

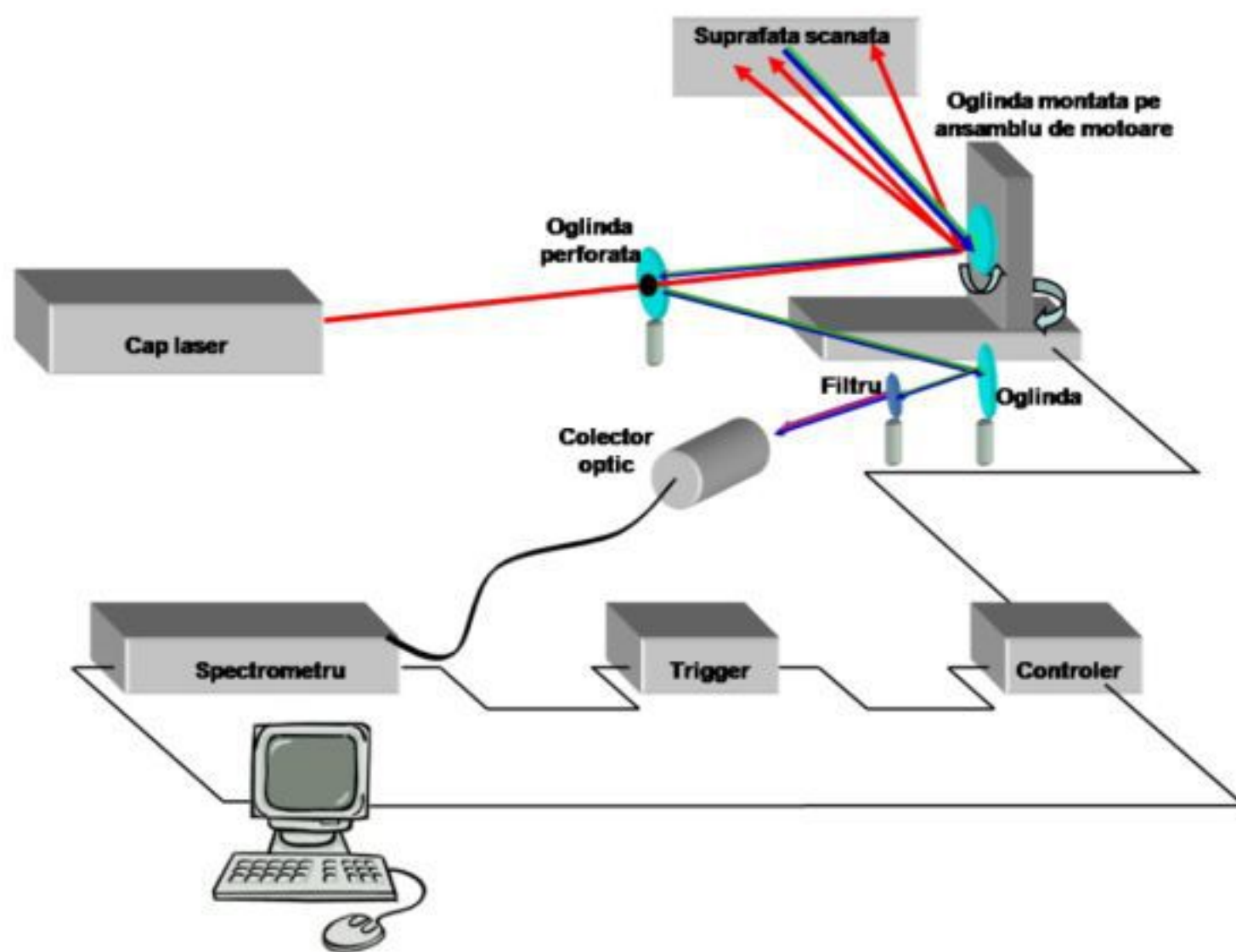
SPECTROSCOPIE

Sistemul portabil LIF (Laser Induced Fluorescence - fluorescența indusă cu ajutorul laserului), calibrat și optimizat în laborator, a fost transportat la mănăstirea Tismana pentru monitorizarea stării de conservare a picturilor murale folosind tehnica scanării LIF.

Utilizând tehnica LIF, informațiile necesare pentru discriminarea contaminării pot fi obținute de la distanță în timp real, fără contact mecanic și păstrând intact relieful suprafeței investigate.

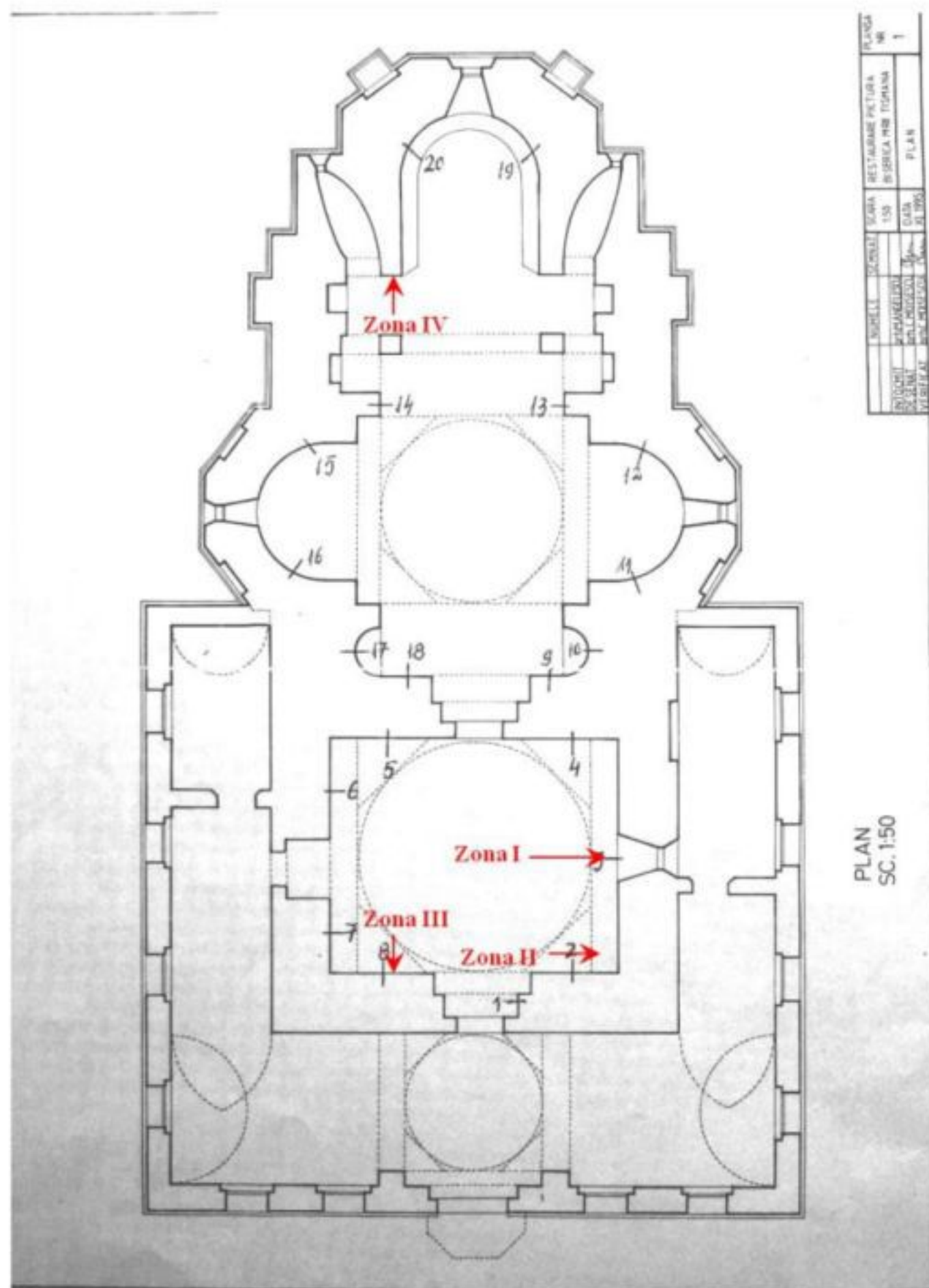
Investigările punctuale ale unei suprafețe pot oferi informații utile despre calitatea materialului din acel punct. În schimb, investigațiile punct-cu-punct ale unei suprafețe mai mari, pot oferi detalii importante despre distribuția diferitor tipuri de materiale pe suprafața studiată. Scanarea cu laser implică direcționarea fasciculului laser, emis de către sursă, spre fiecare punct al zonei investigate urmărind un algoritm bine definit.

Montajul pentru scanarea LIF este portabil și poate fi utilizat în aer liber. Tehnica de scanare LIF se bazează pe utilizarea unui fascicul laser care este reflectat optic de către o oglindă montată pe un ansamblu de două motoare platformă, controlate prin computer, care permit rotația cu mare precizie a oglinzii pe ce cele două axe centrale. Interacțiunea fasciculului laser cu materialul va induce o fluorescență emisă de moleculele excitate. Fluorescența este captată utilizând un sistem de lentile focalizat, apoi este înregistrată cu ajutorul unui spectrometru. Folosind o aplicație pentru PC, se poate defini suprafața rectangulară care să fie scanată, împreună cu parametrii de scanare: rezoluția spațială, timpul de integrare al spectrometrului și lățimile de bandă specifice din spectre pentru a fi înregistrate.



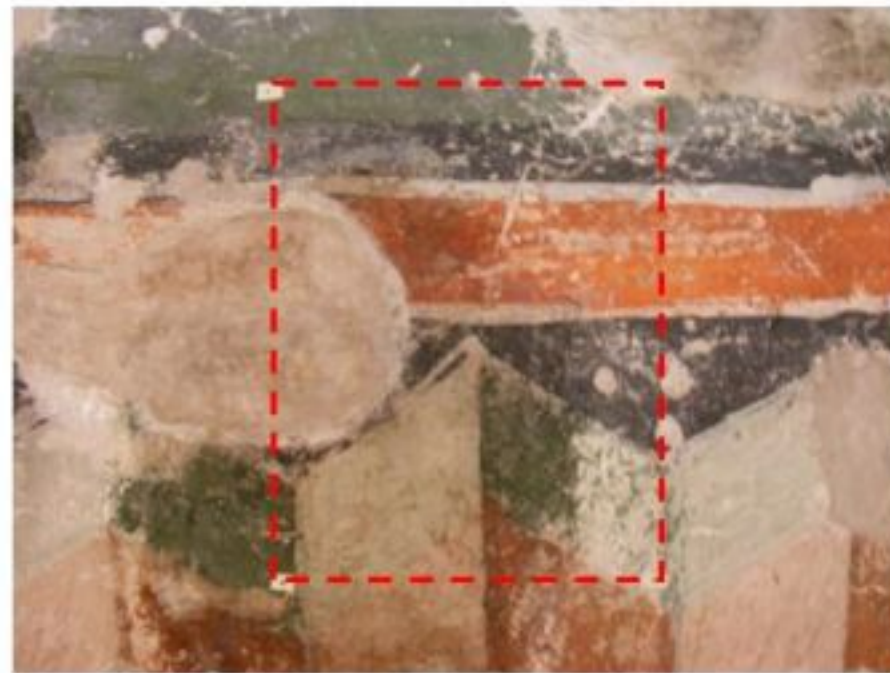
Schema de funcționare a sistemului de scanare LIF

Amplasarea sistemului portabil LIF in interiorul Bisericii Manastirii Tismana



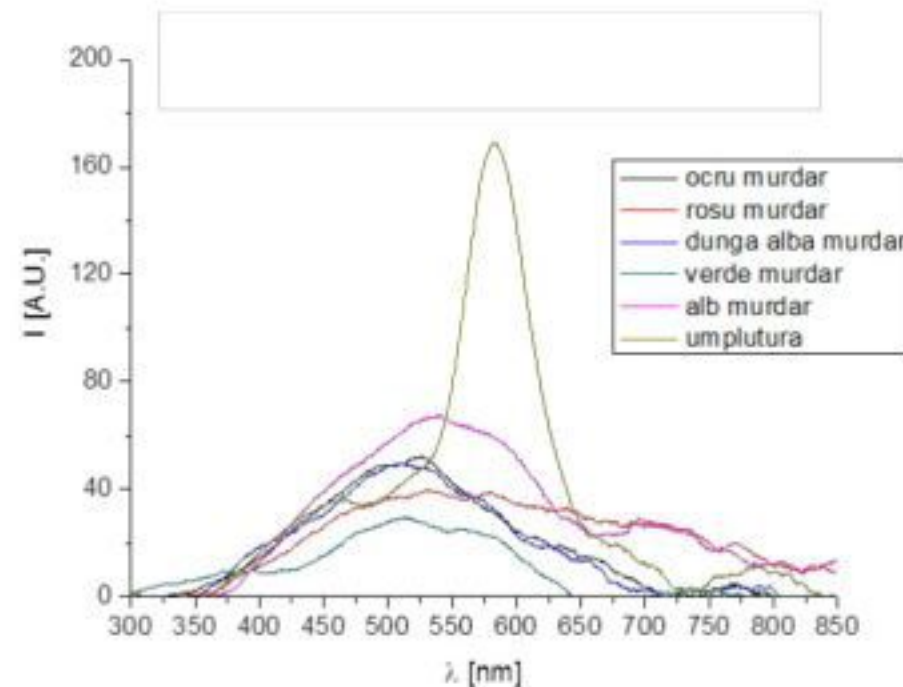
Planul bisericii din Mănăstirea Tismana cu indicarea zonelor investigate

ZONA I: PRONAOS - PERETELE VESTIC



Pictura murala – Pronaos perete sud

Obiectivul scanării: s-a urmărit diferențierea prin semnale spectrale specifice între porțiunile acoperite de pigmenți, murdărire și zona cu reparație pentru a evidenția un posibil atac biologic.



Spectrele LIF obținute pe suprafața propusă investigării

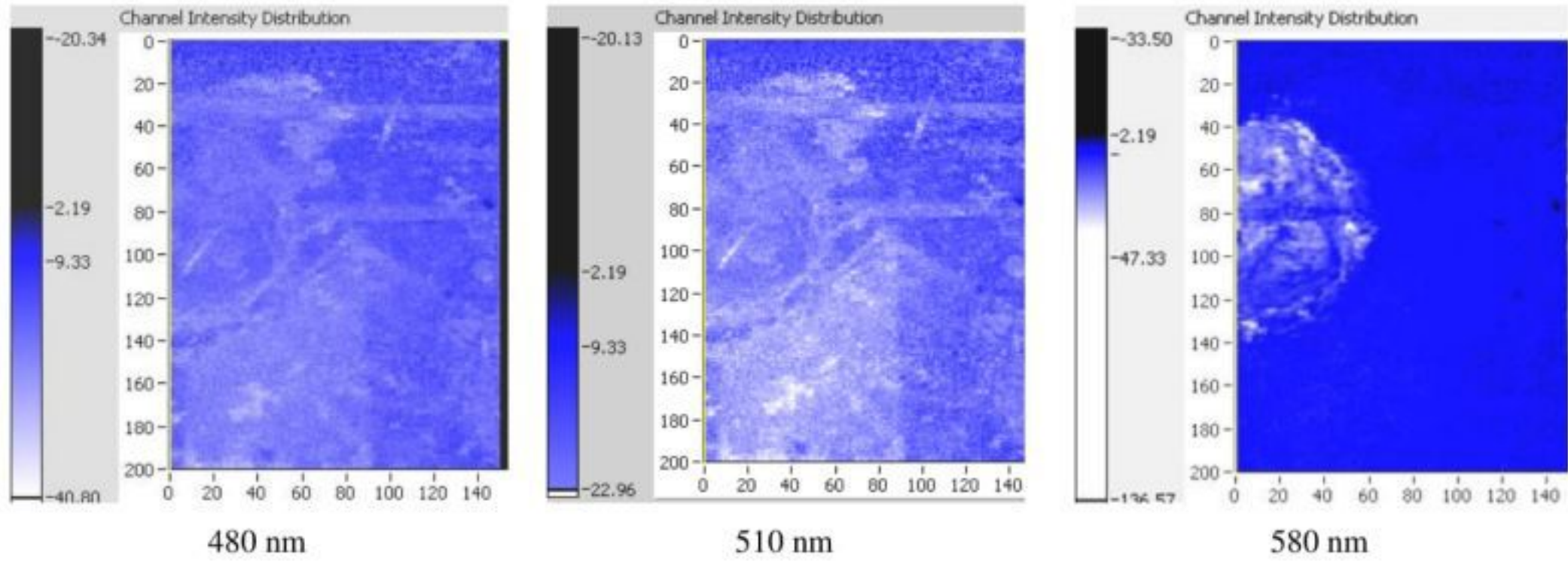
Din spectrele LIF s-au ales trei benzi spectrale cu maxime (peaks) la 480 nm, 510 nm și 580 nm. Aceste peak-uri sunt caracteristice pentru un material dat, iar distribuția intensității lor pe o suprafață reprezintă și distribuția cantitativă a materialelor respective pe această suprafață.

Parametrii scanării:

- Lățimea benzii spectrale de achiziție: 10 nm
- Durata achiziției per pas: 450 ms
- Suprafața investigată: 150x200 mm
- Distanța față de obiect: 2.5 m
- Mărime pas între puncte: 1 mm [vertical și orizontal]
- Rezoluție imagine obținută: 150x200 pixeli
- Banda de background: 400 nm

În urma scanării s-au obținut următoarele distribuții de intensitate pentru fiecare dintre benzile de lungimi de undă selectate.

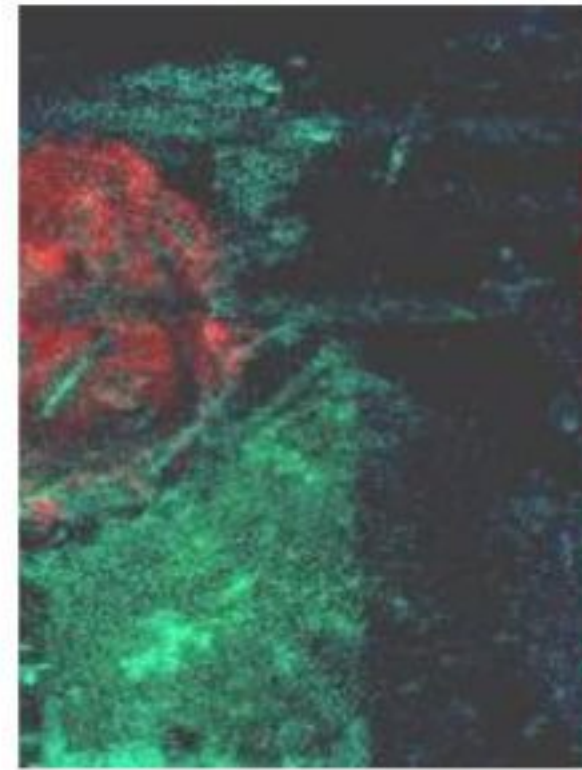
Spectroscopie



Prin atribuirea a câte unui cod de culoare (Red, Green, Blue) pentru fiecare bandă de lungime de undă, se poate obține o imagine color care reprezintă distribuția coroborată de intensitate a celor trei benzi.



Imaginea foto a suprafeței scanate



Coroborarea RGB a benzilor 580nm, 510nm, 480nm

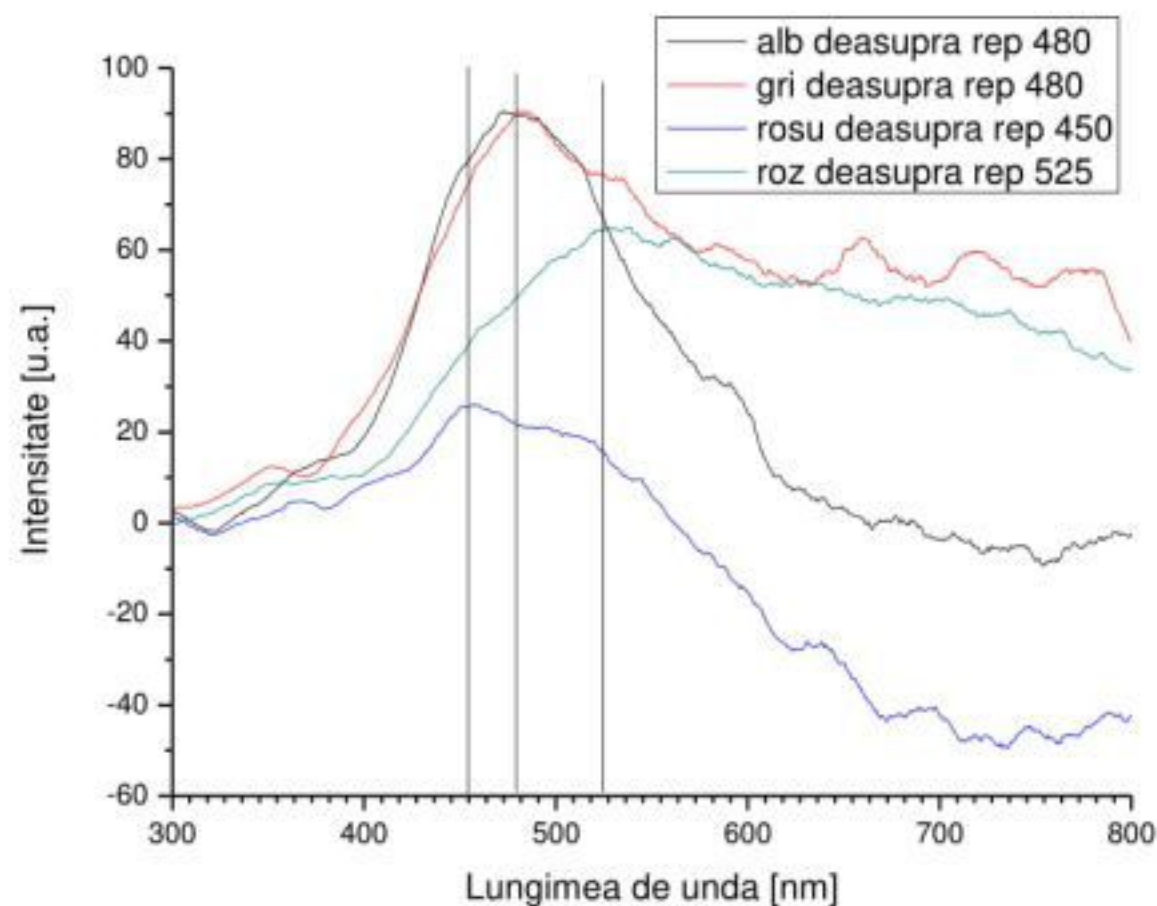
Comparând suprapunerea RGB cu fotografia suprafeței scanate, se poate observa că există o bună discriminare a zonelor cu materiale diferite și lipsa semnalului pentru aria suspectată de un posibil atac biologic.

ZONA II: PRONAOS PERETELE SUDIC - PICTURĂ MURALĂ



Pictura murală pe peretele sudic din pronaos. Amplasarea dispozitivului de investigare.

Obiectivul scanării: s-a investigat o zonă cu reparație pentru a delimita zona cu un posibil atac biologic prin cartarea distribuției de intensitate a benzilor caracteristice.



Spectrele LIF obținute pe suprafața propusă investigării

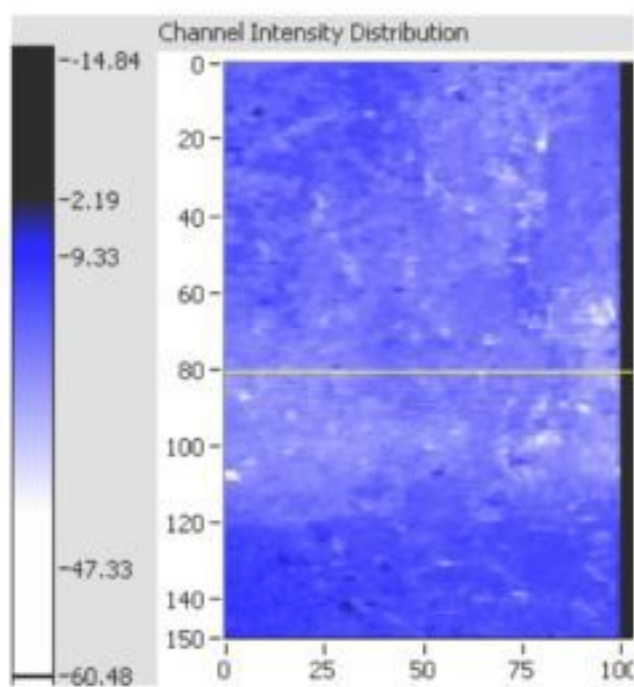
S-au urmărit benzile: 350 nm, 380 nm cu 380 nm pentru background, 450 nm, 480 nm cu 490 nm pentru background, 580 nm cu 550 nm pentru background, 690 nm, 720 nm. Din spectrele LIF s-au ales următoarele benzi spectrale la care s-au evidențiat maximele: **480 nm**, **510 nm** și **580 nm**. Benzile spectrale de la 480 nm și 520 nm sunt și cele caracteristice unui eventual atac biologic iar la 580 nm pentru mai multe tipuri de materiale organice.

Spectroscopie

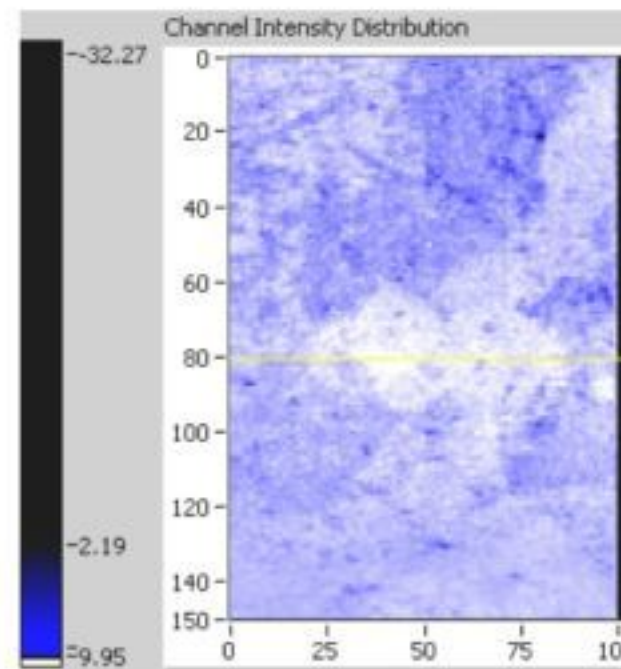
Parametrii de scanare:

Latimea benzii spectrale de achizitie :	10 nm
Durata achiziției per pas:	450 ms
Distanța față de obiect :	2000 mm
Suprafața investigată :	100x150 mm
Mărime pas între puncte:	1 mm [vertical si orizontal]
Rezoluția imaginii obținute:	100x150 pixeli
Benzi de background:	320 nm si 750 nm

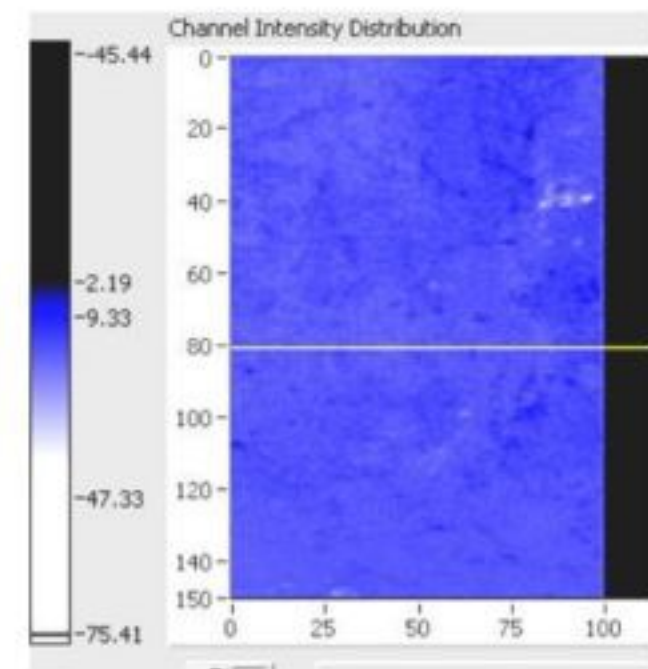
În urma scanării s-au obținut următoarele distribuții de intensitate pentru fiecare dintre benzile de lungimi de undă selectate.



480 nm



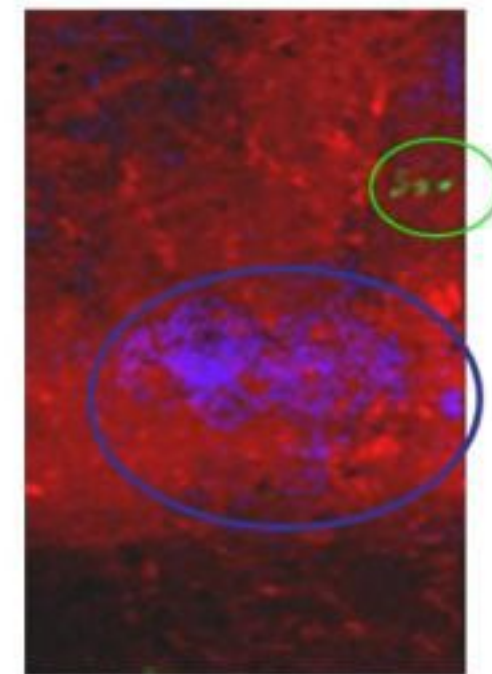
525 nm



580 nm



Imaginea foto a suprafeței scanate



Coroborarea RGB a benzilor 480nm, 580nm, 525nm

ZONA III: PRONAOS PERETELE VESTIC - PICTURĂ MURALĂ



Pronaos - peretele vestic. Pictură murală

Obiectivul scanării: pe aria demarcată în figură s-a urmărit identificarea și demarcarea unui posibil atac biologic pe zone cu intervenții anterioare.

Parametrii scanării:

Latimea benzii spectrale de achiziție : 10 nm

Durata achiziție: 950 ms

Distanța față de obiect 3500 mm

Suprafața : 150x170 mm

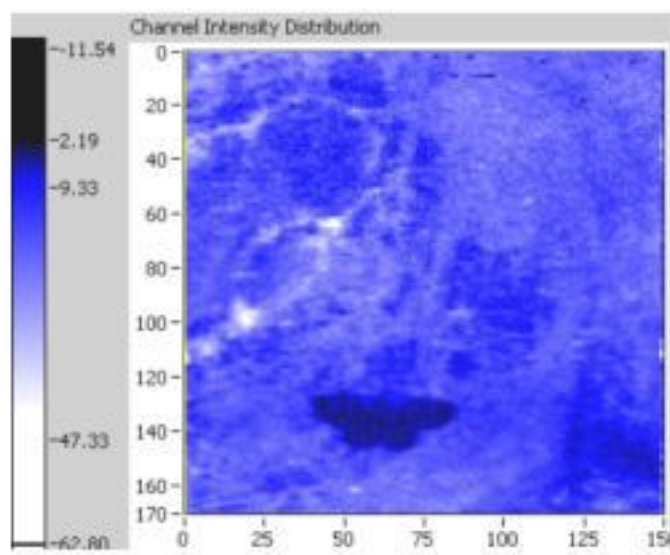
Rezoluție pas: 1 mm [vertical și orizontal]

Rezoluție finală: 150x170 pixel

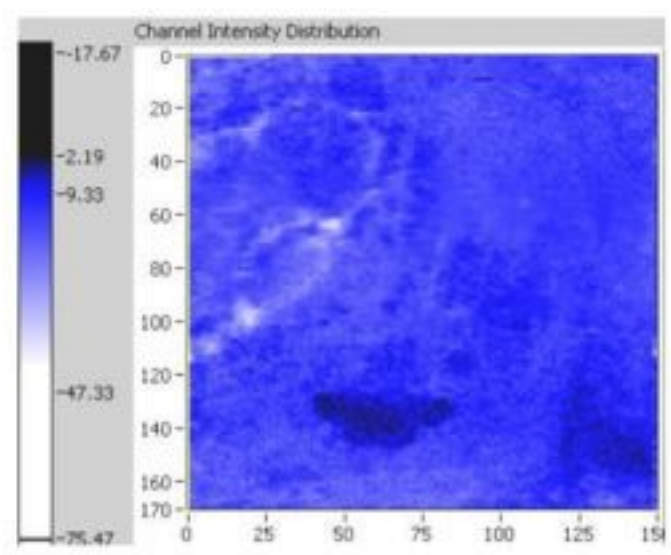
Banda de background: 340 nm

Din spectrele LIF s-au ales următoarele benzi spectrale la care s-au evidențiat maximele: 440 nm, 490 nm și 520 nm.

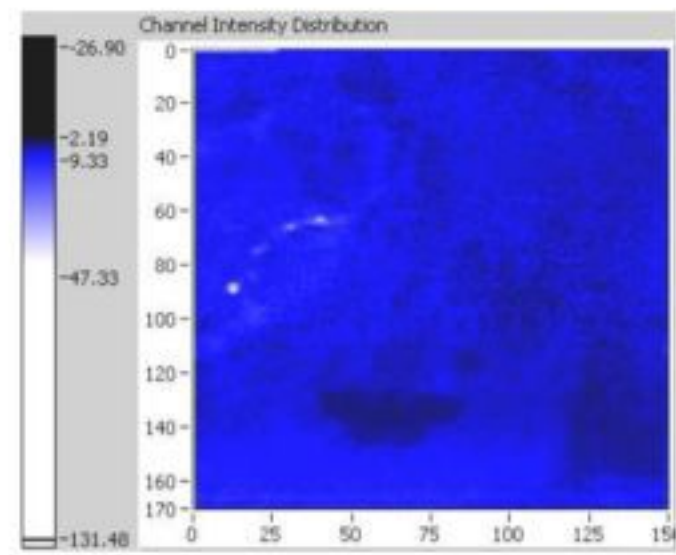
Spectroscopie



440 nm



490 nm

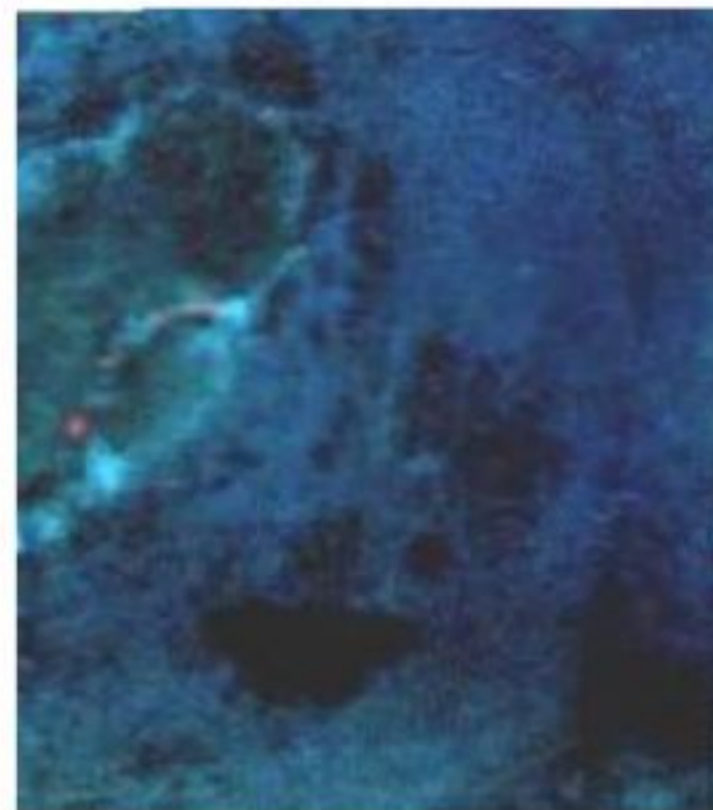


520 nm

În seria de imagini selectate și prezentate mai sus, se poate observa chiar și prezența unui fluture așezat pe perete în timpul scanării (în timpul nopții).



Imaginea foto a suprafeței scanate



Coroborarea RGB a benzilor: 520nm, 490nm, 442nm

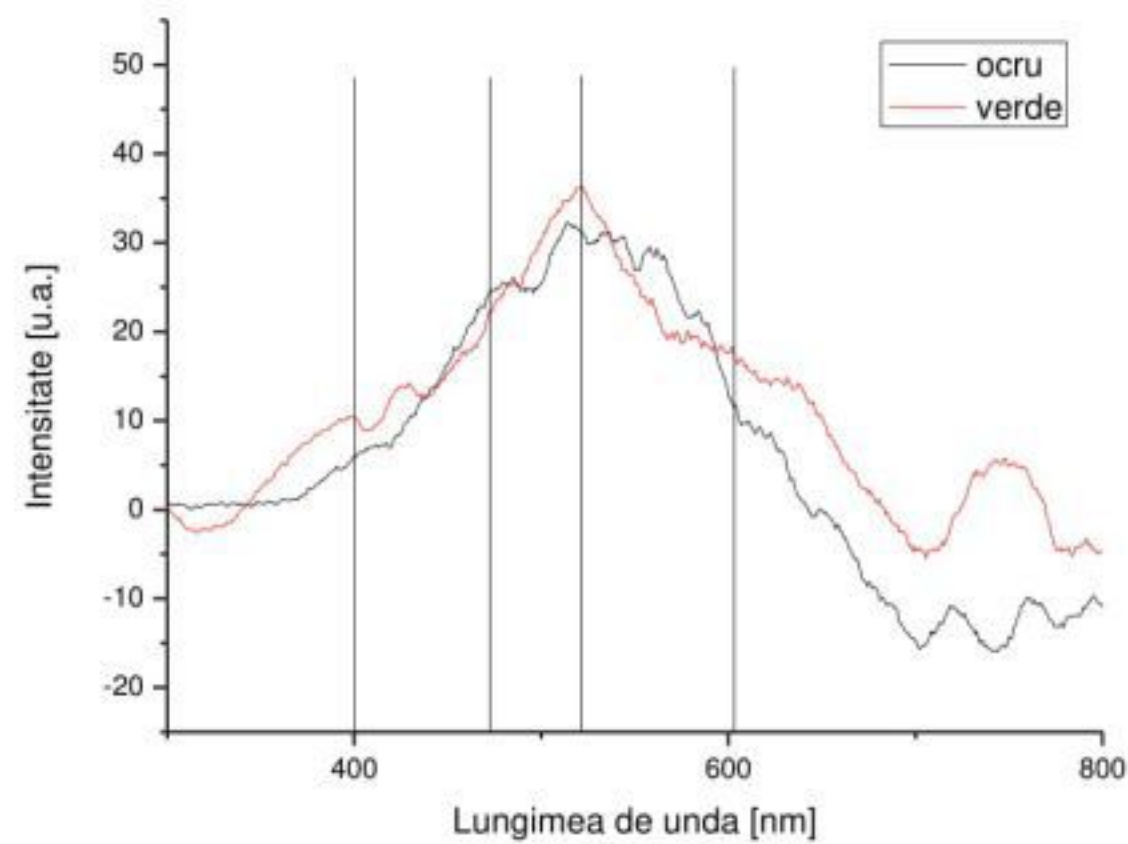
Comentariu: Se recomandă analize de laborator pentru materialul indicat de punctele roșii (520 nm), existând o suspiciune de atac biologic.

ZONA IV: ALTAR - PICTURĂ MURALĂ



Pictura murală din altar

Obiectivul scanării: s-a urmarit delimitarea porțiunilor acoperite cu diferiți pigmenți.



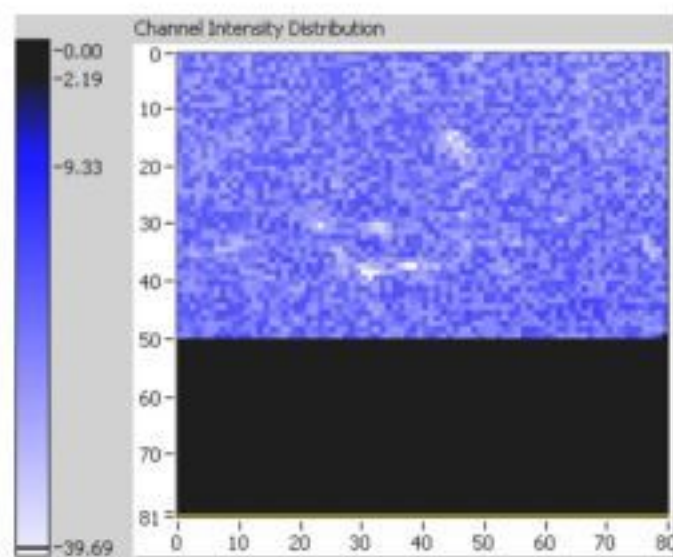
Spectrele LIF obținute pe suprafața propusă investigării

Parametrii scanării:

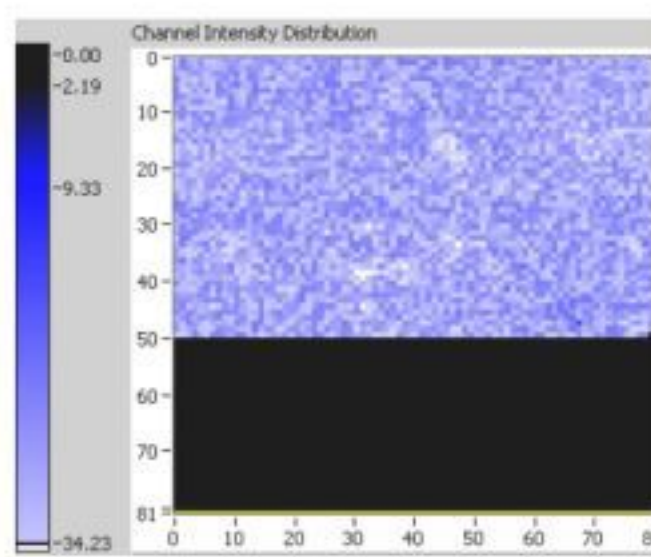
Latimea benzii spectrale de achizitie:	10 nm
Distanța fata de obiect:	2000 mm
Durata de achizitie:	450 ms
Suprafața :	80x50 mm
Rezoluție pas:	1 mm [vertical și orizontal]
Benzi de background:	360nm ;440 nm ; 480 nm; 540 nm

În urma analizării spectrelor LIF s-au ales trei benzi spectrale la care s-au evidențiat următoarele maxime: 400 nm, 460 nm și 600 nm.

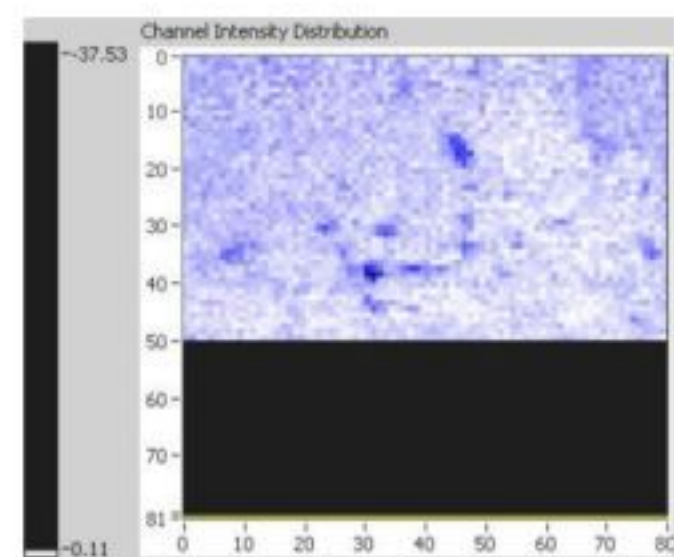
Spectroscopie



400 nm



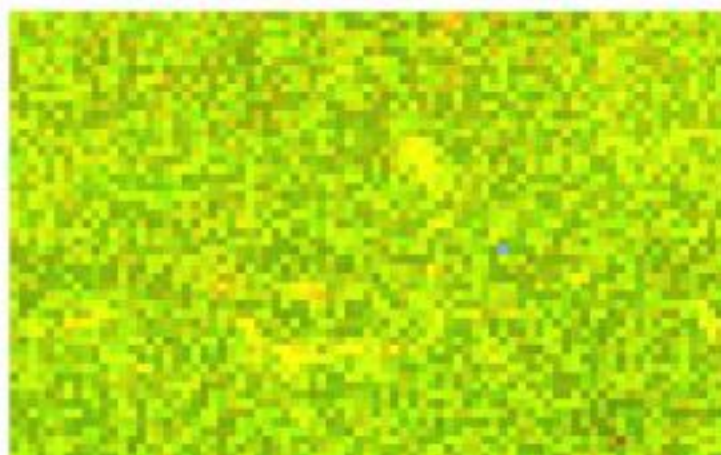
460 nm



600 nm



Imaginea foto suprafetei scanate



RGB: 400nm, 460nm, 600nm

În zona analizată în acest caz, semnalele LIF obținute sunt foarte slabe, sub 40 de unități arbitrare, în timp ce în celelalte cazuri s-au obținut intensități de peste 100 unități. Din acest motiv, nu s-a putut obține o bună discriminare a zonelor cu materiale diferite. S-a constatat de asemenea și lipsa semnalului caracteristic unui atac biologic.

CONCLUZII

- În cazul decorațiilor geometrice din pictura murală situată în pronaos – **Zona I** – s-a observat o bună discriminare a suprafețelor cu materiale diferite și lipsa semnalului caracteristic unui atac biologic, specific mai ales în benzile spectrale dintre 300 nm și 500 nm și punctele acumulate într-o zonă limitată.
- În cazul picturii murale din **Zona II**, peretele sudic din pronaos, semnalul de la 580 nm a fost observat în câteva puncte. Prin analiză vizuală s-a constatat că sunt trei puncte de ceară, care ar putea fi loc de găzduire ale micro-organismelor. Semnalul de la 525 nm dezvăluie o mulțime de puncte într-o zonă limitată, fapt care ridică o suspiciune de atac biologic. Se recomandă comparația cu analizele biologice de laborator.
- Și în cazul **Zonei III**, corespunzătoare picturii murale de pe peretele vestic din pronaos, s-au observat câteva puncte de emisie în banda de 525 nm și, la fel ca în cazul precedent, se recomandă comparația cu analiza biologică de laborator.
- În cazul scanării din Altar (**Zona IV**), semnalele LIF obținute sunt foarte slabe, astfel că nu s-a putut realiza o bună discriminare a zonelor cu materiale diferite și totodată este observată și lipsa semnalului pentru atac biologic.
- Parametrii operativi: *lățimea benzii de achiziție:* 10 nm; la prelucrarea rezultatelor trebuie mereu ținut cont de *background-ul* pe care se așează banda de achiziție, iar aceasta se stabilește în funcție de spectrul achiziționat integral de pe un punct; *timpul achiziției unui punct:* sub 1 sec, care depinde de intensitatea bandei spectrale de achiziție; *timpul scanării unei suprafețe:* depinde de mărimea suprafeței și de rezoluția scanării, având în vedere că pentru un punct (pixel) este nevoie de aproximativ 1 sec, experimentele prezentate au durat aproximativ 5 ore.