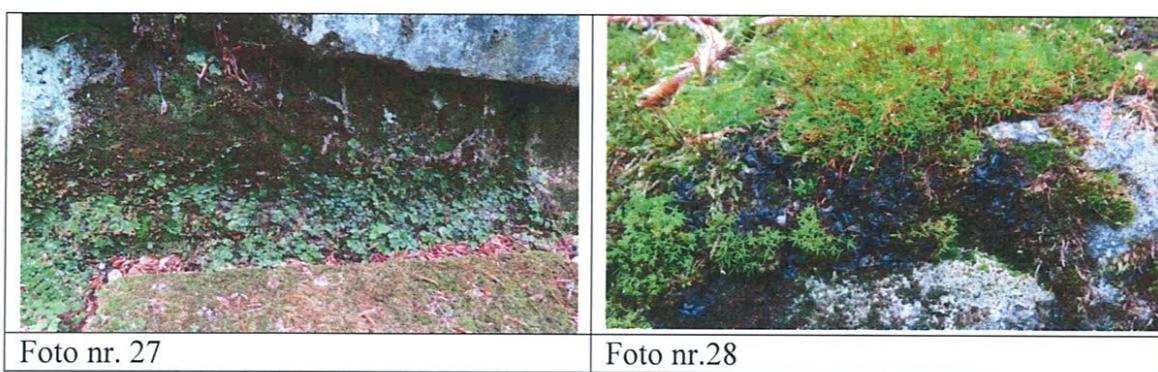
Accesul spre zona sacră, se făcea printr-un drum pavat, dinspre sud-vest. O parte din acest drum a fost excavat la săpăturile efectuate în anii '70 (Foto nr. 25). Drumul este pavat cu lespezi de calcar originale (cca 25%) și completate cu lespezi din piatră de Podeni fiind mărginit pe latura de nord-vest cu o bordură din blocuri de calcar (Foto nr.26).



Suprafața lespezilor este acoperită în proporție de peste 90% de o biocrustă vegetală formată preponderent din mușchi și licheni de culoare neagră (Foto nr. 25 și 26). Dintre mușchi au fost identificate speciile: *Calliergon cuspidatum*, frecvent întâlnită în medii calcaroase și umede, *Amphidium mougeotti* care are preferințe pentru rocile acide și stâncării, *Cirriphyllum piriferum* și *Dicranum scoparium* o specie comună pe multe substraturi.



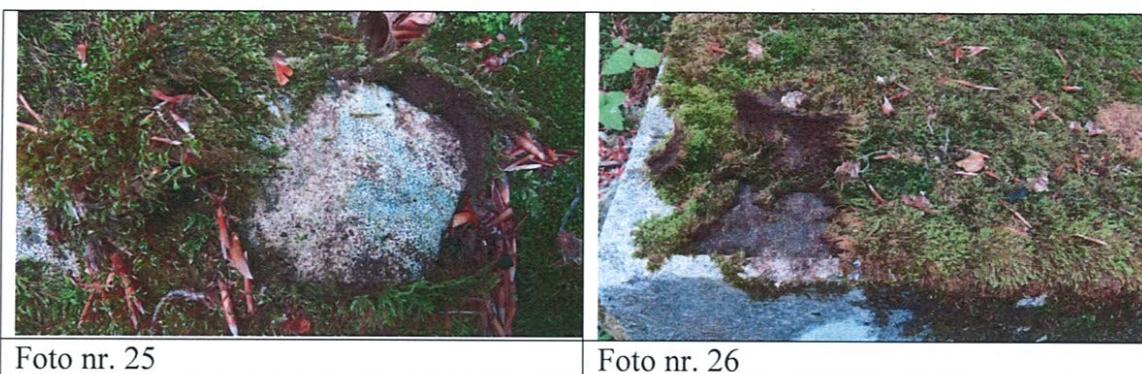
Pe zona marginală și baza bordurii este extins mușchiul hepatic *Lunularia cruciata* (Foto nr. 27), iar pe partea superioară a bordurii, printre mușchii din specia *Dicranum scoparium*, sunt dezvoltați licheni, de culoare neagră, din genul *Collema* (Foto nr.28).



EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Acoperirea drumului pavat cu o crustă biogenă, extinsă pe aproape toată suprafața, se explică prin poziția orizontală a pietrelor, contactul direct cu solul, umbra permanentă menținută de vegetația arboricolă a pădurii. Depunerile de frunze și plante moarte, precum și nisipul și mâlul adus de apele pluviale care se scurg pe acest segment, vin să contribuie la dezvoltarea vegetației de plante inferioare.

Din testele efectuate, a reieșit, că biocrusta formată din mușchi aparținând speciilor *Dicranum scoparium* (Foto nr. 25) și *Cirriphyllum piriferum* (Foto nr. 26) are o aderență redusă la suport și se poate ușor îndepărta.



3.2. Zona sacră

3.2.1. Terasa X -Templul mare de andezit

Din acest edificiu se păstrează plintele cu diametru de cca 2 m și într-un caz este identificată baza unei coloane – ultima piesă dispusă spre nord a rândului din mijloc (Foto nr. 27).



Foto nr. 27

Plintele prezintă biocrustele foarte diferențiat dezvoltate în funcție de așezarea lor și gradul de insolație. Cele care sunt situate pe latura de nord-vest, la marginea spre zona împădurită, unde se menține umbra, sunt acoperite aproape total de o vegetație formată din mușchi (Foto nr. 28). Suprafața acoperită de biocrustă scade proporțional cu expunerea la radiația solară; în consecință plintele situate pe latura de sud-est au

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

doar mici porțiuni colonizate de mușchi (Foto nr. 29). Între cele două extreme sunt diferite stadii de acoperire.

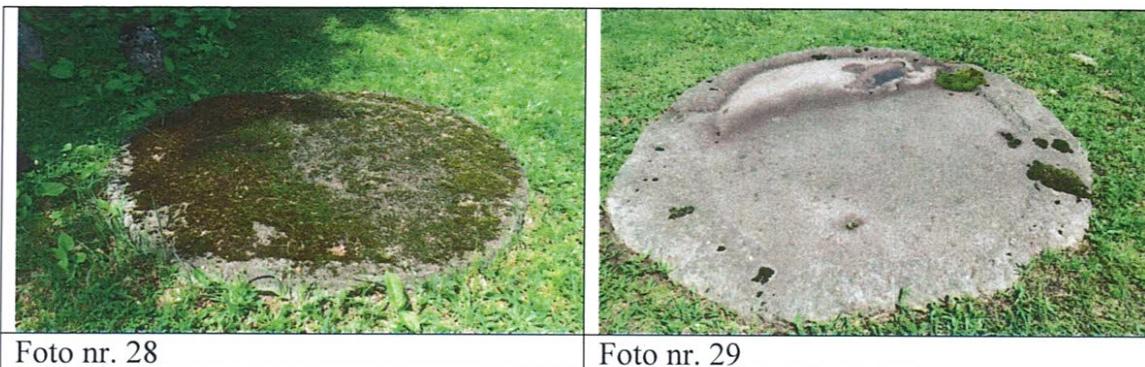


Foto nr. 28

Foto nr. 29

Pe latura de nord-est, pe lângă mușchi sunt prezente și colonii de licheni din specia *Parmelia conspersa* și genurile *Phyiscia* și *Aspicilia* (Foto nr. 30). O parte din plinte prezintă crăpături în care s-au dezvoltat mici plante ierboase (Foto nr. 31).

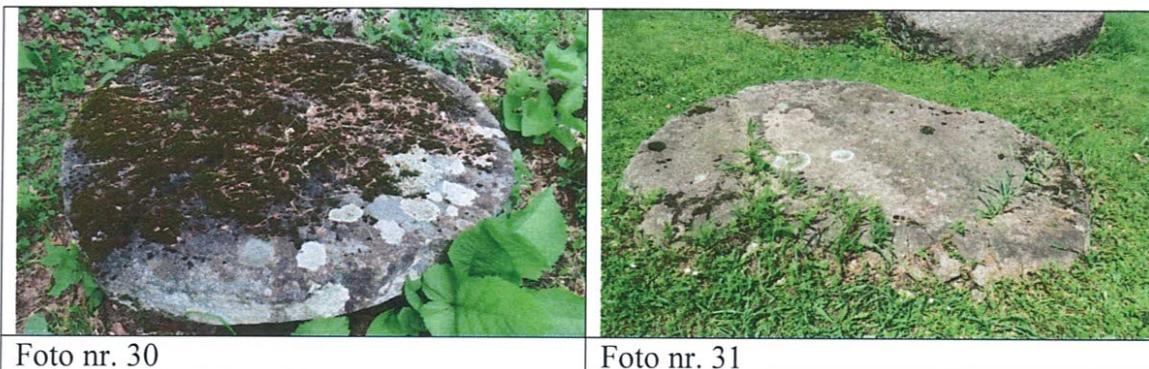


Foto nr. 30

Foto nr. 31

Din testele efectuate, a reieșit, că o parte din mușchi s-au format pe stratul de sol acumulat în denivelările suportului și sunt ușor de îndepărtat (Foto nr. 32), în timp ce mușchii din specia *Breutelia chrysocoma*, care sunt fixați prin rizoizi de structura pietrei se îndepărtează dificil (Foto nr. 33).

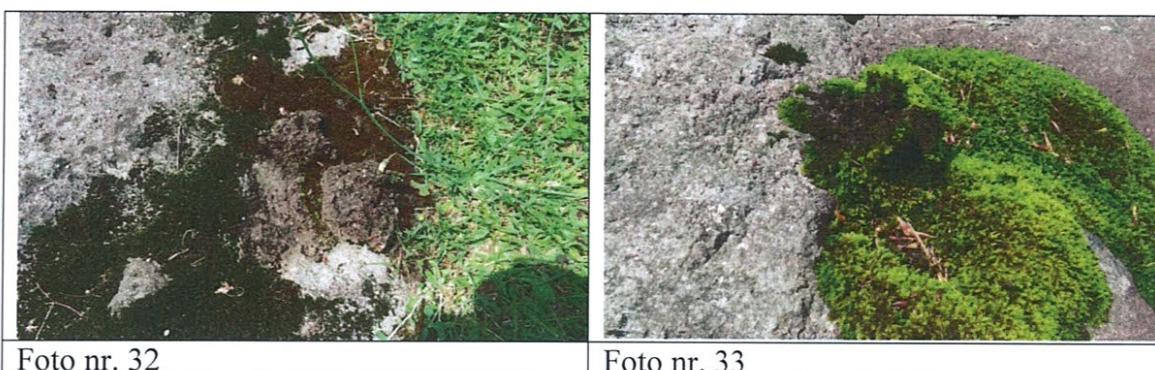
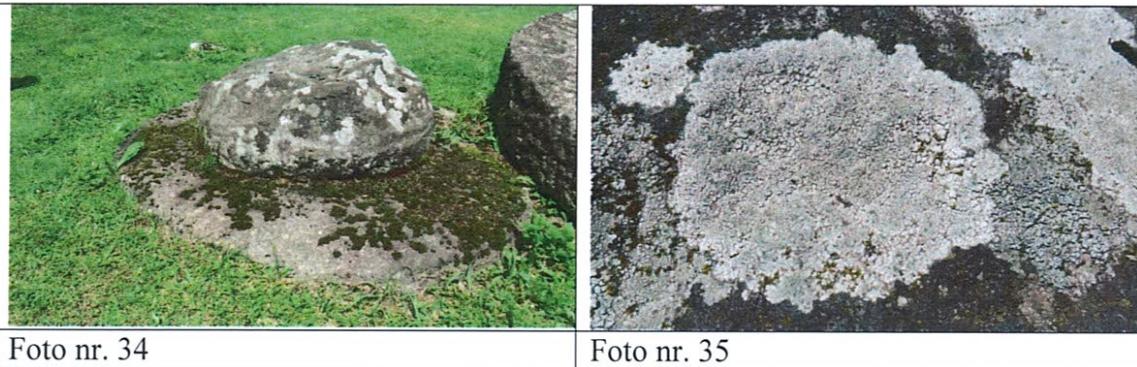


Foto nr. 32

Foto nr. 33

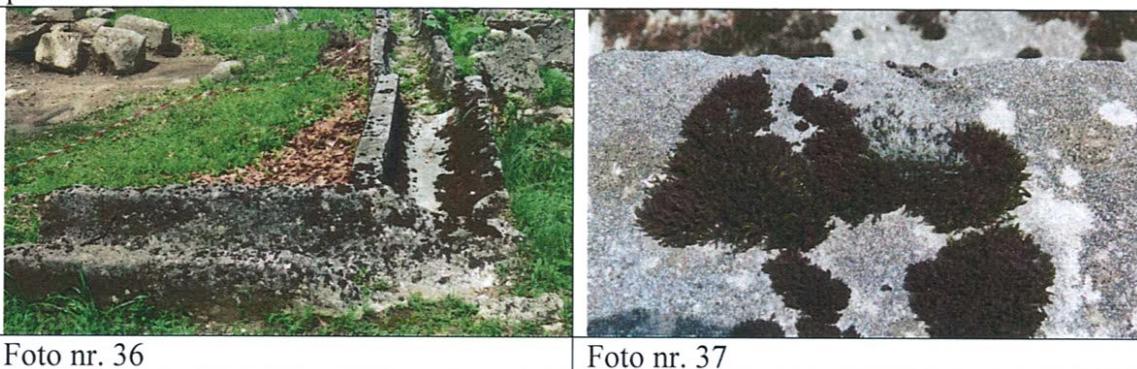
Din baza coloanelor au rămas puține urme și una dintre ele prezintă o biocrustă formată preponderent din licheni (Foto nr. 34), care aparțin genurilor *Parmelia*, *Phyiscia* și *Aspicilia* (Foto nr. 35).



3.2.2. Jgeabul

Jgeabul situat pe latura de sud-vest a Templului mare de andezit (Foto nr. 36) este colonizat de licheni din genul *Grimnia*, cu fire lungi albicioase care îi conferă un aspect lânos și specia *Dryptodon patens* de culoare verde închis, spre brun (Foto nr. 37) și licheni din genul *Aspicilia*.

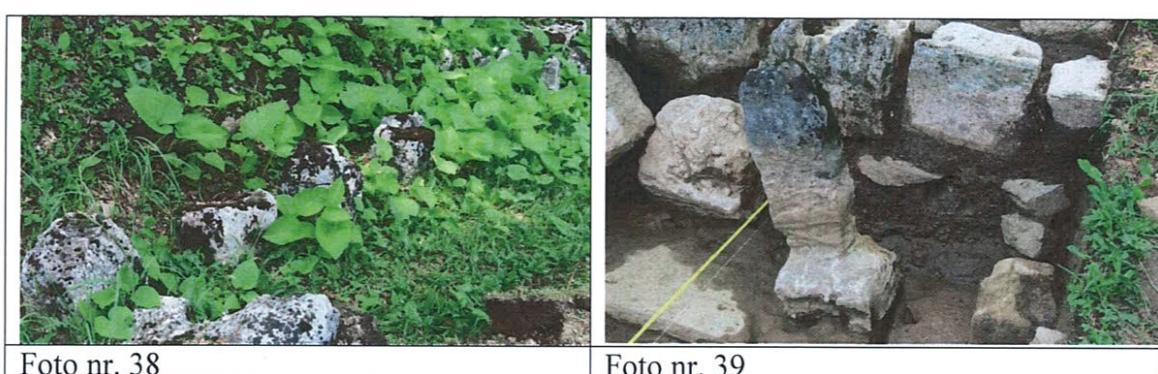
Pe o parte a jgeabului, unde s-au depus resturi vegetale și nisip, s-au dezvoltat și plante ierboase.



3.2.3. Templul vechi

Pe latura spre nord-vest, la marginea Templului mare de andezit, se păstrează o serie de pilăstri din calcar, care se presupune că au aparținut unui templu mai vechi (Foto nr. 38).

Cea mai mare parte a pilăstrilor este acoperită de sol, afirmație confirmată de săpăturile arheologice realizate în anii '70 și de cele desfășurate în luna mai din acest an (Foto nr. 39).



Pe porțiunile expuse, pilăstribi sunt acoperiți de o crustă formată din mușchi care aparțin genului *Grimnia* și licheni crustoși din specia *Lecidea tenebrosa* (Foto nr. 40 și 41).

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Testele efectuate au dovedit aderența puternică a lichenilor la suportul din piatră. Îndepărarea lor este posibilă doar cu ajutorul soluțiilor biocide.



3.2.4. Terasa IX. Templul patrulater mare

În interiorul patrulaterului se păstrează baza a 15 coloane de andezit. Laturile sunt delimitate de pilăstri, în mare parte originali (Foto nr. 42).

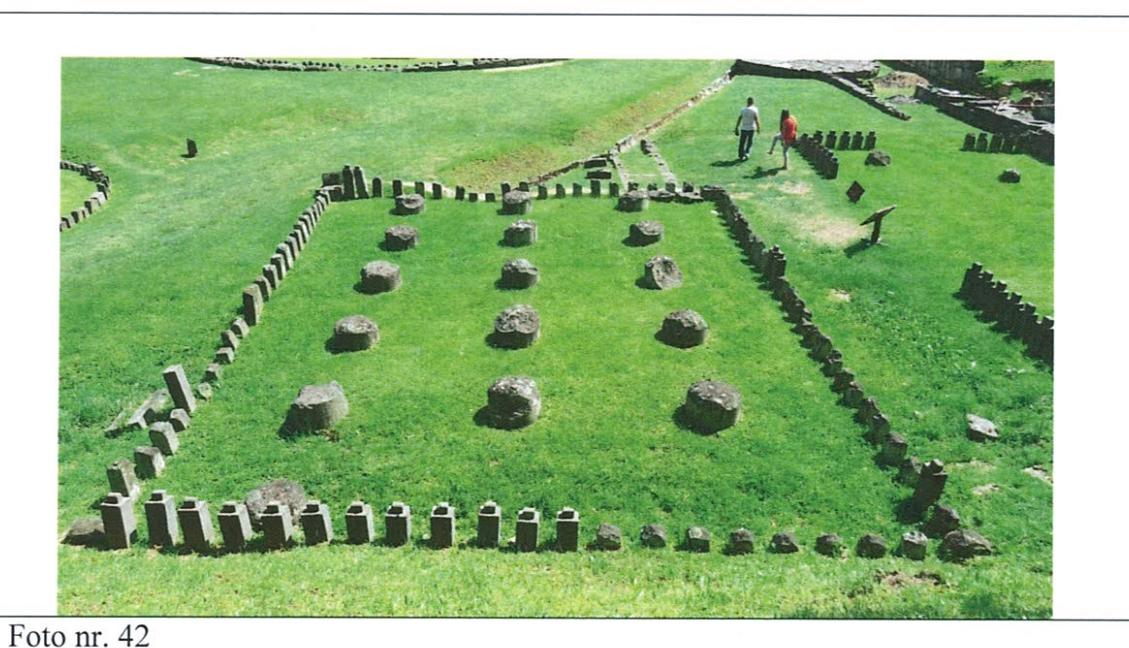
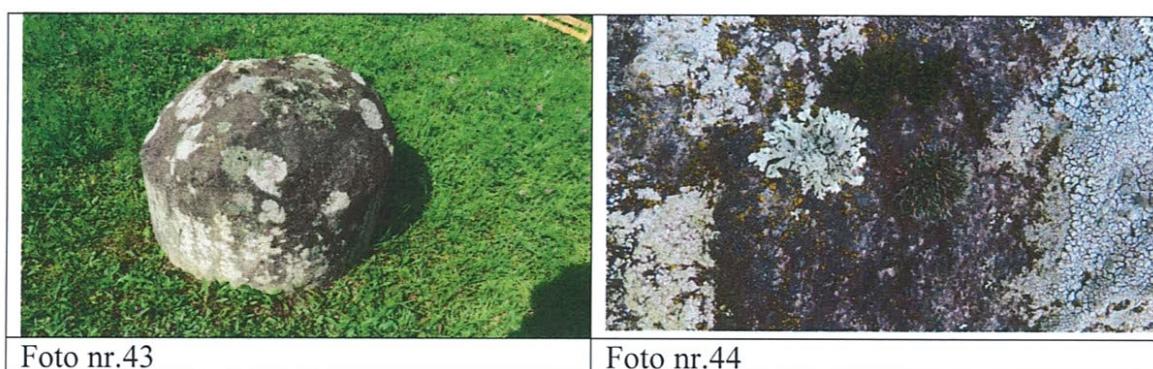


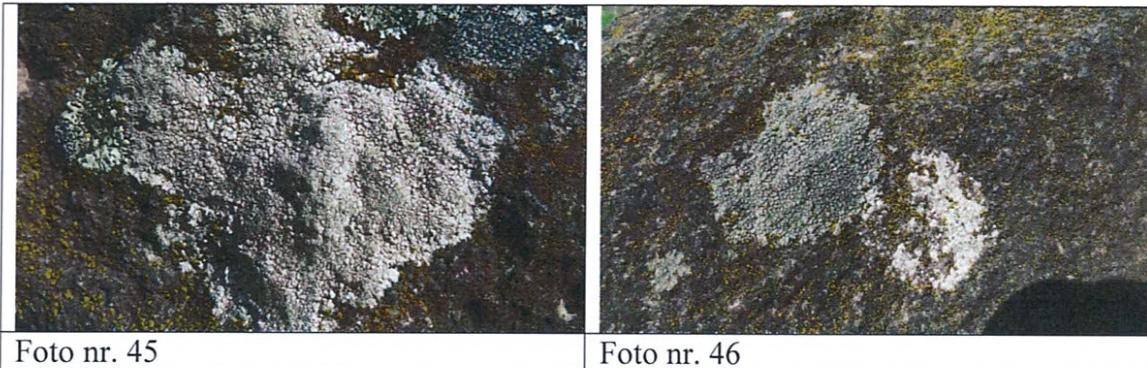
Foto nr. 42

Pe suprafața coloanelor s-a dezvoltat o biocrustă formată din licheni (Foto nr. 43) și pe suprafete restrânse se observă și pernuțe de mușchi din speciile *Grimmia pulvinata* cu fire de păr argintii și *Dryptodon patens* de culoare verde închis (Foto nr. 44).



EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Dintre speciile de licheni prezente pe majoritatea coloanelor amintim pe cele din genurile *Buellia* cu talul crustos și deschis la culoare (Foto nr. 45), *Parmelia* cu talul foliaceu de culoare cenușiu-verzui (Foto nr. 44), *Candelaria* cu tal de culoare galbenă (Foto nr. 45 și 46).

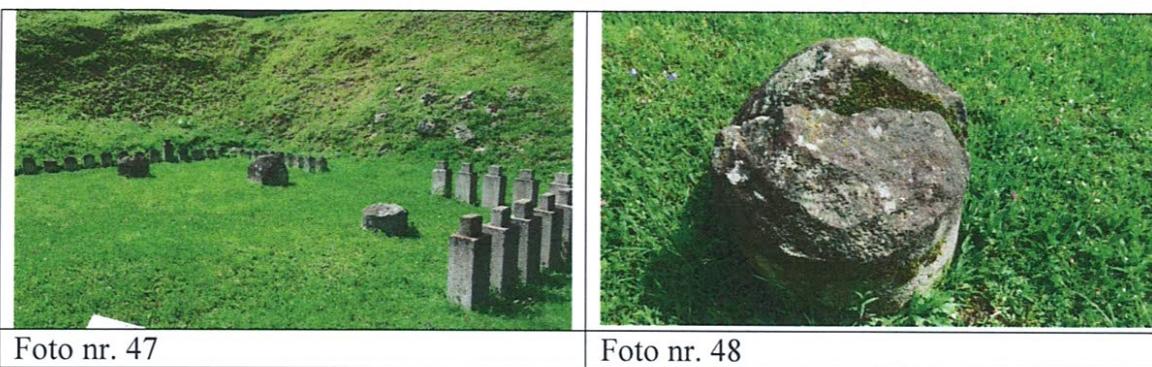


Pilaștri originali sunt colonizați de aceleași specii de licheni ca și bazele de coloane între care predomină genul *Buellia*.

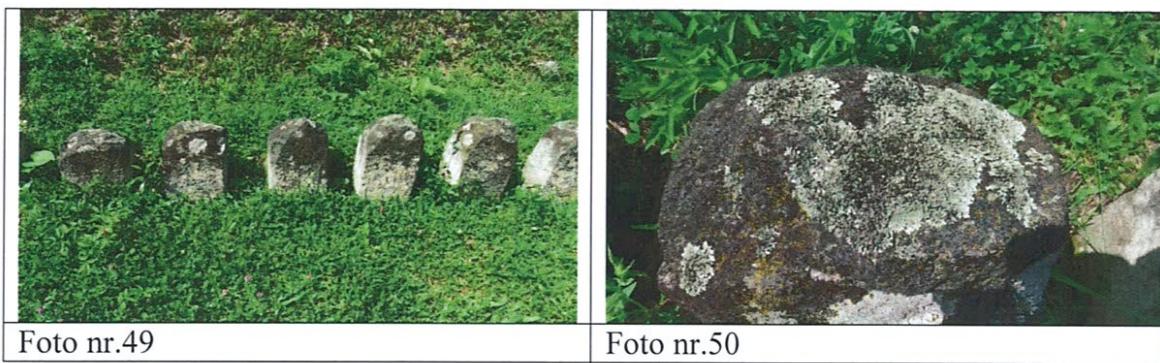
3.2.5. Templul patrulater mic

Acest templu este așezat lângă Templul patrulater mare și conține doar trei resturi de coloane și mai mulți pilaștri originali (Foto nr. 47).

Suprafața resturilor de coloane este acoperită de o crustă biogenă formată din specii de licheni similari cu cei de la coloanele din Templul patrulater mare. La una din coloane, care este crăpată în mijloc, pe lângă licheni s-a extins și mușchiul *Cirriphyllum piliferum* (Foto nr. 48). Deși este expus la o insolație puternică, în crăpătură se reține apa din precipitații și mușchiul poate rezista.



La pilaștrii întâlnim aceeași compoziție a biocrustei ca și la cei de la Templul mare patrulater (Foto nr.49). Coloniile cele mai extinse ca dimensiuni aparțin speciei *Parmelia conspersa* (Foto nr. 50).



EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

3.2.6. Templul circular mare sau Sanctuarul mare circular sau Sanctuarul calendar

Delimitarea este formată dintr-un rând de blocuri de piatră spre exterior, dublate de un rând de pilaștri din piatră spre interior, ambele din andezit (Foto nr. 51).



Foto nr. 51

Biocrusta care s-a dezvoltat pe piatră, diferă în funcție de punctele cardinale. Pe laturile de sud și sud-est biocrusta este formată vizibil doar din licheni, în special crustoși (Foto nr. 52). Cele mai extinse colonii aparțin genului *Buellia* (Foto nr.53) care sunt denumiți și „licheni disc”



Foto nr. 52



Foto nr. 53

Pe laturile de nord-vest, nord și nord-est sunt prezenți mușchii care acoperă treptat suprafețe tot mai extinse (Foto nr. 54 și 55).



Foto nr. 54



Foto nr. 55

3.2.7. Altarul de andezit sau Discul mare de andezit

Această platformă este alcătuită dintr-o fundație formată din blocuri de piatră calcaroasă peste care au fost montate plăcile radiale din andezit (Foto nr. 56).



Foto nr. 56

La nivelul vizibil al fundației, piatra este colonizată pe laturile de nord și nord-est de mușchii hepatici din specia *Lunularia cruciata* (Foto nr. 57 și 58) și ferigi din specia *Asplenium trichomanes* (Foto nr. 59), mușchi și mici plante ierboase (Foto nr. 60).



Foto nr. 57



Foto nr. 58



Foto nr. 59

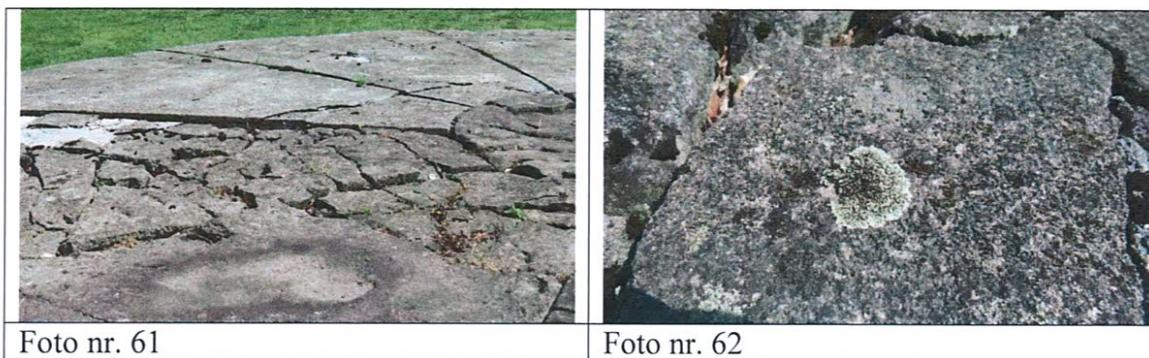


Foto nr. 60

Discul de andezit, care se păstrează parțial, este degradat fizico-mecanic – spart în numeroase fragmente. Printre fragmente s-au dezvoltat plante ierboase (Foto nr. 61). Biocrusta este prezentă pe anumite porțiuni și este formată predominant din licheni,

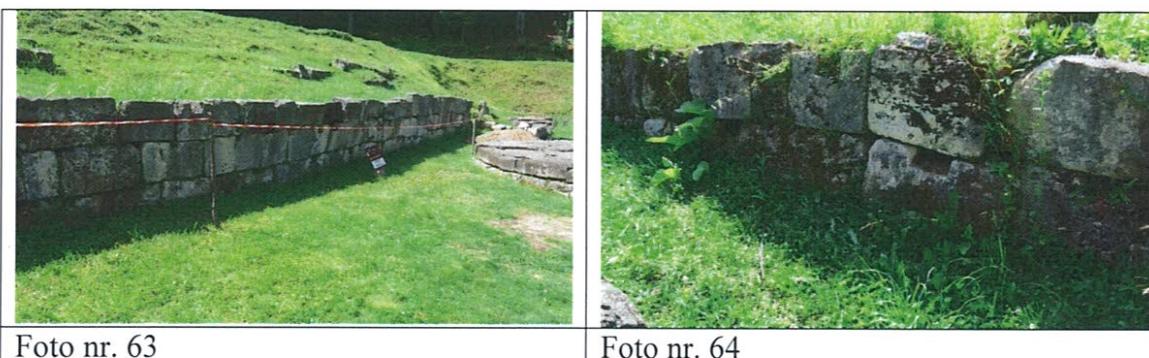
EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

dintre care se remarcă *Lecanora muralis* care se poate dezvolta pe o mare varietate de roci (Foto nr. 62).



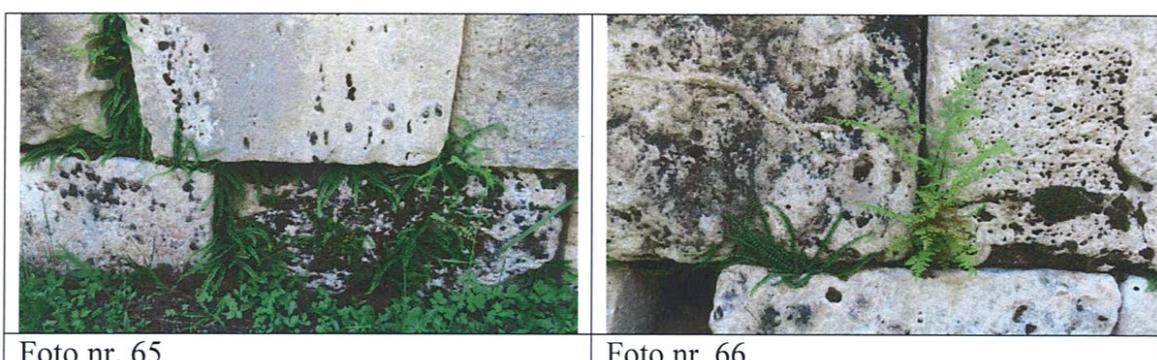
3.2.8. Zidul de sprijin al terasei X

Fragmentul de zid de sprijin care se păstrează este compus din blocuri de calcar pe două și trei rânduri (Foto nr. 63). Suprafața blocurilor este acoperită de o biocrustă formată preponderent din mușchi, ferigi și plante ierboase (Foto nr. 64).



În zona bazală și în rosturile dintre blocurile de piatră cresc ferigi din specia *Asplenium trichomanes* (Foto nr. 65) și câteva exemplare de *Dryopteris expansa* (Foto nr. 66), iar în cavitățile pietrelor s-au dezvoltat pernuțe de mușchi.

Partea superioară a blocurilor este acoperită de un strat subțire de sol și vegetație ierboasă (Foto nr. 63).



3.2.9.Templul mic de calcar

Sunt păstrate trei șiruri de plinte circulare care au servit ca suport pentru coloane din piatră sau lemn (Foto nr. 67).



Foto nr. 67

Stare de conservare a plintelor este diferită. Cele care sunt fragmentate în mai multe bucăți și cele în care s-au format cavități adânci încep să fie acoperite de sol și vegetația ierboasă dezvoltată între fragmente sau în cavități (Foto nr. 68 și 69).



Foto nr.68



Foto nr.69

Pe plintele situate pe latura spre nord-vest și umbrite de vegetația arboricolă a pădurii s-a dezvoltat o biocrustă mai extinsă formată din mușchi (Foto nr.70 și 71).

Cel mai bine sunt conservate plintele adăugate o dată cu intervențiile de restaurare desfășurate în perioada 1979-1982 care au suprafața regulată și bombată, deoarece apa din precipitații nu poate stagna pe ele.

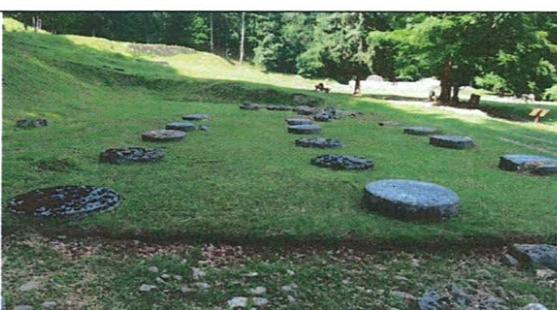


Foto nr. 70



Foto nr. 71

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

3.2.10.Templul mare de calcar

La acest templu o parte din plinte sunt așezate pe un soclu de zidărie circulară, din piatră spartă (etapa a III-a cf. Ioan Glodariu) și altele sunt așezate pe un strat de pietriș mărunt (etapa a II-a cf. Ioan Glodariu). Pe două laturi s-au realizat rigole pentru preluarea apelor pluviale (Foto nr. 72).



Foto nr. 72

Și în acest caz, acoperirea suprafețelor cu o biocrustă este diferită după așezarea față de punctele cardinale și starea de conservare a pietrei.

Pe plintele situate pe latura spre nord-vest și umbrite de vegetația arboricolă a pădurii, s-a dezvoltat o biocrustă mai extinsă formată preponderent din mușchi (Foto nr. 73 și 74).



Foto nr.73



Foto nr.74

Pe cele cu suprafețe neregulate și multe cavități, pe lângă mușchi, au apărut și mici plante ierboase (Foto nr. 75 și 65).



Foto nr. 75



Foto nr. 76

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Pe lângă mușchi, pe unele plinte, sunt vizibili și licheni crustoși de culoare neagră, din genul *Lecidea* (Foto nr. 77 și 78).



Foto nr. 77



Foto nr. 78

Plintele situate pe socluri de zidărie au stare de conservare mai bună și biocrusta formată din mușchi este prezentă pe porțiuni reduse (Foto nr. 79 și 80).



Foto nr. 79



Foto nr. 80

3.2.11. Blocurile de calcar de lângă Templul mic de calcar

Blocurile prezintă o degradare recentă și evolutivă, prin desprinderea unor fragmente care sunt friabile la atingere (Foto nr. 81). O probă de piatră desprinsă a fost analizată în laborator (Foto nr. 82). Fragmentul s-a desprins recent, dintr-o crăpătură mai veche a blocului. Stratul de culoare închisă este format din colonii de alge verzi moarte și este urmat de un strat de culoare verde deschis, format din alge verzi vii, conform Buletinului de analiză anexat. Pe partea opusă se observă structura poroasă a pietrei fosilifere și într-un colț, colorat în verde, se disting coloniile de alge verzi. Această probă ilustrează succesiunea colonizării pietrei calcaroase cu alge verzi, pe porțiunile unde ajunge lumina solară. Algele moarte rămân fixate de suportul poros și constituie un substrat nutritiv pentru alte grupe de organisme cum sunt: micromicetele, lichenii și mușchii.



Foto nr. 81



Foto nr. 82

3.2.12. Turnul pentagonal

Ruinele Turnului pentagonal sunt amplasate în zona împădurită și câțiva fagi au rădăcinile extinse în structura zidăriei (Foto nr. 83).



Foto nr. 83

Zidăria turnului a fost confecționată din blocuri de piatră calcaroasă și pe latura de sud-est este prăbușită pe cca 3 m lungime (Foto nr. 84). Pe latura de nord zidul a fost împins în afară de rădăcinile fagilor și este proptit (Foto nr. 85), iar pe o porțiune de cca 3 m, blocurile au fost deja dislocate (Foto nr. 86).



Foto nr. 84



Foto nr. 85

Blocurile de piatră, în zonele bazale, sunt colonizate de alge verzi, mușchi și între rosturi s-au dezvoltat ferigi (Foto nr. 86 și 87).



Foto nr. 86

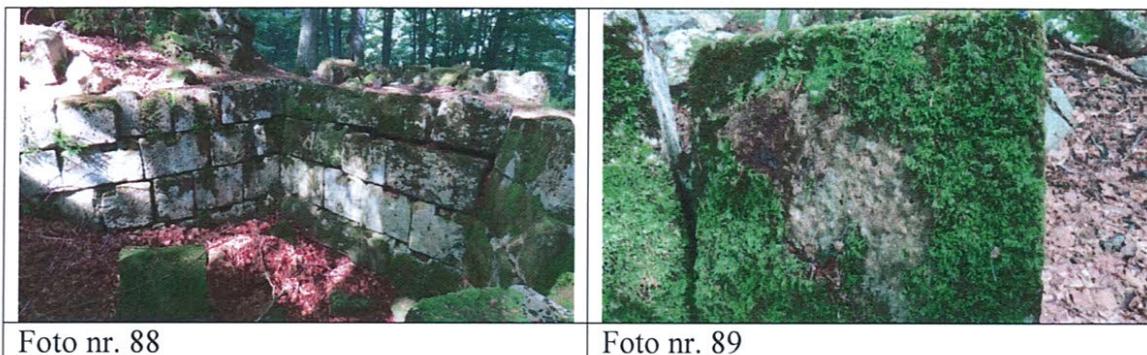


Foto nr. 87

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Latura spre interior a blocurilor este colonizată pe suprafețe mai mari de mușchi (Foto nr. 88), dintre care amintim *Cirriphyllum piliferum*, *Politrichum sp.* și cea mai extinsă specie care este *Homalothecium sericeum*.

Testele efectuate pe crustele populate de *Homalothecium sericeum*, au indicat o desprindere ușoară a talului de pe suport (Foto nr. 89)

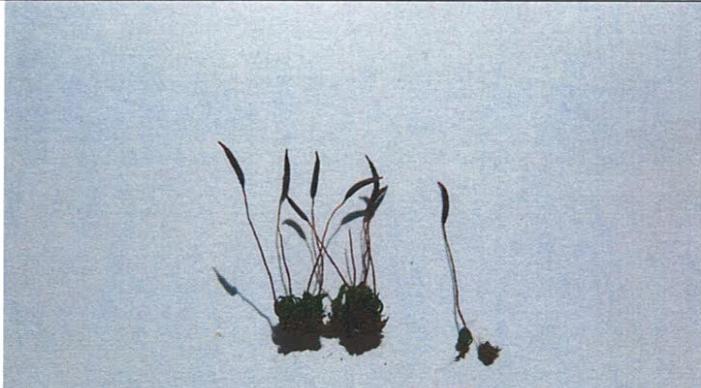


3.3. Listă de specii identificate

Vom prezenta lista speciilor de plante inferioare identificate din biocrustele care s-au dezvoltat pe monumentele din Situl arheologic Sarmisegetusa, cu specificația că diversitatea lor este mai mare, dar în prezentul studiu, am considerat necesar să le cuprindem doar pe cele mai frecvent întâlnite și care au rol în degradarea suporturilor din piatră.

Bryophita (Mușchi)	
<i>Conocephalum conicum</i> (L) Underw. Specie comună pe roci umede și umbrite (Foto nr. 90).	 Foto nr. 90
<i>Lunularia cruciata</i> (L.) Dum. Specie comună în păduri, grădini, pe roci umede și umbrite. (Foto nr. 91).	 Foto nr. 91

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

<p><i>Torula muralis</i> Hedw. Specie comună în habitatele antropice, se dezvoltă și pe piatra calcaroasă și pe gresii (Foto nr. 92 și 93).</p>	
	Foto nr. 92
	
	Foto nr. 93
<p><i>Dicranum scoparium</i> Hedw. Specie comună pe multe substraturi ca solul, rocile, copacii și lemnul putred. Se îndepărtează ușor (Foto nr. 94 și 95).</p>	
	Foto nr. 94
	
	Foto nr. 95

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

<p><i>Caliergon cuspidatum</i> (Hedw.) Kindb, syn. <i>Acrocladium cuspidatum</i> (Hedw) Lindb. Frecvent întâlnită în medii bogate în calcar și locuri foarte umede (Foto nr. 96 și 97).</p>	
	<p>Foto nr. 96</p>
<p><i>Amphidium mougeotti</i> (Hedw.) Schimp. Frecventă în crevasele rocilor și pe stânci. Fructificațiile sunt rare (Foto nr. 98).</p>	
<p><i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout. Comună în locuri umede și umbrite, pe sol, calcar sau argilă (Foto nr. 99).</p>	
	<p>Foto nr. 99</p>

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

<i>Breutelia sp.</i> (Foto nr.100).	
	Foto nr. 100
<i>Breutelia chrysocoma</i> (Hedw) Lindb Comună în zonele montane pe stânci, soluri umede, zone mlăștinoase (Foto nr. 101).	
	Foto nr. 101
<i>Grimmia sp.</i> (Foto nr. 102 și 103).	
	Foto nr. 102
	
	Foto nr. 103

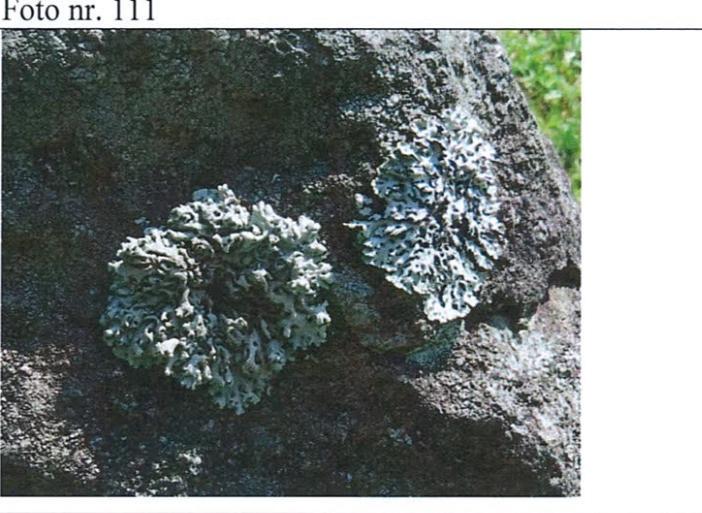
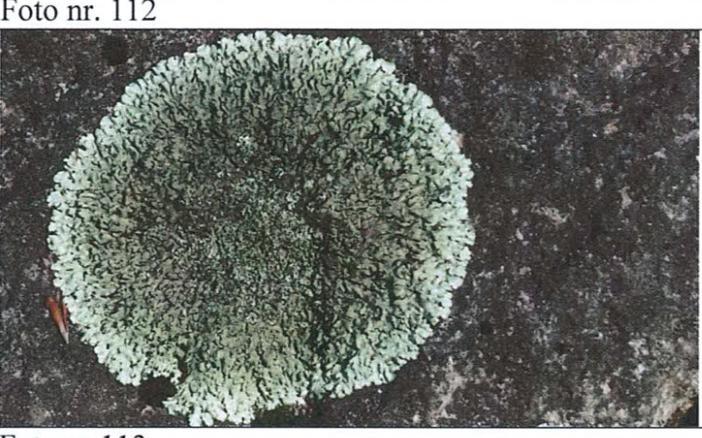
EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

<p><i>Grimmia pulvinata</i>. Specie comună formând pernițe rotunde pe roci, pereți, învelitori și mortare (Foto nr. 104).</p>	 Foto nr. 104
<p><i>Dryptodon patens</i> (Hedw) Brid. Syn <i>Grimmia patens</i> (Hedw) Br. Eur. Nu este o specie comună se găsește în zone montane pe roci umede la altitudini mai mari (Foto nr. 105).</p>	 Foto nr. 105
<p><i>Lichenopyta (Licheni)</i> <i>Aspicilia</i> sp. Genul cuprinde specii comune pe rocile calcaroase (Foto nr. 106).</p>	 Foto nr. 106

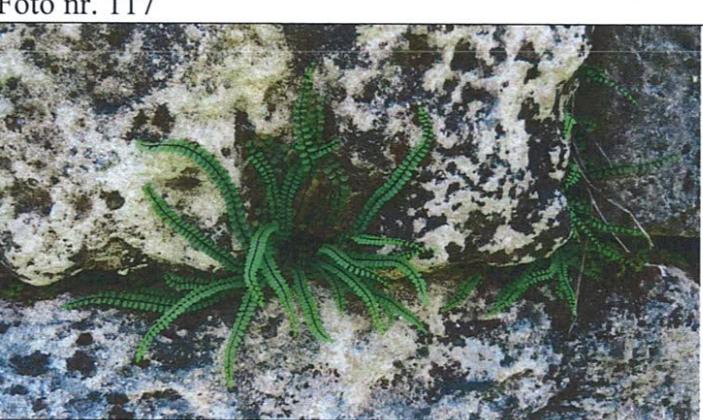
EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

<p><i>Buellia sp.</i> Genul cuprinde 200 de specii din care o mare parte se dezvoltă pe roci unde formează cruste puternic aderente la substrat (Foto nr.107).</p>	
	<p>Foto nr. 107</p>
<p><i>Collema sp.</i> Genul cuprinde licheni gelatinoși în care fotobiontul este o cianobacterie din genul <i>Nostoc</i> (Foto nr. 108).</p>	
	<p>Foto nr. 108</p>
<p><i>Lecanora muralis</i> (Schreb) Rabenh Este o specie care se dezvoltă pe suporturile de piatră, dar și pe beton, ciment și zidării bogate în nutrienți (Foto nr. 109).</p>	
	<p>Foto nr.109</p>
<p><i>Lecidea tenebrosa</i> Se dezvoltă pe blocurile de piatră. Apotecile de culoare neagră au formă de negi și sunt strâns alipite de substrat (Foto nr. 110).</p>	
	<p>Foto nr. 110</p>

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

<p><i>Parmelia conspersa</i> Specie foliacee se dezvoltă pe stânci și blocuri de piatră (Foto nr. 111).</p>	
<p><i>Parmelia saxatilis</i> Talul este foliaciu și este una din cele mai frecvente specii de licheni care se dezvoltă pe stânci și blocuri de piatră (Foto nr. 112).</p>	
<p><i>Parmelia sp.</i> (Foto nr. 113).</p>	
<p><i>Physcia dubia</i> Specie foliacee se dezvoltă pe gamă largă de substraturi, dar preferențial pe piatră și lemn (Foto nr. 114).</p>	
Foto nr.111	
Foto nr.112	
Foto nr.113	
Foto nr.114	

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Pteridophyta (Ferigi)	
<i>Athyrium sp.</i> Genul cuprinde 180 de specii cu o distribuție cosmopolită (Foto nr. 115).	
	Foto nr. 115
<i>Cystopteris sp.</i> Taxonomia genului nu este încă clarificată de specialiști (Foto nr. 116).	
	Foto nr. 116
<i>Dryopteris expansa</i> (C.Presl.) Fraser- Jenkins and Jermy Este o specie nativă în zonele montane, în crăpăturile rocilor (Foto nr. 117).	
	Foto nr. 117
<i>Asplenium trichomanes</i> L. Comună în zonele montane pe roci și ziduri (Foto nr. 118).	
	Foto nr. 118

IV. CONCLUZII

În prima parte a expertizei biologice am prezentat observațiile efectuate *in situ* privind gradul de colonizare cu agenți biologici pentru fiecărui obiectiv din cadrul Sitului arheologic Sarmisegetusa „Dealul Grădiștii”.

Am utilizat termenii de biocrustă și biofilm pentru a descrie comunitățile de organisme care se dezvoltă pe substratul litic. Biocrustele sunt formate dintr-o diversitate de specii care pot cuprinde: bacterii, cianobacterii, alge, actinimoicete, fungi, licheni, mușchi, ferigi, plante ierboase, între care se acumulează particule aeropurtate sau fragmente din substrat și își găsesc adăpost mici organisme animale. O parte din grupele enumerate se succed sau se dezvoltă concomitent, pe o anumită suprafață, formând o crustă vizibilă de grosimi variabile.

Biofilmul este format preponderent din bacterii, cianobacterii și alge și are aspectul unei pelicule fine, gelatinoase care, de obicei, este o fază incipientă în formarea biocrustei.

Pe obiectivele studiate predominant biocrustele și biofilmele sunt prezente pe suprafețe mai restrânse.

Am încercat să identificăm doar o parte din componente ale acestor cruste și anume speciile de mușchi, licheni și ferigi care sunt componentele predominante și au un rol activ în biodegradarea pietrei. Acestea sunt prezentate în descrierea obiectivelor unde se specifică compoziția biocrustelor și într-o listă de specii.

Rezultatele probelor prelevate care au necesitat și analize de laborator sunt prezentate în Lista de specii și Buletinul de analiză anexat.

Colonizarea cea mai extinsă a suprafețelor litice, de peste 90%, se întâlnește la drumul pavat, situat într-o zonă umbrită permanent de vegetația arboricolă a pădurii și umezit de contactul cu solul și de apele pluviale care se scurg pe pantă. Componentele vizibile predominante ale biocrustei din acest perimetru sunt mușchii.

Părțile zidului de incintă, situate în zona pădurii, au de asemenea un grad ridicat de acoperire cu o biocrustă formată preponderent din mușchi. În spațiile dintre blocurile de piatră, unde s-a acumulat un strat de plante moarte și particule de nisip și praf, se dezvoltă ferigile și mici plante ierboase.

La obiectivele cum sunt: Templul mare de andezit, Templul mare de calcar și Templul mic de calcar, unde o parte din componente sunt situate în zone umbrite și altele pe porțiuni însorite se poate observa diferență de extindere și compoziție a biocrustelor. În zonele umbrite, limitrofe pădurii, plintele sunt colonizate pe majoritatea suprafețelor de o biocrustă formată preponderent din mușchi, iar pe cele însorite predominant lichenii crustoși.

Suportul litic, altitudinea, condițiile de microclimat umed, vegetația arboricolă și lipsa poluării sunt factori favorabili dezvoltării unui număr mare de specii de mușchi. Din biocrustele cercetate am putut identifica zece specii și trei genuri de mușchi, șase specii și trei genuri de licheni, două specii și și două genuri de ferigi. Acestea sunt cele mai reprezentative, dar numărul speciilor este mai mare. Algele verzi sunt și ele reprezentate prin genurile *Chlorococcum* și *Pleurococcus*.

Cercetările recente, întreprinse pe baza unor proiecte internaționale, au pus în evidență rolul lichenilor și mușchilor în degradarea suporturilor pe care le colonizează, atât prin acțiunea directă, fizico-mecanică cât și biochimică, prin aciziile lichenici și alți produși de metabolism, dar și ca verigă în succesiunea de specii.

Acțiunea de natură fizică a lichenilor saxicoli apare ca rezultat al penetrării rizinelor și expansiunii și contracției talului. Ca urmare a contracției și expansiunii talului, ca

răspuns la modificările de umiditate, pot să apară pierderi are coeziunii substratului (Fry, 1924; 1927 după Lisci *et al.*, 2003).

Degradarea mecanică se datorează în primul rând penetrării substratului de către hife. Adâncimea la care talurile pot penetra depind de specia de lichen și natura substratului. În studiu întreprins de Syers (1964) s-a arătat că penetrarea are o rată de minim 0,3 mm și maxim 16 mm.

Dioxidul de carbon, rezultat în urma procesului respirator al talului, formează în prezență umidității, acidul carbonic care intră în reacție cu rocile calcaroase. În urma procesului se formează bicarbonatul de calciu care este solubil în apă și ca urmare este spălat de apele din precipitații sau formează încrustații. Acest tip de alterare este caracteristic lichenilor endolitici (Syers, Iskandar, 1973).

În talul lichenilor și mușchilor se depun particulele de praf și se acumulează apa din precipitații. Trebuie să luăm în considerare și prezența altor organisme cum sunt insectele, izopodele, gasteropodele etc. care își găsesc surse de hrana, adăpost, locuri pentru depunerea pontei sau stadii ale metamorfozei, etc. atât în fisurile, crăpăturile, adânciturile suportului cât și sub biocrusta formată la suprafață. Aportul de substanțe provenite din excrementele și descompunerea acestor organisme, umiditatea și resturile organice în descompunere, formează un mediu prielnic pentru semințele de plante superioare care pot încolții.

Prin succesiunea speciilor în timp se realizează un proces prin care materia anorganică este treptat dizolvată, dislocată și apoi transformată în materie organică care la rândul ei este permanent descompusă și reutilizată la altă scară.

Natura agenților biologici implicați în degradarea pietrei este riguros legată de ansamblul condițiilor de mediu. Factorii de mediu interacționează complex cu elementele biologice și pot deveni factori limitativi. Pe această bază se poate explica extinderea diferențiată a populațiilor de organisme în funcție de punctele cardinale și înălțime, abundența lor, etc. (Bucșa 2010).

V. PROPUNERI

Biodegradarea monumentelor istorice și cu semnificații culturale, cu substrat din piatră, este o problemă complexă, iar soluțiile ușoare și fără riscuri nu sunt disponibile (St. Clair, Seaward, 2004).

Pedogeneza (formarea solurilor) este un proces care se derulează continuu și transformarea rocilor face parte din acest ciclu natural. Cea ce noi încercăm să facem prin conservarea monumentelor este un proces de încetinire a fenomenelor naturale.

Metodele pe care le propunem trebuie să țină seama de consecințele care pot decurge din utilizarea unor tratamente care au impact și asupra altor compoziții ai biocrustelor (organisme animale care le populează) sau asupra mediului înconjurător și chiar asupra suportului pe termen lung.

Utilizarea tot mai frecventă a biocizilor pentru îndepărțarea crustelor biogene a iscat în ultimul timp mai multe controverse. Nu au fost realizate teste adecvate asupra modului cum afectează tratamentul cu biocizi contextul ecologic al siturilor.

Contaminarea chimică a rocilor cu biocide sau consolidanți poate dăuna datelor despre paleomediul pe care acestea le conțin.

În cazul unor daune consistente și când tratamentul este fundamental trebuie să planificăm în paralel și o menenanță periodică. Fără această menenanță tratamentul devine de pratos (Caneva *et alii*, 2007).

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NATIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

Trebuie să cunoștem de asemenea durata efectelor pe care le are tratamentul ales și timpul necesar recolonizării. Dacă cauzele principale ale dezvoltării crustelor (umiditatea și umbra vegetației mari etc.) nu pot fi controlate, tratamentele necesită o repetare periodică care poate dăuna grav mediului înconjurător și suportului litic.

Manipularea umbrei poate fi cea mai puțin invazivă metodă de control vegetației și este posibilă atunci când se dorește restaurarea mediului aşa cum era utilizat de populația nativă.

În mai multe cazuri, ca parte a eforturilor de control a vegetației, cercetătorii au recomandat tăierea vegetației adiacente sau mutarea copacilor și arbuștilor. Anderson (1986 după St. Clair, Seaward, 2004) a recomandat pentru diminuarea creșterii algelor și lichenilor pe suprafața runelor tăierea copacilor care mențineau umbră.

Acoperirea suprafețelor orizontale cu un strat de nisip pentru a distrugă lichenii a fost utilizat în Scandinavia (Bednarik, 2003 după St. Clair, Seaward, 2004).

Metoda acoperirii suprafețelor de piatră colonizate cu folie de culoare neagră a fost de asemenea încercată. Sub folie are loc o creștere a temperaturii și umidității care poate distrugă o parte din compoziția crustei.

Îndepărțarea periodică a depunerilor de nisip, praf, murdărie și vegetație uscată cu ajutorul unor perii moi sau aerului comprimat pot contribui la prevenirea instalării biodăunătorilor pe suprafețele orizontale.

Componentele sitului arheologic de la Sarmisegetusa sunt diferite ca substrat, așezare și problematica biodegradării. Ca urmare și propunerile de conservare și soluțiile vor trebui diferențiate. Din punctul nostru de vedere propunem soluții specifice pentru diferitele componente ale sitului.

1. Zidul de incintă

- Refacerea zidăriei în zonele cu probleme
- Curățarea, în prealabil, a blocurilor de piatră care vor fi rezidite de biocrustele care le acoperă, prin aplicarea unei soluții biocide, urmată de îndepărțarea mecanică a creșterilor neviabile.

Mentenanță

- Menținerea sub control a vegetației adiacente prin cosirea perioadică a ierbii, tăierea arbuștilor din proximitate, tăierea anuală a ramurilor copacilor care se extind și mențin umbră.

2. Drumul pavat

- Aplicarea unei soluții fizice (acoperire cu folie de culoare neagră pe o perioadă determinată) pentru stoparea și distrugerea creșterilor de alge, licheni, mușchi și plante ierbaose.
- Curățarea biocrustei neviabile cu ajutorul unor perii din plastic și spatule din lemn sau plastic.

Mentenanță

- Curățarea periodică, în sezonul cald, a depunerilor de nisip, mâl și plante uscate cu un jet de aer comprimat.
- Toaletarea anuală a copacilor din zonă pentru reducerea gradului de umbră.

3. Templul mare de andezit și Templul mic de calcar

- Îndepărțarea mecanică a vegetației și solului din imediata apropiere a plintelor și pilaștrilor pe cca 10 cm lățime și 5 cm înălțime deoarece nivelul solului a crescut

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMISEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

în decursul anilor de când au fost excavate și favorizează menținerea umidității și dezvoltarea biocrustelor.

- Aplicarea unei soluții fizice (acoperire cu folie de culoare neagră sau nisip pe o perioadă determinată) pentru stoparea și distrugerea creșterilor de alge, licheni, mușchi și plante ierboase.

- Curățarea biocrustei neviabile cu ajutorul unor perii din plastic și spatule din lemn sau plastic.

Mentenanță

- Curățarea periodică, în sezonul cald, a depunerilor de nisip, mâl și plante uscate cu un jet de aer comprimat.

- Toaletarea anuală a copacilor din zonă pentru reducerea gradului de umbră.

4. Pilaștri de calcar din Templul patrulater mare, Templul vechi de calcar

- Îndepărțarea mecanică a vegetației și solului din imediata apropiere a pilaștrilor pe cca 10 cm lățime și cca 10 cm înălțime, deoarece nivelul solului a crescut în decursul anilor de când au fost excavate și favorizează menținerea umidității și dezvoltarea biocrustelor.

- Aplicarea unei soluții fizice (acoperire cu folie de culoare neagră pe o perioadă determinată) pentru stoparea și distrugerea creșterilor de alge, licheni, mușchi și plante ierboase.

- Curățirea biocrustei neviabile cu ajutorul unor perii din plastic și spatule din lemn sau plastic.

Mentenanță

- Curățarea periodică, în sezonul cald, a vegetației din jur.

5. Discul mare de andezit

- Îndepărțarea mecanică a vegetației și solului din imediata apropiere a soclului pe cca 20 cm lățime și cca 20 cm înălțime, deoarece nivelul solului a crescut în decursul anilor și favorizează menținerea umidității și dezvoltarea biocrustelor.

- Utilizarea unui ierbicid pentru stoparea creșterilor de plante ierboase din spațiile situate între fragmentele de andezit.

- Restaurarea discului și diminuarea spațiilor dintre fragmente.

Mentenanță

- Curățarea periodică, în sezonul cald, a depunerilor de nisip și plante uscate cu un jet de aer comprimat.

6. Turnul pentagonal

- Tăierea arborilor a căror rădăcini au penetrat zidăria turnului și au contribuit la prăbușirea unor porțiuni de zid.

- Toaletarea arborilor care mențin o umbră deasă în zona turnului.

- Curățarea blocurilor de piatră dislocate de biocrustele care le acoperă, prin aplicarea unei soluții biocide, urmată de îndepărțarea mecanică a creșterilor neviabile.

- Curățarea zonei interioare a turnului de creșterile vegetale și resturile de materiale acumulate.

- Refacerea zidăriei dislocate.

Mentenanță

- Curățirea periodică, în sezonul cald, a vegetației din jur.

Propunerile noastre, referitoare la metodele de îndepărțare a biocrustelor, vor trebui susținute de efectuarea unor teste, realizate în cooperare cu restauratorul piatră. Numai

EXPERTIZĂ BIOLOGICĂ SITUL ARHEOLOGIC SARMIZEGETUSA, PUNCT „DEALUL GRĂDIȘTII” MONUMENT ISTORIC DE IMPORTANȚĂ NAȚIONALĂ ȘI UNIVERSALĂ ÎNSRIS PE LISTA MONUMENTELOR ISTORICE CU CODUL HD-I-s-A-03190

astfel putem decide biocidile care vor fi utilizate, concentrațiile, modul de aplicare și îndepărțare a creșterilor vegetale.

Soluțiile prezentate au fost elaborate din punct de vedere biologic, dar ele vor fi discutate cu specialiștii implicați în proiect și propunerile finale vor fi adoptate de proiectantul general, ținând cont de toate studiile și propunerile colaboratorilor.

Bibliografie

- Amoroso, G.G., 2002, *Trattato di scienza della conservazione dei monumenti*, Alinea Editrice, Firenze.
- Arino, X., et.al, 1997, *Lichens on Ancient Mortars. International Biodeterioration and Biodegradation*, vol.40, No.2-4: 217-224.
- Bucșa, L., 2010, *Degradarea biologică a fortificațiilor*, Transsylvania Nostra, nr.15, S.C. Utilitas S.R.L., Cluj – Napoca.
- Caneva G., Nugari M,P, Salvatori O., 2007, *La biologia vegetale per bieni culturali*, vol.I Biodeterioramento e Conservatione, Rome.
- Doehne, E., Price, C., A., 2010, *Stone Conservation An Overview of Current Research*, The Getty Conservation Institut.
- Lehman, J., 1973, *Contribution a l etude de l efficacite de la consolidation des pierres* Monumentum, IX.
- Lisci, M., Monte, M., Pacini, E., 2003, *Lichens and higher plants on stone: a review*. International Biodeterioration and Biodegradation, 51: 1-17.
- Moberg R., Holmasen I., 1992, Flechten von Nord-und Mitteleuropa, Gultav Fisher Verlag, Stuttgart.
- Phillips R.,1994, *Grasses, Ferns, Mosses & Lichens of Great Britain and Ireland*, Pan Macmillan Ltd, London.
- Seaward, M.R.D., 1997, *Major Impacts Made by Lichens in Biodeterioration Processes*, International Biodeterioration and Biodegradation, 40, 2-4:269-273.
- St.Clair L.L. and Seaward M., R.,D., 2004, *Biodeterioration of Stone Surface: Lichens and Biofilm as Weathering Agents of Rocks and Cultural Heritage*, Kluwer & Academic Publishers, London.
- Stambolov, T., 1971, *Conservation of stone*, Vol.I, IIC London
- Winkler, E.M., 1975, *Stone decay by plants and animals. Stone properties, durabilities in mans environment*. Springer Verlag Ed.154-163.
- <https://www.cetati-dacice.ro/ro/situri/sarmizegetusa-regia/istoricul-cercetarilor-sarmizegetusa-spami.ro/sarmizegetusa-regia/prezentare-sit-arheologic/>
- https://ro.wikipedia.org/wiki/Sarmizegetusa_Regia

02.07.2018

Întocmit

Expert M.C. conf. univ. biolog dr. Livia Bucșa

Conf. univ. biolog dr. Corneliu Bucșa



BULETIN DE ANALIZĂ Nr. 36/ 2018

Denumire obiectiv: Situl arheologic Sarmisegetusa

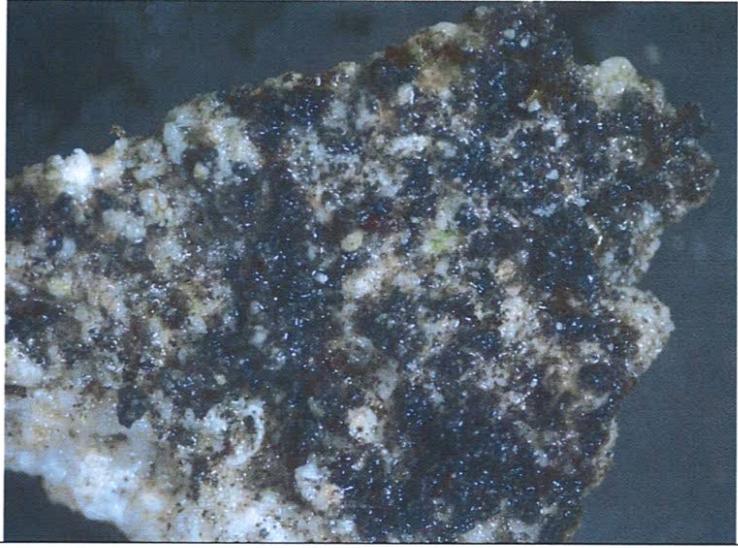
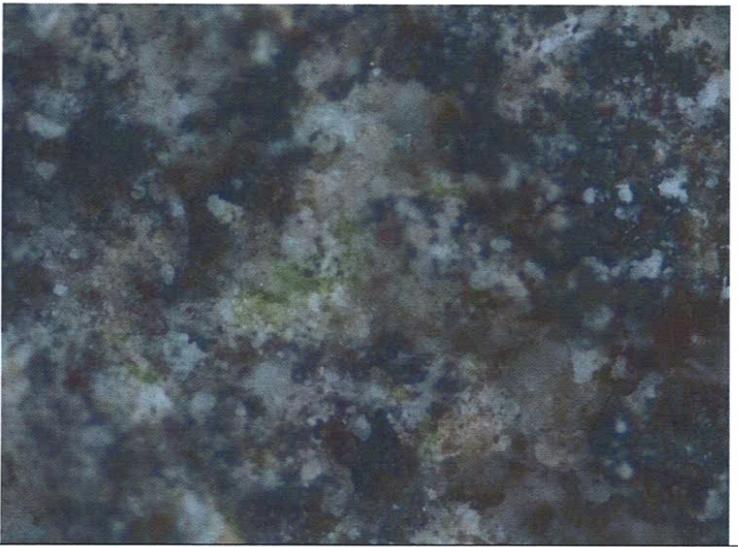
Proveniență: componente piatră

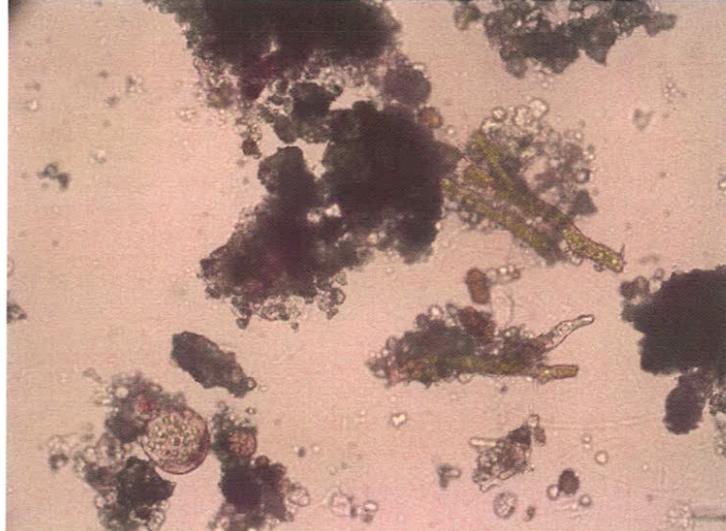
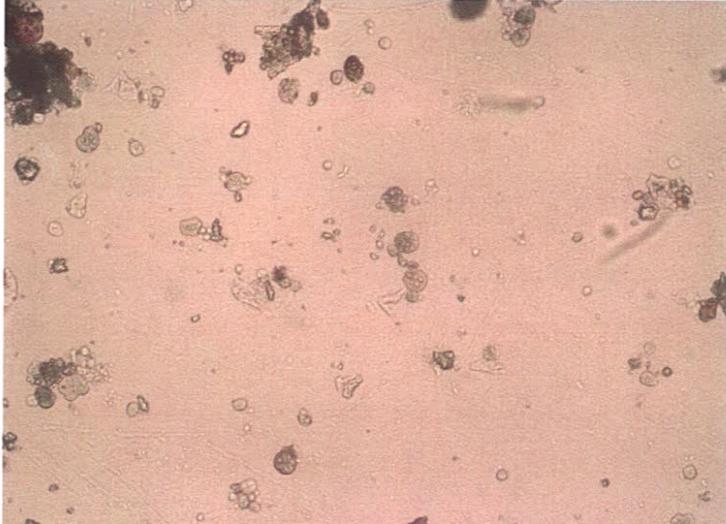
Determinări solicitate: identificare agenți biologici

Analize efectuate: observații la stereo-binocular și microscop optic.

REZULTATE

Proba 1 Poarta de vest, latura spre vest, depuneri de culoare neagră

Observații la stereobinocular: - După umectare crusta de culoare neagră s-a desprins foarte ușor și sub ea sunt vizibile coloniile viabile de alge verzi (Foto nr.1 și 2). După umectare odată cu crusta se desprind și particole de piatră	
Foto nr.1	
Crusta de culoare neagră este formată din coloniile de alge care au murit și pot fi îndepărtată ușor cu jet de apă.	Foto nr.2

<p>Observații la microscop optic 20x:</p> <ul style="list-style-type: none"> - se observă alge verzi unicelulare, colonii și fragmente de alge filamentoase (Foto nr.3). 	
	<p>Foto nr.3</p>
<p>Sunt prezente alge unicelulare din genul <i>Chlorococcum</i> și colonii de <i>Pleurococcus</i> (verzeala zidurilor) (Foto nr.4).</p>	
	<p>Foto nr.4</p>

Proba nr.2 Zona Sacră, blocuri de piatră calcaroasă, lângă Templul mic de calcar –fragment de piatră friabilă, desprinsă recent (Foto nr.5 și 6).

Proba a fost desprinsă dintr-o crăpătură a blocului și pe partea superioară prezintă o crustă de culoare neagră, urmată de urmată de un brâu de culoare verde deschis și apoi piatra puțin patinată față de o pierdere recentă (Foto nr.5). Pe partea opusă este vizibilă structura poroasă a pietrei populată pe un colț de alge verzi (Foto nr.6).



Foto nr.5

Foto nr.6

Observații la stereobinocular:
 - Crusta de culoare neagră este formată din alge moarte și este urmată de fâșia de culoare verde deschis, formată din coloniile viabile de alge verzi (Foto nr.7).



Foto nr.7

Pe partea opusă este vizibilă structura neregulată a pietrei, formată din fosile, și coloniile de alge instalate în spațiile dintre acestea (Foto nr.8)



Foto nr.8

Observații la microscop optic 20x:
 Sunt prezente alge unicelulare din genul *Chlorococcum* și colonii de *Pleurococcus* (verzeala zidurilor) (Foto nr.9).

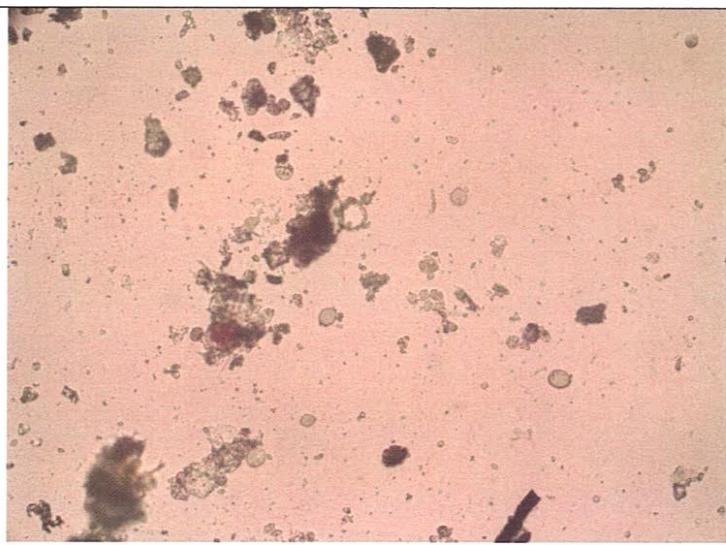


	Foto nr.9
--	-----------

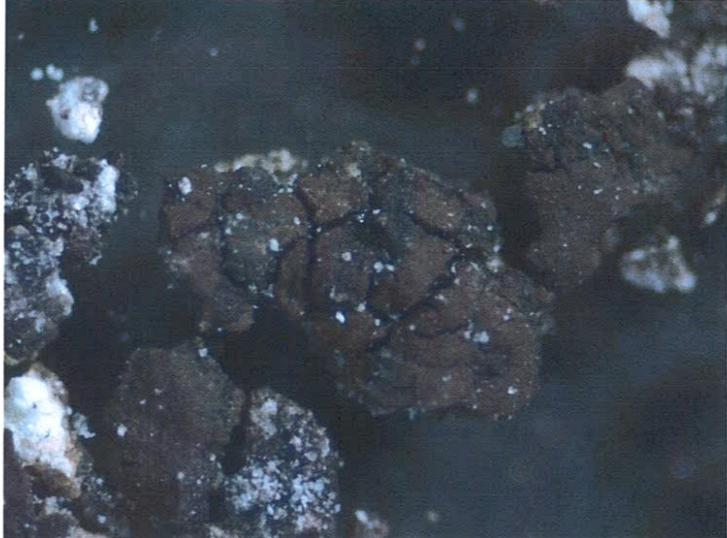
Proba nr.3 P de andezit crustă de culoare neagră

Observații la stereobinocular: - Crusta de culoare neagră este formată din mușchi morți și sub ei se pot observa mușchii verzi viabili (Foto nr.10).	
	Foto nr.10
Observații la microscop optic 10x: Frunzuletele de mușchi, cu celule cu clorofilă, sunt vii (Foto nr.11).	
	Foto nr.11

Proba nr.4 Pilaștrii de calcar lîngă Templul mare de andezit- crustă de culoare neagră puternic aderentă

Proba a fost desprinsă cu bisturiul de pe piatră (Foto nr.12 și 13).



Foto nr.12	Foto nr.13
Observații la stereobinocular: - Crusta de culoare neagră este formată din granule neregulate, compactate care sunt specifice pentru lichenii din specia <i>Lecidea tenebrosa</i> (Foto nr.14).	
Pe parte inferioară a granulelor se observă fragmentul de piatră cu care lichenii sunt concrescuți (Foto nr.15).	
	Foto nr.15

22.06.2018

Întocmit

Expert M.C. conf. univ. biolog dr. Livia Bucșa