[1] Anexa se publică în *Buletinul Construcţiilor* editat de Institutul Naţional de Cercetare-Dezvoltare în Construcţii şi Economia Construcţiilor – INCERC Bucureşti.

METODOLOGIE PENTRU CONSOLIDAREA STRATULUI SUPORT (ZIDĂRIE, TENCUIELI) ŞI TRATAMENTUL SUPRAFEŢELOR PICTATE LA CONSTRUCŢIILE VECHI CU VALOARE DE PATRIMONIU, ÎN CONDIŢII DE UMIDITATE EXCESIVĂ ŞI EXISTENŢA BIODEGRADĂRII.

STUDIU DE CAZ: Biserica Sfântul Nicolae Făcătorul de Minuni – Mănăstirea Popăuţi

INDICATIV MP 030-2003

CUPRINS

Cap. I. Obiect şi domeniu de aplicare 195

Cap. II. Reglementări tehnice conexe. Referinţe 196

Cap. III. Terminologie. Definiţii 197

Cap. IV. Metodologie 199

IV.1. Documentare. Investigaţii la faţa locului 199

IV.2. Cerinţe de investigare-diagnosticare 206

IV.3. Metode de investigare 208

IV.4. Intervenţii generale pentru eliminarea umidităţii din obiectiv 211

IV.5. Intervenţii pe suportul cu pictură murală 212

Anexa I. Metode nedistruc ive 243

Anexa II. Procedură minimală de investigare a mortarelor 249

METODOLOGIE PENTRU CONSOLIDAREA STRATULUI SUPORT (ZIDĂRIE, TENCUIELI) ŞI TRATAMENTUL SUPRAFEŢELOR PICTATE LA CONSTRUCŢIILE VECHI CU VALOARE DE PATRIMONIU, ÎN CONDIŢII DE UMIDITATE EXCESIVĂ ŞI EXISTENŢA BIODEGRADĂRII.

Indicativ MP 030-2003

STUDIU DE CAZ: **Biserica Sfântul Nicolae Făcătorul de Minuni – Mănăstirea Popăuţi**

Cap. I. OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE

I.1. Obiect

I.1.1. Prezenta metodologie stabileşte etapele care trebuie parcurse pentru consolidarea stratului suport şi tratamentul suprafeţelor pictate tip frescă la construcţiile vechi clasate în lista monumentelor istorice, în condiţii de umiditate excesivă şi existenţa biodegradării.

I.1.2. Metodologia trebuie să ţină seama de prevederile legii privind protecţia monumentelor istorice şi legii privind calitatea în construcţii.

I.2. Domeniu de aplicare

I.2.1. Prezenta metodologie se adresează experţilor tehnici, proiectanţilor, restauratorilor, utilizatorilor (administratori, proprietari, persoane fizice şi juridice), care se ocupă de consolidarea şi restaurarea acestor monumente.

I.2.2. Metodologia se aplică următoarelor tipuri de construcții:

– administrative;
– de cult,

având suprafețe suport cu pictură tip frescă.

Observație: În cazul construcțiilor înscrise în patrimoniul arhitectural care au pe fațade sau pe pereții interiori suprafețe pictate, intervențiile de asigurare a stabilității și integrității trebuie să țină seama de menținerea autenticității materiei din care este alcătuită construcția, cât și de reversibilitatea acțiunilor întreprinse.

Cap. II. REGLEMENTĂRI TEHNICE CONEXE. REFERINȚE

- Legea 157/1997: Protecția Patrimoniului Arhitectural
- Legea 10/1995: Calitatea în construcții
- STAS 456-73: Cărămizi de construcție din argilă arsă. Reguli și metode pentru verificarea calității
- STAS 6203-75: Încercări de aderență a mortarelor
- STAS 2634-80: Mortare obișnuite pentru zidărie și tencuieli. Metode de încercare
- STAS 4606-80: Agregate naturale grele pentru mortare și betoane cu lianți minerali. Metode de încercare
- STAS 9163/4-89: Produse miniere silico-aluminoase. Metode de analiză

- STAS 4605/4-88: Produse miniere nemetalifere cu conținut de carbonați. Determinarea bioxidului de siliciu
- Normativ P2-85 – Normativ privind alcătuirea, calculul și executarea structurilor din zidărie
- Normativ P100-94 – Normativ privind proiectarea antiseismică a construcțiilor de locuințe, social-culturale, agrotehnice și industriale
- Normativ C26-85 – Normativ pentru încercarea betoanelor prin metode nedistructive
- Procedură minimală de investigare a mortarelor

Cap. III. TERMINOLOGIE. DEFINIȚII

Bastoncini – tijă din lemn (esență tare) cu lungimea de cca.20 cm și grosimea de 4-5 mm, ascuțită la capete, utilizată ca suport pentru un material textil (vată) impregnat cu diverse soluții de substanțe chimice se utilizează la curățirea în detaliu a suprafețelor pictate

Gumă tip Wishab – radieră sandwich cu un suport rigid poliuretanic pe care este prinsă guma propriu-zisă cu diverse grade de „duritate', destinată curățirii mecanice manuale

Intonacco – strat de mortar, cu sau fără agregat mineral și care susține stratul de pictură

Ariccio – strat de mortar cu agregat mineral, care susține stratul intonacco sau direct stratul de pictură

Tehnică „velatura" – tehnică de reintegrare cromatică a uzurilor stratului de culoare şi a lacunelor stratului de culoare (vezi Capitolul V. E (E1, E2))

Tehnică „trattegio" – tehnică de reconstituire a materialelor din lacune prin diferenţieri faţă de original (vezi Capitolul V. E (E3, E4))

Strat suport (pictură) – ansamblu format din mortarul arriccio şi mortarul intonaco şi pe care se află stratul pictural

Structură suport – structura de zidărie (piatră şi cărămidă) care susţine mortarul (mortarele) cu pictură murală

Biocidare – tratament pentru combaterea agenţilor heterotrofi şi autotrofi care atacă suportul cu pictură murală şi ambientul acestuia

Agenţi heterotrofi (bacterii, mucegaiuri) – organisme care îşi sintetizează hrana direct din substanţe organice

Agenţi autotrofi (muşchi, licheni, alge) – organisme care îşi sintetizează hrana direct din substanţe anorganice

Biodegradare – degradare datorată acţiunii formaţiunilor biologice

Tivire – operaţie de asigurare a unei denivelări în plan (multistrat) cu ajutorul unei benzi de hârtie (pelur) şi adeziv (C.M.C.)

Propte – eşafodaj de sprijin pentru consolidare al fracturilor (desprinse) din suportul cu pictură murală

Periformă – perie cu fire din cauciuc

Cap. IV. METODOLOGIE

IV.1. Documentare. Investigaţii la faţa locului

1.1. Scop

Pentru a se determina starea stratului suport şi a suprafeţelor pictate se efectuează investigaţii de teren şi în laborator şi analize de corelare a factorilor cauzali cu modificările constructive, în evoluţia lor istorică.

Investigaţiile se efectuează atât la interior cât şi la exterior (studii precedente şi date din alte etape de reabilitate ale monumentului).

1.2. Obiective

Se analizează la faţa locului şi pe baza documentaţiei existente, în corelaţie cu datele măsurate, aspecte privind:

a. efectul umidităţii şi temperaturii asupra elementelor şi materialelor de construcţie; dacă igrasia şi înălţimea afectată a suprafeţei pictate sunt profunde, staţionare sau depind de anotimp, de orientarea cardinală etc., în interior şi exterior;

b. importanţa prezentată de stropirea directă de la trotuar în timp de ploaie pentru staţionalitatea igrasiei;

c. date asupra terenului de fundare, în corelaţie cu hidrologia şi regimul de precipitaţii în zonă la amplasament, nivelul apelor freatice, existenţa unor foraje care să ofere date privind geologia locală de suprafaţă;

d. lucrări precedente de asanare a umezelii, aerisire, uscare, drenare sau electrodrenare, diferenţe privind caracteristicile zidăriei, pietrei, mortarului sau sistemelor de fundare între diferitele zone şi corelaţii ce pot fi stabilite cu starea clădirii;

e. efectul refacerii acoperişului în forma actuală; ce influenţă s-a observat în legătură cu extinderea streşinilor, în corelaţie cu starea de umiditate a construcţiilor şi frescelor; dacă există un sistem specializat de urmărire în timp a stării clădirii şi evoluţiei umidităţii;

f. posibilităţi de ventilare naturală şi artificială, existente în mod real, între interior şi exterior;

g. existenţa atacului biologic

Observaţie: Aceste investigaţii servesc direcţionării investigaţiilor în laborator şi interpretării datelor obţinute cu metode avansate, dintre care menţionăm metoda termografiei în infraroşu, precum şi determinarea instrumentală a regimului spaţial de temperatură şi umiditate, exterior şi interior, pe diferitele elemente şi pe suprafeţele pictate, în corelaţie cu amploarea înălţimii umezite.

1.3. Investigaţii generale

1.3.1. Analiza şi examinarea trebuie să fie completă şi sistematică, evitându-se a se insista numai asupra zonelor cu deteriorări evidente şi foarte grave. În acelaşi timp însă, pot exista zone de interes critic care vor fi examinate cu atenţie, cum ar fi de exemplu cele care indică o arie foarte mare de deteriorare sau distrugere, sau cele care indică deteriorări foarte grave ieşite din comun. Pentru comparare se pot alege acele zone care nu prezintă sau nu sunt afectate de deteriorări.

1.3.2. Personal şi expertiză

a. Analiza şi examinarea la faţa locului se face de către personal cu experienţă profesională de profil. Efectuarea testelor propriu-zise şi execuţia investigaţiilor pe suportul cu pictură se face de către personal atestat.

b. Se recomandă ca o astfel de activitate să fie efectuată de o echipă interdisciplinară.

c. Expertul inginer identifică prin evaluarea efectuată posibilele cauze ale deteriorărilor materialelor de construcţii.

1.3.3. Evidenţa documentară

Toate documentele referitoare la obiectiv vor fi examinate şi reţinute înainte de efectuarea inspecţiei la faţa locului. Studiul documentelor trebuie efectuat de personalul care participă la inspecţie.

Detaliile care pot fi obţinute în urma consultării datelor disponibile sunt următoarele:

a. denumirea structurii, referinţe proprii;

b. localizarea exactă a structurii şi conexiunile cu alte structuri vecine;

c. tipul structurii şi condiţiile în care este expusă datorită locului sau funcţionării;

d. vârsta, inclusiv date complementare, şi detalii privind lucrările minore sau majore de remediere;

e. planuri şi detalii de execuţie cuprinzând moduri de îmbinare a elementelor de construcţie, detalii de fundaţie, acoperiş etc.;

f. informaţii despre materialele folosite, sursa lor etc.;

g. rapoartele inspecţiilor sau/şi a încercărilor anterioare chiar şi pentru cele de rutină sau specialitate, datele la care au fost semnalate primele semne de deteriorare sau distrugere;

h. informaţii despre alte structuri similare, cu compoziţii, condiţii de mediu şi vârste asemănătoare.

Desenele originale la scară, inclusiv planurile, releveele şi secţiunile sunt utile în această etapă. Copiile după astfel de desene sunt necesare la faţa locului pentru a putea efectua observaţii şi înregistrări corecte.

1.3.4. Planificări

1.3.4.1. Echipament

Echipamentul pentru examinare la fața locului va include:

– lupă de mână sau cu o mărime mai mare, de cca. 10, 20 ori;
– lupă binoculară, în special atunci când accesul la structură este limitat;
– oglindă;
– lanternă electrică puternică;
– aparat fotografic de calitate, prevăzut cu blitz puternic și film color pentru a obține imagini petrografice complete la fața locului;
– camera video, care se poate folosi pentru a produce imagini cu o rezoluție foarte bună;
– ciocan mic;
– cuțit;
– ruletă;
– echer metalic;
– nivelă cu bulă de aer și fir cu plumb;
– aparat de măsurat deschiderea fisurilor .

Observațiile la fața locului vor fi notate. Se pot folosi de asemenea și reportofoane portabile, cu condiția unui zgomot de fond care să facă inteligibile cele înregistrate. Atunci când se poate, este de preferat ca aspectele vizibile de deteriorare sau distrugere să fie desenate pe copiile planurilor și desenelor la scară.

În anumite situații, investigarea la fața locului și prelevarea probelor trebuie efectuate în același timp, caz în care echipamentul trebuie completat și cu cel de prelevare a probelor.

1.3.4.2. Accesul

Se solicită permisiunea în scris, precum și programări privind data și durata efectuării lucrărilor, din partea proprietarului obiectivului și a autorităților în domeniu.

Modalitățile de acces trebuie alese în funcție de situațiile specifice și de necesități. Acestea pot varia de la scări de frânghie sau cu trepte, estrade și reazeme, până la schele special construite pentru acces.

Accesul provizoriu va fi făcut în condiții de maximă securitate pentru experți.

1.3.5. Examinare la fața locului

1.3.5.1. Considerații generale

Se recomandă ca observațiile la fața locului să fie efectuate în condiții de iluminare naturală foarte bună. Starea vremii la data efectuării investigației va fi notată în măsura în care se consideră că poate influența într-un fel observațiile efectuate.

Atunci când se execută și prelevarea de probe odată cu expertiza la fața locului, trebuie luate măsuri pentru asigurarea stabilității echipamentului și a personalului.

1.3.5.2.Condiții de mediu

Se vor nota și analiza:

– temperatura și umiditatea mediului la care obiectivul a fost expus;
– variațiile acestor parametrii pe parcursul efectuării expertizei;
– frecvența ciclurilor de uscare-umezire;
– prezența atacului biologic (favorizat de anumite condiții de temperatură și umiditate).

1.3.5.3. Caracteristici de suprafață care indică prezența unor posibile deteriorări

a) *Fisurarea*

Notarea pozițiilor și zonelor din suportul cu picturi murale cu fisuri și crăpături depistate se face prin relevee și fotografii.

b) *Desprinderea, detaşarea şi dislocarea suprafeţelor suport ictură murală*

Vor fi notate poziţia şi întinderea acestora pe relevee.

c) *Modificările de culoare ale suprafeţelor pictate* reprezintă o indicaţie utilă legată de:

– depuneri de particule;

– tipuri diferite de lianţi, cel mai probabil folosiţi pentru reparaţii ulterioare;

– degradări cauzate de acţiunea factorilor agresivi de natură climatică, chimică, bacteriologică, umană.

Întinderea suprafeţei afectate de acest simptom va fi stabilită prin înregistrare pe peliculă sau prin fotografiere.

d) *Eflorescenţe şi exudat*

Vor fi notate poziţia şi întinderea zonei afectate, concomitent cu o descriere a culorii, texturii, umidităţii şi a consistenţei depunerilor la suprafaţă. Este obligatoriu prelevarea de probe pentru investigaţii ulterioare.

1.3.5.4 .Mişcări, deplasări şi deformaţii

Vor fi notate orice mişcări diferenţiale, la nivel de îmbinări, plane de separaţie, curbări ale suprafeţelor iniţial plane.

1.3.5.5. Înregistrări şi prelucrări preliminarii a rezultatelor investigaţiei la faţa locului

Releveele vor evidenţia:

– existenţa,

– localizarea,

– amploarea

fiecărei caracteristici de suprafaţă (vizuale).

1.3.6. Evaluarea şi interpretarea observaţiilor la faţa locului

Observaţiile preliminare vor fi evaluate şi prelucrate pentru a se putea stabili care vor fi încercările ce se vor efectua în continuare.

Caracteristicile de suprafaţă (vizuale) pot conduce la o apreciere a stării structurii suport analizate funcţie de amploarea şi gravitatea deteriorărilor conform tabelului următor:

Amploarea caracteristicii / Clasificare	Index de clasificare: 1 ÷ 4 / A ÷ D
Slabă, cel mult 5% din suprafaţă, arie sau alt parametru	1
Caracteristici minore, neurgente sau de natură pur cosmetică	A
Moderată, între 5 şi 20 %	2
Caracteristici inacceptabile necesitând atenţie şi analiză	B
Extinsă, mai mult de 20%, dar nu tot	3
Defecte grave sau probleme ce necesită o atenţie imediată	C
Totală, toată suprafaţa afectată	4
Structură suport nesigură	D

IV.2. Cerințe de investigare-diagnosticare

În acțiunea de investigare a construcțiilor cu suprafețe suport pictură din patrimoniul arhitectural expertul trebuie să utilizeze criterii de evaluare a caracteristicilor reale ale construcției vechi, prin care să pună la dispoziția executantului soluții viabile și eficiente pentru reabilitarea obiectivului expertizat.

2.1. Principalele cerințe ce urmează a fi avute în vedere la investigarea acestor obiective sunt:

a. Evaluarea stării generale a obiectivului supus investigării:

– inspecție vizuală, relevee arhitecturale și de degradări și avarii, analiză istoric, identificarea tipurilor principale de suprafețe suport cu pictură murală și a tehnologiilor de execuție utilizate.

b. Analizarea stării de degradare a structurilor (zidărie, tencuială suport, strat pictură) investigate și principale cauze ale degradărilor:

– inventarierea principalelor tipuri de degradări și deteriorări identificate;

– inventarierea naturii solicitărilor (mecanice, chimice, biologice).

c. Evaluarea capacității de rezistență a structurilor suport cu pictură murală pe baza rezultatelor încercărilor fizico-mecanice, chimice și biologice efectuate în situ și în laboratoare.

2.2. Se recomandă ca încercările și analizele de laborator să fie grupate pe specialități: mecanice, fizice, chimice, biologice .

2.3. Expertul va alcătui,funcție de necesități, tematica de investigare pentru diferitele specialități, tematică care va cuprinde în principal următoarele puncte:

– caracteristicile fizice, mecanice și chimice ale materialelor componente ale stratului suport pictură (mortare intonaco și mortare arriccio) și caracteristicile stratului de pictură (natură pigmenți);

– factori de influență chimici, biologici, mineralogici care determină degradările constatate;

– soluții de remediere pentru degradările cauzate de factori specifici.

2.4. Expertul va solicita date referitoare la caracteristicile materialelor componente ale stratului suport:

– densitatea aparentă, porozitatea aparentă, raportul liant/agregat, raportul liant/armătură, natura liantului, structura granulometrică a agregatului din mortar.

Cu privire la starea de degradare a stratului suport, expertul va solicita cercetarea cauzelor atacului mecanic, chimic și biologic asupra elementelor constructive, nestructurale, stabilirea naturii acestor cauze și factorii determinanți precum și soluții de intervenție în domeniul respectiv.

Observații:

1. De reținut că cerințele de investigare-diagnosticare și soluțiile de intervenție pentru structurile de rezistență nu aparțin actualei tematici a Metodologiei, pentru acestea rămânând valabile reglementărilor normativelor în vigoare (P_2, P_{100} etc.).

2. Pe parcursul desfășurării activității de investigare trebuie să existe o legătură permanentă între responsabilii tehnici de încercări și expert, acesta monitorizând și orientând permanent sensul încercărilor în direcția obținerii răspunsurilor de care are nevoie la elaborarea investigației.

IV.3. Metode de analiză

3.1. Coordonatorul lucrărilor stabileşte metodele de analiză de prin consultare cu specialiştii delegaţi din partea laboratorului.

3.2. Metodele de analiză de laborator sunt clasificate în două categorii, şi anume:

a. Metode de analiză distructive
b. Metode de analiză nedistructive.

Analizele distructive se efectuează pe materialele de construcţii mortare de zidărie, mortare suport (intonacio, ariccio) pictură murală, materiale ceramice (cărămizi) şi piatră naturală.

Analizele nedistructive se efectuează pe suportul cu pictură murală.

a. Metodele de analiză distructive[1] includ:

a'. Analize chimice
a''. Analize fizice
a'''. Analize biologice

Observaţii:

1. Procedurile de efectuare a acestor analize sunt cuprinse în Cap. II. *Reglementări tehnice conexe.*

2. Analizele biologice se folosesc pentru determinarea tipurilor de agenţi biologici de contaminare a stratului de pictură şi indicarea tratamentului de combatere al acestora.

[1] Analizele distructive se efectuează pe probe medii (20 g) şi pe microprobe (0.5-1 g), funcţie de posibilităţile reale oferite de prelevarea probelor la faţa locului.

b. Metodele de analiză nedistructive include:

b'. Metoda ultrasonică de impuls
b''. Metoda de duritate superficială (de recul)
b'''. Metoda analizei termografice

3.2.1. Analize (încercări) distructive pe mortare[1]

a. Scopul investigărilor: Caracterizarea materialelor folosite la punerea în operă:

– Tipul de mortar;
– Natura agregatului;
– Natura adaosurilor folosite;
– Estimarea raportului liant/agregat.

b. Tipuri de probe ce pot fi investigate:

– Probe prelevate prin desprindere mecanică (dacă este posibil) – probe medii (20 g)
– Microprelevări din zone deteriorate, bucăţi sau granular – microprobe (0,5-1 g).

3.2.2. Încercări distructive pe elemente ceramice (cărămizi)

a. Scopul investigărilor

Caracterizarea materialelor folosite la punerea în operă în vede ea unor eventuale reproduceri pentru înlo uirea originalelor degradate.

b. Tipuri de probe ce pot fi investigate:

– Probe prelevate prin desprindere mecanică (dacă este posibil) – probe medii (20 g):

[1] Se defineşte drept procedură minimală de diagnosticare – investigare a mortarelor de zidărie prin metodele chimice şi fizice procedura care utilizează analiza chimică, plus analiza mineralogică prin difracţie de raze X, plus analiza mineralogică prin microscopie optică (anexa 1 la Metodologie).

– Microprelevări din zone deteriorate, bucăți sau granular – microprobe (0,5-1 g).

c. Metode de încercare și proceduri conform STAS 456 (Cap. II)

3.3. După natura informației furnizate

3.3.1.Rezistențe mecanice

– Rezistența la compresiune, cf. STAS 456
– Rezistența la întindere prin încovoiere, cf. STAS 456.

3.3.2. Rezistențe la atacul temperaturilor pozitive-negative (cicluri de temperaturi), pierderea de rezistență (și pierderea de masă).
– Rezistența la îngheț-dezgheț, cf. STAS 456.

3.3.3. Penetrarea apei (porozitate aparentă)
– Absorbția de apă, cf. STAS 456.

3.4. Încercări nedistructive pe statul suport pictură murală

a. *Scopul investigărilor*

Încercările nedistructive pot fi utilizate în următoarele scopuri:
– determinarea proprietăților elasto-dinamice ale structurii analizate;
– defectoscopia elementelor de zidărie prin punerea în evidență a zonelor degradate structural (existența golurilor, fisurilor, crăpăturilor);
– identificarea straturilor de pictură și a gradului de autenticitate.

b. *Metode de încercare și proceduri (Anexa 2 Metodologie)*

VI.4. Intervenții generale pentru eliminarea umidității din obiectiv

4.1. Operațiuni preliminare

Identificarea prin măsurători a modalităților de acces a umidității în obiectiv se stabilește în faza de investigare.

4.2. Tipuri de umidități. Surse de acces. Soluții de îndepărtare-atenuare

Tipuri de umiditate/ Modalități de acces (surse)/măsurători	Soluții de îndepărtare – atenuare a surselor de umiditate
Umiditatea ascensională (de capilaritate)/ ape freatice și pluviale în fundații/ măsurători în profunzimea zidăriei (g/2)	– Dren la adâncime, aerisiri fundații – Revizuire acoperiș – Rigole de colectare a apelor meteorice – Soluții de hidroizolare în plan orizontal
Umiditatea de infiltrare/neetanșeități în acoperiș și ferestre/măsurători în stratul de mortar suport pictură	– Soluții constructive pentru acoperișuri și ferestre
Umiditatea de condens (și activități)/ activitatea umană și lipsa unei ventilații naturale sau artificiale corespunzătoare/ măsurători în stratul de mortar suport pictură	– Ventilarea naturală și artificială a aerului din incintă – Derularea activităților umane de întreținere și funcționare a obiectivului în regim controlat

IV.5. Intervenţii pe suportul cu pictură murală

A. Tratamente asupra agenţilor biologici

A.1. Operaţiuni preliminare

Faze	*Descriere*
a. Identificarea prin analize a agentului biologic	După identificarea prin mijloace diferite de observare se vor face prelevări locale sau ambientale, prelevări ce vor face obiectul analizelor agenţilor biologici existenţi. Prin identificările ambientale se va cunoaşte gradul de contaminare în spaţiul monumentului. În funcţie de rezultatul analizelor, biologul va face recoma dări privind tratamentul de biocidare. Se va avea în vedere alegerea biocidului care să nu producă alterări sau degradări ale stratului pictural. Tratamentele se vor aplica nu numai local ci şi pe zonele adiacente.
b. Consemnarea pe relevee a zonei infestate	După recunoaşterea vizuală a zone or afectate, consemnarea pe relevee locale sau pe relevee ale elementelor de arhitectură oferă posibilitatea efectuării corecte a tratamentelor şi urmărirea în timp a efectelor acestora.

A.2. Tratamentul agenţilor heterotrofi (bacterii, n uceg iuri etc. .

a. Aplicarea tratamentului de biocidare	Acest tratament se efectuează prin aplicarea u pensula a substanţei de biocidare prin intermediul hârtiei japoneze. După aplicare, se va lăsa o perioadă de timp pentru acţiunea biocidă a soluţiei.
b. Îndepărtarea formaţiunilor biologice	Operaţiunea se efectuează prin mijloace mecanice uşoare urmând o primă curăţire generă a zonei urmată de intervenţii locale impuse de aderenţa agentului biologic.

c. Tratamentul reventiv	După curăţirea agenţilor, se va reveni cu un nou tratament atât local cât şi pe zonele adiacente. Substanţa de biocidare se va aplica prin pensulare, intervenţia având un caracter profilactic a zonelor afectate.

A.3. Tratamentul agenţilor autotrofi (muşchi, licheni, alge etc.)

a. Aplicarea tratamentu ui de biocidare	A ând în vedere că se referă la formaţiuni în relie sau volum, operaţiunea se va efectua printr-o pensulare atentă urmărind impregnarea abundentă a suprafeţei cu substanţa biocidă. În cazul prezenţei unor urme de strat de culoare se va încerca mai întâi o consolidare a acestuia prin aplicarea locală a unui adeziv şi presarea zonei prin intermediul unei hârtii japoneze sau a unei folii de plastic. Tratamentul se va relua la intervale diferite până la distrugerea prin uscare a agentului biologic.
b. Îndepărtarea formaţiunilor biologice	Operaţiunea se execută prin mijloace mecanice urmărind îndepărtarea agentului şi din zona de ancorare. În cazul lichenilor, îndepărtarea corpurilor de fructificaţie se va face individual din aproape în aproape sau prin folosirea unor mijloace de smulgere a corpurilor uscate. Se vor avea în vedere zonele cu urme ale stratului de culoare.
c. Tratamentul preventiv	upă curăţirea agenţilor, se va reveni cu un nou tratamen atât local cât şi pe zonele adiacente. Substanţa de biocidare se va aplica prin pensulare, intervenţia având un caracter profilactic al zonelor afectate.

A.4. Tratamente împotriva insectelor şi a dăunătorilor animali

a. Masuri de protecţie împotriva insectelor

În ceea ce priveşte intervenţiile împotriva insectelor, acestea se efectuează prin mijloace mecanice de îndepărtare a corpurilor moarte şi distrugerea cuiburilor aflate fie pe suprafaţa picturii fie în fisurile sau golurile stratului suport.

Pentru biocidarea insectelor vii se folosesc tratamente prin fumigaţie sau prin gazare. Aceste tratamente fiind foarte toxice se vor aplica cu mare precauţie atât centru suprafaţa picturală cât şi pentru restaurator, luându-se cele mai stricte măsuri de protecţie.

b. Măsuri de protecţie împotriva dăunătorilor animali

Acestea se referă pe de o parte la măsuri preventive de stabilire a diferitelor colonii (lilieci) prin închiderea spaţiilor de acces spre zonele de interes ale acestora sau folosirea ultrasunetelor. În cazul păsărilor de diferite specii, pentru izgonirea acestora se pot folosi mijloace de sonorizare ce constau în înregistrarea strigătelor de spaimă sau de ameninţare (glasul prădătorilor).

B. intervenţii la nivelul stratului de culoare

B.1. Intervenţii preliminare

Faze	*Descriere*
a. Efectuarea fotografiilor	Documentaţia fotografică cuprinde imagini reprezentative comparative înainte/în timpul/după încheierea operaţiunii, în lumină directă şi razantă, ansambluri şi detalii. Acestea se realizează cu scopul de a pune în evidenţă diversitatea/gravitatea degradărilor şi a diverselor depuneri aflate pe suprafaţa picturii.

b. Localizarea zonelor în curs de exfoliere şi marcarea lor pe releveu	Stratul de culoare aflat în curs de exfoliere este pus în evidenţă folosind diverse metode de investigare de natură fizică (observaţii prin mijloace directe la lumină dirijată, microscoape portabile lupă). După identificare, zonele degradate vor fi consemnate pe releveu.
c. Curăţirea preliminară a stratului de culoare	Stratul de culoare se curăţă cu mijloace mecanice prin decapări parţiale, îndepărtând diversele depuneri aderente sau neaderente.

B.2. Consolidarea stratului de culoare degradat/în curs de exfoliere (sub formă de solziri, mici umflături şi desprinderi sub formă de pante de acoperiş)

2.1. Prima impregnare a stratului de culoare	Se stabileşte concentraţia adezivului ales, în funcţie de gradul de saturare al stratului de culoare şi al stratului suport. Se va urmări introducerea adezivului prin picurare cu seringa sau o pensulă fină până la saturarea zonei.
2.2. Presarea stratului de culoare impregnat	Intervenţia se face cu atenţie, prin reveniri succesive folosind un rulou elastic, presându-se uşor peste un material protector (hârtie japoneză, folii de plastic etc.).
2.3. Cercetarea zonei atate	Aceasta se face pentru a determina refacerea adeziunii stratului de culoare la suport. Se realizează prin verificarea în lumină razantă şi prin teste de contact. În funcţie de această cercetare operaţiunile se reiau până la asigurarea totală a aderentei stratului de culoare.

B.3. Consolidarea stratului de culoare pulverulent

3.1. Testarea gradului de absorbție și aderență — Operațiunea se desfășoară folosind o pensulă moale cu ajutorul căreia se aplică pe suprafața propusă o picătură de apa, cronometrându-se impul de absorbție iar pentru aderentă se folosește un tampon de vată umezit pe un bastoncini cu care se presează ușor suprafața testată, observându-se cantitatea de pigment rămasă pe tampon după o ușoară atingere a pigmentului degradat.

3.2. Impregnarea stratului de culoare cu adezivul ales — Se stabilește concentrația adezivului în funcție de gradul de saturare al stratului de culoare și al stratului suport. Impregnarea în două-trei reprize se va face fie prin pulverizare, acolo unde este posibil, fie p in intermediul foitei japoneze aplicatcu pensula.

3.3. Presarea stratului de culoare impregnat — Intervenția se face cu atenție, prin reveniri succesive, folosind diferențiat în funcție de caz, fie un rulou elastic fie un tampon elastic sau burete de mare presându-se ușor peste o folie de hârtie japoneză.

3.4.Cercetarea zonei tratate. — Aceasta se face pentru a determina refacerea coeziunii a stratului de culoare la suport. Se realizează prin verificarea în lumină razantă și prin teste de contact În funcție de această cercetare operațiunile se reiau până la asigurarea totală a coeziunii stratului de culoare.

B.4. onsolidarea stratului de culoare desprins împreuna cu stratu e preparatie

4.1. Pregătirea zonelor desprinse — Se urmărește îndepărtarea pulberilor provenite din tratul supo prin folosirea succesivă a unui jet de aer controlat, urmat de deschiderea capilarelor cu mijloace umede. Prin această ultimă

intervenție se vor antrena resturil desprinse și se va da posibilitatea dispersării adezivului. În situațiile cu despr inderi mai extinse datorate unor reparații cu mortare de ciment care au împins marginile lacunelor, se va asigura zona afectată cu hârtie japoneză consistentă.

4.2. Prima impregnare a zonelor desprinse — Se stabilește concentrația adezivului ales în funcție de gradul de saturare al stratului suport. Se va urmări introducerea adezivului prin injectare cu seringa până la saturarea zonei. Prin această impregnare se va urmări pe de-o parte consolidarea suportului friabiliza și sigurarea aderenței între cele două componente.

4.3. Presarea stratului de culoare impregnat — Interven ia se face cu atenție, cu reveniri succesive folosind local un tampon semielastic presându-se ușor peste un material protector (folie de plas ic).

4.4. Cercetarea zonei tratate — Aceasta se face pentru a determina refacerea adeziunii dintre straturi. Se realizează prin verificarea zonei în lumină razantă.

B.5. Îndepărtarea suprapunerilor de mortare aflate pe strat su ort rezistent

5.1. Îndepărtarea prin mijloace mecanice, a mortarelo de reparație suprapuse stratului de culoare și a mortarelor cu compoziția diferită de cea originală — Suprapunerile de mortare peste stratul de culoare se îndepărtează prin degroșări (subțieri) succesive prin mijloace mecanice alternate după caz cu comprese umede.

5.2 Îndepărtarea prin procedee fizico-chimice a voalurilor rămase în urma degroşării

Voalurile rămase pe suprafaţa stratului de culoare în urma degroşării mortarelor se scot folosind comprese succesive cu diferite substanţe ce le solubilizează sau le înmoaie intervenindu-se apoi prin metode mecanice pentru îndepărtarea urmelor rămase după ridicarea compreselor.

B.6. Îndepărtarea preparaţiei stratului/straturilor picturale suprapuse originalului (gleturi, grunduri ale repictărilor a secco)

6.1. Îndepărtarea reparaţiilor prin metode uscate

Operaţiunea se execută prin metode mecanice îndepărtând succesiv din grosimea straturilor de preparaţie până la limita suprafeţei stratului pictural, fără a-l pune în pericol.

6.2. Îndepărtarea reparaţiilor prin metode umede

Se aplică comprese cu diverse substanţe chimice pentru a înmuia sau transforma urmele rămase, apoi se îndepărtează compresa şi se curăţă zona folosind tampoane umezite.

B.7. Îndepărtarea zugrăvelilor/văruielilor suprapuse originalului

7.1. Îndepărtarea zugrăvelilor/ văruielilor prin metode uscate

Operaţiunea se execută prin metode mecanice îndepărtând succesiv din grosimea straturilor respective până la limita suprafeţei stratului pictural, fără a-l pune în pericol.

7.2. Îndepărtarea prin procedee fizico-chimice a voalurilor rămase în urma degroşării

Voalurile rămase pe suprafaţa stratului de culoare în urma îndepărtării văruielilor se scot folosind comprese succesive cu diferite substanţe ce le solubilizează sau le înmoaie intervenindu-se apoi prin metode mecanice pentru îndepărtarea urmelor rămase după ridicarea compreselor.

B.8. Îndepărtarea prin mijloace mecanice a corpurilor străine (cuie, dibluri, bride metalice etc.)

8.1. Tratamente de consolidare preventivă

În zonele adiacente diferitelor corpuri străine se vor efectua după caz operaţiuni de consolidare a stratului suport prin asigurarea marginilor fracturate, cu foiţă de protecţie sau tivirea şi consolidarea acestora. Pe aceste zone în funcţie de situaţie se va consolida stratul de culoare.

8.2. Îndepărtarea prin procedee mecanice a cuielor, diblurilor, bridelor metalice sau alte obiecte străine

Obiectele metalice introduse în straturile de preparaţie sau aplicate pe straturi de culoare cu rol utilitar sau de înfrumuseţare se îndepărtează cu foarte multă grijă folosind mijloace mecanice, pentru a nu provoca noi leziuni atât stratului de culoare cât şi suportului.

8.3.Îndepărtarea cuiburilor şi a excrementelor (păsări, lilieci)

Se realizează prin mijloace mecanice, umede sau uscate.

În cazul cuiburilor (acumulări de pământ, paie, etc.) zona se umectează local şi se îndepărtează mecanic, din aproape în aproape. În situaţiile în care stratul de culoare şi-a pierdut parţial coeziunea, se vor efectua local preconsolidări. De asemeni prin intermediul unei foiţe japon se efectuează preventiv un tratament de biocidare.

Îndepărtarea excrementelor,de la caz la caz, se realizează prin mijloace mecanice dure sau mai puţin dure, în combinaţie cu umectări prin tamponare ale zonelor cu apă alcoolizată.

Preventiv, se efectuează, un tratament de biocidare.

B.9. Curăţire depunerilor

B.9.1. Curăţirea depunerilor neaderent (praf, fum, săruri solubile) prin mijloace mecanice uscate

9.1.1. Cercetarea zonei privind starea de conservare a stratului de culoare

Prin această operaţiune se urmăreşte identificarea zonelor sensibile privind aderenţa stratului de culoare şi consemnarea acesto a pe fotografii sau relevee. Asupra zonelor degradate se va aplica un tratament dife enţiat.

9.1.2. Curăţirea depunerilor neaderente (săruri solubile)

Prin această operaţiune se urmăreşte îndepărtare acumulărilor de praf, fum şi voalurile insulare albe. Ope aţiunea se execută prin mijloace mecanice uscate, espectiv cu pensule moi şi foarte moi. Se vor ocoli zonele care prezintă exfolieri şi pulverulenţe ale stratului de culoare.

B.9.2. Curăţirea depunerilor aderente de pe stratul pictural (funingine/gudroane)

9.2.1. Teste de aderenţă a stratului de culoare

Operaţiunea se efectuează folosind mijloace uscate şi umede, verificând fiecare culoare pe diferite zone.

Testel se fac cu deosebită atenţie pe suprafeţe cât mai mici, fără insistenţă.

9.2.2. Curăţirea depunerilor de praf, fum prin mijloace fizico-chimice

Operaţiunea se efectuează prin aplicarea în compresă cu hârtie japoneză a unei soluţii de carbonat de amoniu în diferite concentraţii. Timpul de expunere al compresei se măreşte prin aplicarea a 3-4 straturi de hârtie japon. În intervalul dintre comprese, dacă este nevoie, se va interveni mecanic cu gume moi de tip Wishab. Apoi suprafaţa se va clăti cu apă folosind bureţi şi tampoane de vată pentru absorbţia excesului de umiditate.

B.9.3. Curăţirea depunerilor aderente de praf fixat prin carbonatare

Operaţiunea se efectuează prin alternarea mijloacelor uscate şi umede. Astfel se folosesc alternativ mijloace mecanice mai moi (gume de tip Wishab radiere cu durităţi diferite) şi dure (baton de fibră de sticlă, bisturiu). După caz se aplică alternativ şi comprese umede. Se are în vedere limita rezistenţei fizice a stratului de culoare.

B.9.4. Curăţirea depunerilor de ceară/parafină

9.4.1 Curăţirea depunerilor de ceară şi parafina în relief

Suprapunerile de ceară/parafină peste stratul de culoare se îndepărtează prin mijloace mecanice urmarind prin degroşări succesive apropierea de stratul de culoare. După caz, se vor folosi succesiv comprese calde, prin hârtie de filtru.

9.4.2. Curaţirea depunerilor de ceară şi parafină sub formă de pete

Acestea se degroşează (dacă este cazul) prin metode mecanice după care se aplică comprese cu solvenţi (hidrocarburi aromatice) pentru a înmuia urmele rămase, apoi se îndepărtează compresa şi se curăţă din aproape în aproape folosind tampoane umezite cu aceeaşi solvenţi.

Se vor avea în vedere măsurile de protecţie pentru substanţele toxice şi uşor inflamabile.

B.9.5. Curăţirea substanţelor grase, uleiuri

9.5.1. Teste de curăţire

Urmăresc stabilirea metodologiei concentraţiilor şi timpilor de expunere a-i solvenţilor folosiţi în funcţie de „îmbătrânirea" acestor substanţe adăugate.

9.5.2. Curățirea fizico-mecanică a substanțelor grase, uleiuri

Se realizează prin aplicarea unor comprese din pasta celulozică sau hârtie japoneză, impregnate cu solvenți de tipul aminelor (butilamină, ciclohexil amină) sau de tipul alcoolilor sau cetonelor. Timpii de expunere vor fi stabiliți în funcție de rezultatul curățirii. După îndepărtarea compreselor se vor efectua curățări cu tampoane de vată aplicate pe batoncini și în cazurile mai aderente intervenind local cu bisturiul. Se vor avea în vedere măsurile de protecție pentru substanțele toxice și ușor inflamabile.

B.9.6. Curățirea rășinilor naturale

9.6.1. Teste de curățire

Se folosesc solvenți ca hidrocarburile aromatice, alcoolii cetonele. Aceștia se folosesc simpli sau în amestec în funcție de situația dată, (dammar, schellac, colofoniu etc.) în urma testelor de curățire în situ.

9.6.2. Îndepărtarea prin metode fizico-chimice

Operațiunea se execută prin aplicarea unor comprese din hârtie japoneză sau/și pastă celulozică impregnate cu solvenții mai sus amintiți cu timpi de expunere diferiți de la caz la caz. Se vor efectua curățiri ulterioare cu tampoane de vată îmbibate în solvenții respectivi, după caz în combinație cu mijloace mecanice.

Se vor avea în vedere măsurile de protecție pentru substanțele toxice și ușor inflamabile.

B.9.7. Curățirea rășinilor sintetice și/sau diverse combinații

9.7.1 Teste de curățire

Urmăresc stabilirea metodologiei, concentrațiilor și timpilor de expunere al solvenților folosiți. În cazul acestor tipuri de depuneri se poate testa o gamă foarte largă de solvenți în diverse combinații

(ciclohexanonă, dimetilformamidă, acetonă, xilen, etc.) Aceștia fac parte din grupa cetonelor, hidrocarburilor aromatice, alcoolilor etc.

Se vor avea în vedere măsurile de protecție pentru substanțele toxice și ușor inflamabile.

9.7.2. Curățirea rășinilor sintetice și/sau diverse combinații

Se vor efectua curățiri cu tampoane de vată îmbibate în solvenții respectivi, după caz în combinație cu mijloace mecanice (bisturiu).

Dacă este necesar, în funcție de tipul de rășină determinat, operațiunea se execută și prin aplicarea unor comprese din hârtie japoneză și/sau pastă celulozică impregnate cu solvenții mai sus amintiți cu timpi de expunere studiați, în combinație cu alte metode mecanice.

Se vor avea în vedere măsurile de protecție pentru substanțele toxice și ușor inflamabile.

B.9.8. Curățirea uleiurilor animale, caseinei, oului, gumei arabice, amidonului utilizați ca fixativi

9.8.1. Teste de identificare

Pe baza analizelor de laborator se vor identifica aceste tipuri de lianți pentru stabilirea metodologiei de curățare

9.8.2. Curățirea cleiului animal, amidonului și gumelor arabice

Pentru curățirea acestora se folosesc combinat mijloace umede și mecanice. Respectiv, se aplică comprese calde, cu timpi diferiți de expunere și reveniri până la gelificarea acestora. Intervenția mecanică ajută la reducerea consistenței acestora. Asupra zonelor aglomerate se revine local până la îndepărtarea totală

B.10. Curăţirea/înlăturarea repictărilor a secco executate în tehnica ulei, verni,tempera grasă

10.1. Teste de curăţire

Urmăresc stabilirea metodologiei, concentraţiilor şi timpilor de expunere al solvenţilor folosiţi.

În cazul acestor repictării cu lanţi diferiţi, se poate testa o gamă foarte larga de solvenţi în diverse combinaţii. Aceştia fac parte din grupa, hidrocarburilor aromat ce alcoolilor, aminelor.

Se vor avea în vedere măsurile de protecţie pentru substanţele toxice şi uşor inflamabile.

10.2. Curăţirea repictărilor

Se vor efectua curăţiri cu tampoane de vată îmbibate în solvenţii espectivi, după caz în combinaţie cu mijloace mecanice (bisturiu).

În funcţie de tipul de repictare determinat, operaţiunea se executa şi prin aplicarea unor comprese in hârtie japoneză şi/sau pastă celulozică impregnate cu solvenţii mai sus amintiţii cu timpi de expunere studiaţi, în combinaţie cu alte metode mecanice.

Se vor avea în vedere măsurile de protecţie pentru substanţele toxice şi uşor inflamabile.

B.11. Tratamentul sărurilor solubile / insolubile

11.1. Îndepărtarea sărurilor solubile prin mijloace mecanice umede

a. Îndepărtarea preliminara a sărurilor solubile

După identificarea tipurilor de săruri şi consemnarea pe releveu a extinderii acestora se va îndepărta mecanic folosind pensule moi şi evitarea zonelor cu strat de culoare în curs de degradare. Apoi se va interveni cu mijloace mecanice folosind radiere cu durităţi diferite.

b. Îndepărtarea şi extragerea sărurilor solubile

Pentru limitarea evoluţiei ulterioare a acestora se va interveni la nivelul stratului suport prin extragerea parţiala a sărurilor. În acest sens se vor aplica pe un strat de hârtie japoneza comprese umede cu pastă de hârtie urmărind în felul acesta schimbarea suprafeţei de evaporare. Se va avea în vedere controlarea acestei operaţiuni evitând solubilizarea completa a sărurilor aflate în suport.

11.2. Extragerea depunerilor saline pe suprafaţă, voaluri şi/sau cruste

11.2.a. Curăţirea depunerilor saline prin mijloace fizico-chimice

Operaţiunea se efectuează prin aplicarea într-o compresă de hârtie japoneză a unei soluţii de carbonat de amoniu în diferite concentraţii. Timpul de expunere al o preselor se măreşte prin aplicarea a 3-4 straturi de hârtie japon. În intervalul dintre comprese, daca este nevoie, se va interveni mecanic cu un moi tip Wishab.

Se vor avea în vedere masurile de protecţie pentru substanţele toxice.

11.2.b. Înlăturarea prin procedee chimice a sulfaţilor

Operaţiunea se efectuează prin aplicarea unor comprese cu schimbători de ioni. Compresa se aplică prin intermediul unei coli de hârtie japoneză. Tratamentul se repetă până la eliminarea completă a sulfaţilor. Pentru prelungirea timpilor de expunere se va folosi ca vehiculant o compresă din pastă de hârtie.

Se vor avea în vedere măsurile de protecţie pentru substanţele toxice şi uşor inflamabile

B.11.3. Îndepărtarea sărurilor insolubile prin mijloace mecanice şi chimice

11.3.a. Identificarea tipurilor de săruri	Pe baza analizelor de laborator se vor identifica tipurile de săruri atât pe suprafaţă cât şi în stratul suport.
11.3.b. Îndepărtarea prin procedee mecanice a sărurilor insolubile	Îndepărtarea mecanică a reliefurilor şi crustelor de săruri se face folosind diferite mijloace de abraziune.

B.11.4. Stabilizarea sărurilor

11.4.a. Analize chimice	Se urmăreşte identificarea calitativă şi cantitativă a sărurilor (în special anionii).
11.4.b.Tratamentul de stabilizare a criptoflorescenţelor de sulfat de calciu se face aplicând următoarea metodologie	Ca o condiţie preliminară este necesară curăţirea tuturor tipurilor de depuneri şi evitarea suprafeţelor marcate de prezenţa nitraţilor. Prepararea compreselor şi a soluţiilor necesare tratamentelor preliminare, sunt urmate de aplicarea compreselor de carbonat de amoniu. Urmează aplicarea compreselor cu hidroxid de bariu şi urmărirea tratamentului. Îndepărtarea compreselor se face după încheierea timpului de expunere determinat de gradul de absorbţie. Se vor avea în vedere măsurile de protecţie pentru substanţele toxice şi uşor inflamabile.

C. Intervenţii la nivelul stratului suport

Faze	Descriere
C.1. Intervenţii preliminare	
C.1.1. Asigurarea marginilor şi stratului suport desprins fracturat	Asigurarea provizorie a marginilor stratului suport desprins, fracturat cu foită japoneză.
C.1.2. Ancorarea punctuală a marginilor stratului suport desprins/ fracturat	Consolidarea parţială (punctiformă) a marginilor desprinse sau fracturate, folosind mortare de var nisip. Înaintea acestei operaţiuni se vor degaja marginile. În măsura posibilităţilor se umectează şi se aplică mortarul de-o manieră provizorie.
C.1.3. Curăţirea marginilor stratului suport, din lacune crăpături, fisuri	Această operaţiune pregătitoare pentru tiviri sa chituiri se efectuează prin îndepărtarea diverselor depuneri (praf, funingine, acumulări de gudroane, urme ale prezenţelor animale şi insecte) Operaţiunea se execută cu mijloace mecanice alternate cu mijloace umede. De asemenea, se vor degaja şi marginile stratului suport friabilizate şi nerecuperabile.

C.2. Îndepărtarea mortarelor/materialelor necorespunzătoare ale intervenţiilor anterioare

Degajarea/curăţarea reparaţiilor de mortare necorespunzătoare de la marginile stratului suport, lacune, crăpături, fisuri sau diverse acumulări. Acestea pot fi mortare pe bază de var/nisip sau în amestec cu ciment. Curăţirea se execută cu diverse mijloace mecanice alternând mijloacele umede cu cele uscate. După caz se va folosi un jet de aer dirijat local. În prezenţa stratului de culoare se va avea în

vedere aderența acestuia intervenția făcându-se cu mare atenție, folosind după caz mijloace abrazive.

C.3. Impregnarea stratului suport friabil (ariccio și intonaco)

C.3.1. Stabilirea gradului de friabilitate. Prin studierea stratului suport, se va determina extinderea și profunzimea acestui fenomen.

C.3.2. Curățirea selectivă a stratului friabilizat de diverse depuneri, neaderente.

C.3.3. Impregnarea suportului friabil cu o soluție mai mică tensioactiv care să permită penetrarea și difuzarea consolidantului în masa stratului suport.

C.3.4. Refacerea coeziunii prin impregnarea straturilor friabile. Operațiunea se execută prin pulverizare, injectare sau prin pensulare folosind consolidanți minerali cu concentrații diferite în funcție de gradul de absorbție și difuzare.

C.3.5. Cercetare gradului de consolidare a straturilor friabile și repetarea operațiunii până la consolidarea finală a acestora.

C.4. Tivirea marginilor stratului suport (ariccio și intonaco)

După efectuarea operațiunilor premergătoare explicate la B.1.3. stratul suport se va umecta cu seringa sau prin pensulare. Apoi se vor aplica straturi de mortare corespunzător stratului la care se efectuează operațiunea (ariccio, intonacco). Textura suprafețelor va trebui sa fie rugoasă sau striată pentru aderența materialelor de umplere.

C.5. Chituirea fisurilor la nivel ariccio (în profunzime)

Operațiunea se execută prin introducerea în profunzimea stratului de ariccio a unui mortar de var/nisip și adaosuri hidraulice (după caz). Pe parcursul operațiunii, materialul se compactează păstrând o suprafață rugoasă sau striată pentru aderența straturilor următoare. Se urmărește apropierea de compoziția, structura ariccio-ului original.

C.6. Chituirea lacunelor la nivel ariccio (în profunzime)

Se aplică metodologia de la C.3.1.

C.7. Chituirea fisurilor la nivel intonaco (superficial)

Operațiunile sunt următoarele:
– umectarea fisurii;
– aplicarea primului strat de aderență;
– protecția stratului de culoare.

Aplicarea chitului de intonaco se raportează fie la nivelul suprafeței fie sub nivelul acesteia. În funcție de opțiune se păstrează o anume textură sub nivelul picturii iar la suprafață finisarea se face prin șlefuire în limitele lacunei chituite. Se va avea în vedere curățirea marginilor și din nou șlefuirea.

C.8. Chituirea lacunelor datorate materialelor la nivel intonaco

Operațiunile sunt următoarele:
– umectarea lacunei;
– aplicarea primului strat de aderență;
– protecția stratului de culoare.

Idem C.7., aliniat 2.

C.9. Chituirea lacunelor la nivel intonaco şi/sau stratului de preparaţie (grund, gled preparaţie de var)

Operaţiunile sunt următoarele:
– umectarea lacunei,
– aplicarea primului strat de aderenţă,
– protecţia stratului de culoare.

Idem C.7., aliniat 2.

Pentru stratul de preparaţie chituirea se va face folosind materiale compatibile cu originalul, urmărind caracteristicile acestora de compoziţie şi textură.

C.10. Chituirea lacunelor extinse neintegrabile la nivel ariccio

Operaţiunea se execută prin aplicarea în straturi succesive a mortarului preparat urmărind denivelările suprafeţei murale. Calitatea materialului pregătit pentru acest strat se va raporta la calităţile şi textura originalului. În compoziţia de var şi nisip se vor introduce diferite adaosuri hidraulice, materiale vegetale (după caz) şi alte diferite componente care permit obţinerea suprafeţei dorite. În prealabil suprafaţa se va umezi.

Se va avea în vedere calitatea cromatică a mortarelor, care se obţine din prelucrarea suprafeţei cât şi din calitatea componentelor introduse în compoziţie

C.11. Pregătirea zonei pentru injectări

11.a. Determinarea zonelor desprinse şi marcarea pe releveu a limitelor	Se face prin detectări acustice şi marcarea pe releveu a limitelor acestor suprafeţe.
11.b. Pregătirea punctelor de injectare	Operaţiunea cuprinde: practicarea orificiilor cu maşini manuale, îndepărtarea prafului (pulberilor) cu periforma de cauciuc, deschiderea capilarelor prin injectare cu apă alcoolizată, montarea definitivă a acelor de seringă sau sondelor.
11.c. Aplicarea sondelor pentru injectarea sub presiune în vederea consolidării structurii de zidărie	Operaţiunea onstă în pregătirea zonei în profunzime, prin curăţirea fisurilor sau lacunelor, consolidarea marginilor fracturate, tivirea, montarea sondelor precum şi obturarea fisurilor din zonă.
11.d. Asigurarea cu hârtie pelur a fisurilor din zonă	Se face folosind benzi înguste (după caz) de hârtie pelur şi carboximetil-celuloză. Acestea se lipesc în zonele cu fisuri.
11.e. Chituirea şi tivirea provizorie	Operaţiunea se referă la curăţirea lacunelor profunde, a marginilor şi a fisurilor ale căror straturi suport sunt desprinse şi pun în pericol operaţiunea de injectare. Se consolidează în profunzime marginile friabile ale câmpului pictural sau ale lacunelor după care se chituiesc cu mortare de var nisip.
11.f. Obturarea fisurilor din câmpul picturii în vederea injectării sub presiune	În funcţie de dimensiunile fisurilor stratului suport (desfăşurate pe grade de dificultate) se efectuează o curăţire în profunzime a marginilor şi chituirea lor cu mortare de var nisip.
11.g. Tratament biocidare în cazul în care pe zonele desprinse s-au dezvoltat formaţiuni biologice	În cazul dezvoltării unor formaţiuni biologice între straturile desprinse se face un tratament de biocidare urmat de îndepărtarea (pe cât posibil) a corpurilor vegetative/ fructificaţii.

C.12. Asigurarea cu propte a zonelor pentru injectări

Pentru montarea proptelor se va verifica starea de conservare a stratului de culoare sau mai precis a aderenței acestuia la suport. Urmează protejarea stratului de culoare cu hârtie japoneză, pâslă etc. și apoi montarea proptelor.

C.13. Injectări pentru desprinderi și burdușeli ale stratului suport (ariccio, intonaco și de preparație)

13.a. Efectuarea fotografiilor	Documentația fotografică cuprinde imagini reprezentative înainte/în timpul/după intervenție în lumină razantă/directă, ansambluri, detalii.
13.b. Marcarea pe releveu a punctelor de injectare, a cantităților și a suprafețelor injectate total sau parțial	Fiecare punct de injectare se marchează pe releveu alături fiind consemnată cantitatea consolidantului introdusă în zona desprinsă/burdușită. Se consemnează, de asemenea, zonele injectate total sau parțial.
13.c. Consolidarea prin injectare a straturilor suport (intonaco și/sau ariccio) desprinse	Se face în mai multe etape, individual pentru fiecare desprindere dintre straturile de preparație și suportul de zid.
13.d. Chituirea punctelor de injectare	După încheierea procesului de consolidare se îndepărtează acele de seringă iar orificiile rămase goale se obturează prin chituire cu mortare de var nisip.

13.e. Îndepărtarea benzilor de hârtie pelur aplicate pe fisuri	Benzile de hârtie pelur se îndepărtează folosind comprese cu apă aplicate pe zonele cu hârtia pelur. Astfel adezivul se hidratează (înmoaie) iar banda de pelur se ridică foarte ușor. După aceasta se curăță zona cu apă până la îndepărtarea totală a adezivului de pe suprafața picturală.

D. intervenții la nivelul zidăriei

D.1. Intervenții preliminare

D.1.1. Efectuarea fotografiilor reprezentative

D.1.2. Marcarea pe releveu a zonelor cu reparații, plombe, mortare necorespunzătoare

D.2. Intervenții propriu-zise

2.1. Asigurarea stratului pictural	Se face folosind benzi de hârtie japoneză folosind ca adeziv carboximetil-celuloză. Acestea se lipesc în zona alăturată reparațiilor, plombelor ce urmează a fi îndepărtate.
2.2. Asigurarea stratului suport	Se execută pentru prevenirea accidentelor în timpul îndepărtării reparațiilor și plombelor. Chituirea și tivirea provizorie (punctiformă) a marginilor desprinse sau fracturate, folosind mortare de var.
2.3. Îndepărtarea reparațiilor, plombelor, mortarelor necorespunzatoare	Se realizează prin metode mecanice (decapări selective). În funcție de situație, mortarele se pot umecta pentru micșorarea rezistenței mecanice. Se are în vedere duritatea mortarelor pe bază de ciment, evitând vibrațiile din apropierea marginilor fracturate.

D.3. Curăţarea lacunelor/fisurilor din zidărie de diverse impurităţi depuneri şi/sau pulberi de mortare

3.1. Îndepărtarea depunerilor neaderente	Se realizează prin mijloace mecanice, folosind combinat un jet de aer controlat, pensule, perii etc.
3.2. Curăţirea depunerilor aderente	Se realizează prin mijloace mecanice combinate dacă este cazul cu uşoare umectări locale, dacă acestea din urmă ajută procedeelor mecanice de îndepărtare a depunerilor. Se vor îndepărta elementele zidăriei care sunt degradate iremediabil, friabile şi fără coeziune care nu se mai pot trata prin impregnare (după caz).

D.4. Consolidarea lacunelor/fisurilor din zidărie

4.1. Alegerea consolidantului şi testele de impregnare	Se urmăreşte stabilirea metodologiei, concentraţiilor, timpilor de expunere sau a revenirilor cu consolidanţi, în funcţie de natura componenţei zidăriei ce urmează a fi tratata şi mortare, cărămizi, piatră ş.a.) cât şi în funcţie de starea de degradare a acesteia. În general pentru aceste operaţiuni sunt folosiţi consolidanţi minerali, (Syton, silicat de etil etc.).
4.2. Măsuri de protecţie	Se iau măsuri de protejare a stratului de culoare în cazul scursurilor accidentale de consolidant. Se folosesc benzi cu dimensiuni diferite de hârtie pelur, aplicate cu carboximetilceluloză. Acestea se aplică pe stratul de culoare alăturat zonei pe care se execută tratamentul. Tratamentele se vor executa de restaurator numai după luarea măsurilor de protecţie având în vedere toxicitatea substanţelor folosite.

4.3. Impregnarea prin pensulare	Se face direct pe suprafaţă în mai multe etape, în funcţie de situaţia dată.
4.4. Impregnarea prin pulverizare	Se face într-o primă etapă, când zona nu poate fi atinsă prin pensulare. Pentru a consolida în profunzime se vor folosi concentraţii reduse care permit o saturare în masă a consolidantului.
4.5. Impregnarea prin injectare	Se aplică în zonele cu fisuri sau desprinderi prin clivare a cărămizilor sau pietrelor. Se folosesc concentraţii medii. Operaţiunea se realizează în mai multe etape în funcţie de situaţia dată. Se urmăreşte totodată împiedicarea scursurilor pe stratul pictural în timpul operaţiunii
4.6. Cercetarea zonei tratate	Aceasta se face pentru a determina procentul refacerii coeziunii materialului supus tratamentului. Se realizează comparativ cu o zonă martor. În urmă acestei analize dacă este necesar se repetă operaţiunile de impregnare cu consolidant.

D.5. Plombare/ţeserea lacunelor/crăpăturilor din zidărie

5.1. Cercetare	Fotografii reprezentative înainte/în timpul/ după intervenţie. Consemnarea degradărilor şi a intervenţiilor pe releveu. Cercetarea compoziţiei zidăriei în vederea reconstituirii cât mai fidel posibil a zidăriei originale.
5.2. Pregătirea zonelor	Curăţirea suprafeţei de diverse depuneri/ acumulări (vezi D.1.2). Îndepărtarea elementelor friabile ale zidăriei Consolidarea zonei (zidului) prin impregnare cu diverse substanţe. Confecţionarea proptelor sau contra-formelor (negativ formă) pe zonele cu dificultate.

5.3. Înlocuirea elementelor de zidărie

Elementele de zidărie degradate se vor înlocui cu altele de aceeaşi natură, respectând modul original de aranjare şi execuţie al zidăriei originale.

Operaţiunea poate fi executată de restauratorul de pictură murală, dacă suprafaţa de intervenţie nu este foarte mare, sau dacă problemele ridicate de statica monumentului nu ridică probleme majore pe zona respectivă.

În cazurile în care constructorul execută aceste operaţiuni de restaurare se va acorda asistenţa necesară de către restauratorul de pictură murală.

D.6. Îndepărtarea fragmentelor de zidărie suprapuse stratului pictural ce nu sunt elemente de structură (rezultate în urma unor reparaţii anterioare necorespunzătoare)

6.1. Cercetare

Se cercetează stabilitatea structurii zidăriei originale în cazul îndepărtării fragmentului de zidărie suprapus.

6.2. Demontarea elementelor de zidărie

Demontarea treptată a zidului începând din partea superioară şi având grijă pentru a nu provoca traume stratului de culoare acoperit de zid.

D.7. Montarea ştuţurilor pentru injectări sub presiune

7.1. Aplicarea sondelor pentru injectarea sub presiune în vederea consolidării

Operaţiunea constă ca primă etapă în curăţirea şi fixarea stratului de culoare cât şi asigurarea cu pelur a eventualelor fracturări sau desprinderi din zonele învecinate.

Consolidarea marginilor fracturate prin impregnare şi tivire.

Chituirea lacunelor profunde şi obturarea fisurilor prin care s-ar putea scurge consolidantul introdus de constructor.

Introducerea şi montarea de sonde pentru injectarea consolidantului în profunzimea zidului. Asigurarea asistenţei de specialitate pe parcursul intervenţiei constructorului.

E. Integrare cromatică

Metodele de integrare cromatică prezentate mai jos, se vor folosi şi se vor pune în operă de către restaurator, în urma unei (interpretări critice) analize estetice de ansamblu, asupra incoerenţelor produse în câmpul picturii de către toate tipurile de lacune ale operei ce împiedică perceperea cursivă a imaginii, a mesajului.

Tratamentul lacunelor indiferent de metodă, trebuie să fie realizat în conformitate cu principiile de restaurare cunoscute şi anume:

a) Întreruperea statutului de „figură" al lacunei (uzurilor) pe fundalul imaginii. Astfel din planul secund, imaginea va reveni în primul plan în momentul lecturării ansamblului.

b) Respectarea principiului autenticităţii prin diferenţierea intervenţiei restauratorului de original.

c) Reversibilitatea materialelor puse în operă.

d) Tratarea fiecărei lacune în funcţie de totalitatea operei. Se face referire, la raportul şi înglobarea picturii murale ca parte integrantă a spaţiului arhitectural. Pentru cazurile în care întreruperea continuităţii imaginii creată de lacună se extinde şi asupra formei arhitecturale soluţia de integrare se decide ţinând cont de componenţa arhitecturală. Principiul atrage atenţia asupra lacunelor de mari întinderi, ce au avut elemente decorative repetitive etc. care subliniau diferite forme de arhitectură.

E.1. Reintegrare a uzurilor patinei în tehnica „velatura"

Prin această intervenţie se urmăreşte aplicarea unui glasiu de acuarelă care să corespundă calităţii valorice şi nivelului de acumulare a patinei în timp.

La acest nivel lacunele sunt superficiale şi infime datorate unei uşoare abraziuni ce afectează continuitatea patinei. Acesta trebuie să restabilească unitatea suprafeţei fără a modifica valoric stratul pictural pe care îl acoperă.

Nuanţa particulară a patinei va „cere"un ton analog.

E.2. Integrarea cromatică a lacunelor din stratul de culoare în tehnica „velatura"

Acest tip de integrare se aplică atât la nivelul stratului de culoare erodat câ şi la nivelul lacunelor datorate lipsei acestuia.

Unitatea suprafeţei trebuie restabilită prin aplicarea unor tonuri alăturate prin care să se definească diferenţa între intervenţia restauratorului şi original. Lacunele superficiale, se reintegrează prin glasiuri repetate de acuarelă până la nivelul ales de raportare estetic.

E.3. Integrarea cromatică în tehnica „tratteggio"a lacunelor/ crăpăturilor/ fisurilor chituite la nivelul picturii

Prin aplicarea acestei tehnici se urmăreşte o reconstituire a imaginii prin sugerarea unei diferenţie i de textură faţă de original intervenţia este limitată în funcţie de dimensiunea lacunei şi reconstituirea imaginii.

Într-un caz cu totul particular, la exterior se pot aplica chituri la nivelul lacunelor, cu mortare colorate î masă pentru oferi o rezistenţă în timp mai mare decât materialele folosite curent la integrare, în tehnica a secco. Se integrează prin această tehnică lacunele care nu presupun o reconstituire a imaginii.

E.4. Integrarea cromatică a lacunelor/crăpăturilor de întindere mare, chituite la nivel ariccio/ velatura/mortare în masă

Operaţiunea se execută prin aplicarea în straturi a mortarului prepara urmărind denivelările suprafeţei murale. Calitatea materialului pregătit pentru acest s rat se va raporta la calităţile şi textura originalului. În compoziţia de var/nisip se vor introduce diferite adaosuri hidraulice, materiale vegetale (după caz) şi alte diferite componente care permit obţinerea suprafeţei dorite.

Se va avea în vedere calitatea cromatică a mortarelor care se obţine din prelucrarea suprafeţei cât şi din calitatea componentelor introduse în compoziţie. De asemenea, nuanţele pot fi acordate prin reveniri în tehnica velatura

F. Documentaţia fotografică

Fotografierea ansamblului/zonei/detalii înainte, în timpul şi după intervenţia restauratorului de pictur .

Documentaţia fotografică se poate realiza atât pe peliculă fotografică color sau alb negru, (eventual digital).

Dimensiunile fotografiilor se vor stabili pe parcursul lucrărilor în funcţie de scopul documentaţiei.

Atât în cazurile ansamblurilor cât şi în cazurile detaliilor este de preferat ca la final comparaţia fotografiilor efectuate în diferite etape să pună în valoare eforturile operaţiunilor d restaurare.

Tipuri de fotografii:

F.1. Fotografii de ansamblu în lumină directă înaintea începerii intervenţiilor de restaurare;

F.2. Fotografii de ansamblu în lumină razantă înaintea începerii tuturor intervenţiilor de restaurare;

F.3. Detalii în lumină directă şi razantă înaintea începerii intervenţiilor de restaurare;

F.4. Ansambluri în lumină directă şi razantă pe parcursul desfăşurării operaţiunilor de conservare-restaurare;

F.5. Detalii în lumină directă şi razanta pe parcursul desfăşurării operaţiunilor de conservare-restaurare;

F.6. Ansambluri în lumină directă şi razantă după încheierea operaţiunilor;

F.7. Detalii în lumină directă şi razantă după încheierea operaţiunilor de conservare-restaurare;

F.8. Fotografii speciale: macrofotografii sau fotografii în lumină specială (UV).

G. Documentaţia desenată (acţiuni suport)

G.1. Relevee ce ilustrează starea de conservare a picturii

G.l.a. Relevee de arhitectură (planuri, secţiuni) cu marcarea stării de conservare pe ansamblu.

Pe aceste relevee se marchează de către desenator (restaurator) degradările la nivelul arhitecturii, care au implicaţii directe în starea de conservare a picturilor murale. Astfel, se urmăreşte în ansamblu starea de conservare a monumentului şi deci implicit şi a picturilor murale. De la caz la caz se pot consemna următoarele probleme:

a. scara desenului (1 : 50, 1 : 20, 1 : 10, 1 : 5);

b. cotele altimetrice;

c. pentru o vizualizare în ansamblu a fenomenelor, se pot trasa curbele de nivel atât ale umidităţii de capilaritate sau de infiltraţie (sau alte tipuri dacă sunt determinate);

d. traseul fisurilor de secţionare ale masivului de zidărie, vizibile pe suprafaţa picturilor murale se poate marca atât pe plan cât şi pe secţiuni (laterale sau transversale);

e. se pot marca efectele asupra compoziţiei pietriş în cazul depistării formelor de arhitectură modificate în timp;

f. se marchează succesiunea, delimitarea şi suprapunerile de pictură realizate în perioade de timp diferite.

G.1.b. Relevee cu desenarea la scară a programului iconografic

Acest tip de releveu reprezintă releveul „de bază" peste care se vor suprapune celelalte relevee cu prezentarea stării de conservare şi a operaţiunilor realizate. Acesta urmăreşte iconografia fie pe registre, scene sau elemente de arhitectură. Scara desenului poate varia de la 1 : 20, 1 : 10, 1 : 5 în funcţie de caz.

G.1.c. Relevee cu identificarea elementelor tehnologice

Acest tip de releveu urmăreşte prezentarea elementelor tehnicii de execuţie cum ar fi: incizii, pontate, gionate etc.

G.1.d. Relevee la scară cu marcarea degradărilor

Se vor marca degradările determinate la nivelul stratului suport şi la nivelul stratului de culoare. Scara desenului este aceeaşi cu cea aleasă la pct. G.1.b.

G.2. Relevee cu marcarea operaţiunilor efectuate

Se vor marca operaţiunile efectuate la nivelul stratului suport precum şi la nivelul stratului de culoare. Scara de reducere este aceeaşi cu cea aleasă la pct. G. 1 .b.

Complexitatea si dificultatea realizării unui releveu ce cuprinde toate etapele enumerate la pct. G. 1.b - G1.d + G.2 este dată în acelaşi timp de starea de conservare, cât şi de complexitatea compoziţiei după cum urmează:

G.1.1. Relevee pentru o suprafață bine conservată cu elemente ornamentale simple sau o singu ă figură.

G.1.2. Relevee pentru o suprafață bine conservată cu o compoziție ornamentală sau figurativă complexă.

G.1.3. Relevee pentru o suprafață degradată cu elemente ornamentale simple sau o singură figură.

G.1.4. Relevee pentru o suprafață degradată cu o compoziție ornamentală sau figurativă complexă.

ANEXA I

METODA NEDISTRUCTIVĂ

Anexa I.1.

Metoda ultrasonică de impuls

În principiu metoda se bazează pe explorarea cu ultrasunete în secţiune transversală a elementului, pe ambele direcţii atunci când acest lucru este posibil şi pe realizarea unor diagrame de variaţie a vitezei de propagare rezultate, în secţiune presupunând ca elementul de zidărie este omogen. O asemenea diagramă permite realizarea unei cartografieri a elementului de zidărie din punct de vedere al determinării vitezei de propagare măsurate în diverse zone ale elementului portant de zidărie.

Toate aceste informaţii sunt fundamentale pentru evaluarea gradului de omogenitate al structurii de zidărie investigate – punerea în evidenţă a eventualelor degradări structurale de tipul fisurilor, crăpăturilor (degradări ascunse).

Metoda, în principiu, este similară celei descrise în Cap. IX (Determinarea degradărilor structurale, produse de solicitările seismice, în elementele construcţiilor de beton armat) din Normativul C 26-85, Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive, cu excepţia faptului că vitezele înregistrate sunt cu mult mai mici decât cele caracteristice vitezei de propagare prin beton. Viteza de propagare a ultrasunetelor în elemente de zidărie este cuprinsă în intervalul 400-2200 m/sec. – valorile minime punând în evidenţă elemente de zidărie degradate structural (aflate în stare de fisurare).

Metoda ultrasonică de impuls poate fi folosită şi pentru predeterminarea mărcii cărămizilor ca elemente independente, cât şi pentru prismele de mortar confecţionate conform reţetelor de mortar utilizate în lucrare. Principiul metodei este identic cu cel prezentat în Normativul mai sus menţionat la Capitolul 2 – *Încercarea betonului prin metode ultrasonice de impuls*. Încercarea se efectuează numai pe baza curbelor de referinţă (curbă,viteza de propagare a ultrasunetelor – rezistenţa la compresiune) pentru tipul de cărămidă şi marca de mortar

încercat. Curba viteză-rezistenţă se trasează pe baza unor încercări executate în paralel prin metode nedistructive şi distructive la vârste de încercare prevăzute pentru fiecare tip de material (cărămidă şi mortar).

Aparatura necesară pentru executarea încercărilor atât în teren cât şi în laborator va fi compusă din următoarele:

a) Betonoscop cu ultrasunete, având următoarele caracteristici:
- frecvenţa impulsurilor 40-100 kHz;
- domeniu de aplicare: minim 80 dB;
- tensiunea de alimentare: 220 V;
- scară de timp cuprins între 30-15 μs;
- precizia măsurării timpului: ± 1 %.

Etalonarea aparatului se executa conform prospectului.

b) Instrumente de măsurare a distanţei care să asigure o precizie de măsurare de ± 1.

Anexa I.2.

Metoda de recul

Principiul metodei constă în măsurarea reculului liniar sau unghiular al unui dispozitiv mobil sub acţiunea unui sistem de resorturi în urma ciocnirii acestuia cu suprafaţa ma erialului ce face obiectul încercării – cărămidă sau rostul din mortar – ce intră în alcătuirea elementului portant de zidărie. Principala aplicaţie a metodelor mecanice de suprafaţă este determinarea rezistenţei la compresiune atât pentru cărămidă cât şi pentru mortarul ce intră în alcătuirea elementului portant de zidărie.

Tipul cel mai reprezentativ de aparat (şi de metodă) pentru determinarea nedistructivă a rezistenţei la compresiune pentru cărămizi ,şi pentru mortarul de zidărie, este sclerometrul Schmidt.

Acest aparat datorită caracteristicilor sale de manevrabilitate (uşoară), citire şi interpretare relativ simplă a datelor, este recomandat pentru efectuarea de încercări ce au ca scop evaluarea rezistenţelor la compresiune, atât pentru cărămidă cât şi pentru mortarul folosit la realizarea elementului de zidărie în ansamblu.

Încercările trebuie făcute pe elemente de zidărie ce au în general în structura lor aceleaşi tipuri de cărămizi şi mortar, iar acolo unde acestea sunt diferite (constatare făcută în urma examinării vizuale) în câmpul (alcătuirea) lor zonele respective vor fi identificate şi tratate separat în etapa de interpretare a rezultatelor.

Pe suprafaţa unui element de zidărie vor fi alese pentru încercări zone distincte alcătuite din cărămizi şi mortare ce pot permite realizarea în condiţii normale a încercării cu ajutorul sclerometrului (cărămizi sănătoase fără degradări vizibile şi rosturi de mortare care să permită acţiunea resortului directă asupra suprafeţei de mortar).

Numărul minim de lovituri ce vor fi aplicate va fi atât pentru cărămizi cât şi pentru rostul de mortar de circa 6-10 măsurători. Frecvenţa loviturilor mai sus specificată va fi aplicată pentru cele două tipuri de materiale astfel: verificarea a minimum 15 cărămizi pentru

10 metri lungime maximă de perete (circa 36 m^2 perete) şi minimum a 3 m de rost de mortar verificat la diferite cote de înălţime (bază, mijloc, vârf perete).

Modul de lucru şi interpretarea rezultatelor va fi în conformitate cu prevederile Normativului C26/85 – Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive – Cap. I. – încercarea betonului cu sclerometrul Schmidt.

Există şi aici ca şi la metodele ultrasonice de impuls mai multe căi, de precizii diferite, pentru transformarea măsurătorilor de recul în rezistenţe mecanice, în funcţie de condiţiile de lucru, şi anume:

– metoda curbei de calibrare;
– metoda coeficienţilor de influenţă corectaţi;
– metoda curbei unice (prospect aparat).

Metoda de interpretare a rezultatelor va fi aleasă de responsabilul tehnic al încercării.

Aparatura necesară pentru realizarea încercării va fi:

- Sclerometru tip Schmidt (cu afişaj electronic sau clasic) cu energie de impact cuprinsă în intervalul 0,09-0,075 Kgfm destinat verificării controlului materialelor cu o rezistenţă scăzută.

Anexa I.3.

Metoda analizei termografice

Analiza termografică este bazată pe conductivitatea termică a materialului şi poate fi pasivă sau activă.

În primul caz, aceasta analizează radiaţia activităţii în timpul ciclului de efort termal datorată fenomenelor naturale (încălzirea şi răcirea consecutivă)

Dacă cercetarea/inspectarea/este activă, se aplică încălzirea forţată a suprafeţelor analizate.

Radiaţia termală este colectată de un aparat senzitiv cu radiaţii infraroşii şi este apoi transformată în semnale electrice, care sunt convertite în imagini cu nuanţe diferite de culori.

Această metodăse poate aplica în cazul cercetărilor efectuate asupra pereţilor cu guşee, de unde nu este posibil a se lua mostre sau a se folosi tehnici de testare care vin în contact cu suprafeţele de frescă.

Trebuie precizat că această metodă de analiză este indicată pentru stratul suport cu picturi murale a cărui grosime (2-4 cm) permite evaluarea migrării umidităţii.[1]

[1] TERMOVISION (imaginea termică) – termovizionare pentru identificarea zonele unde structurile morfologice sunt acoperite de construcţie (deschideri blocate etc.).

ANEXA II

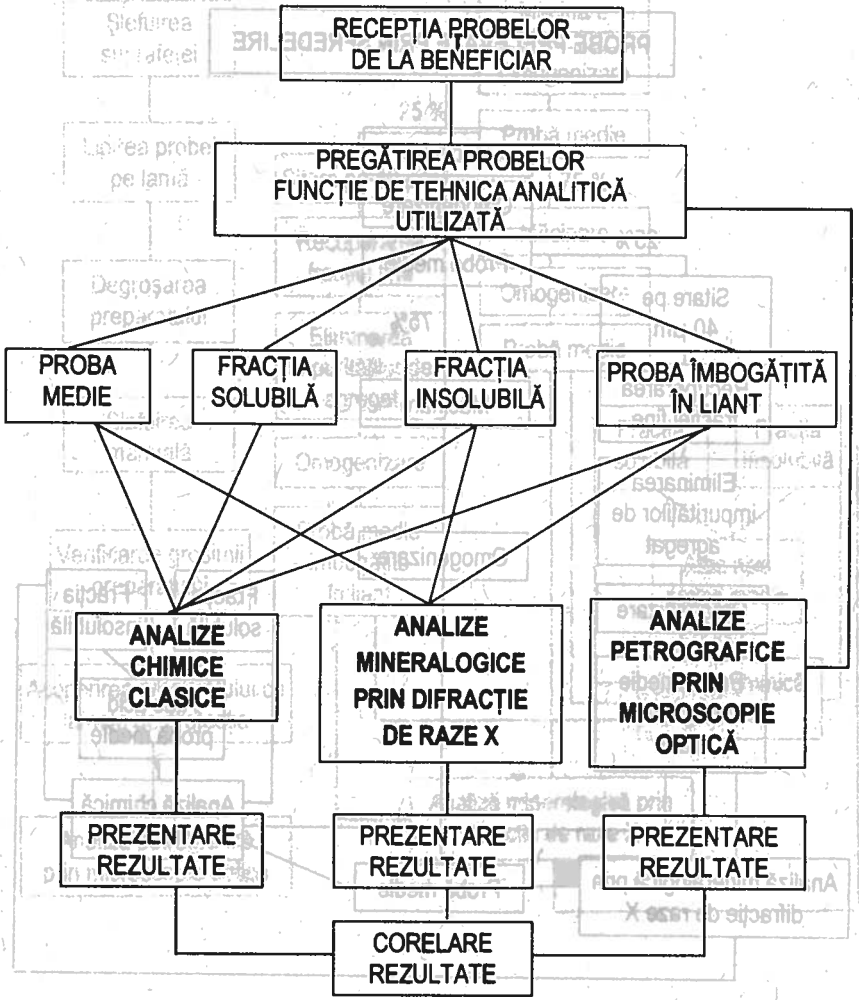
PROCEDURĂ MINIMALĂ DE INVESTIGARE A MORTARELOR

Principiul procedurii minimale. Schema logică

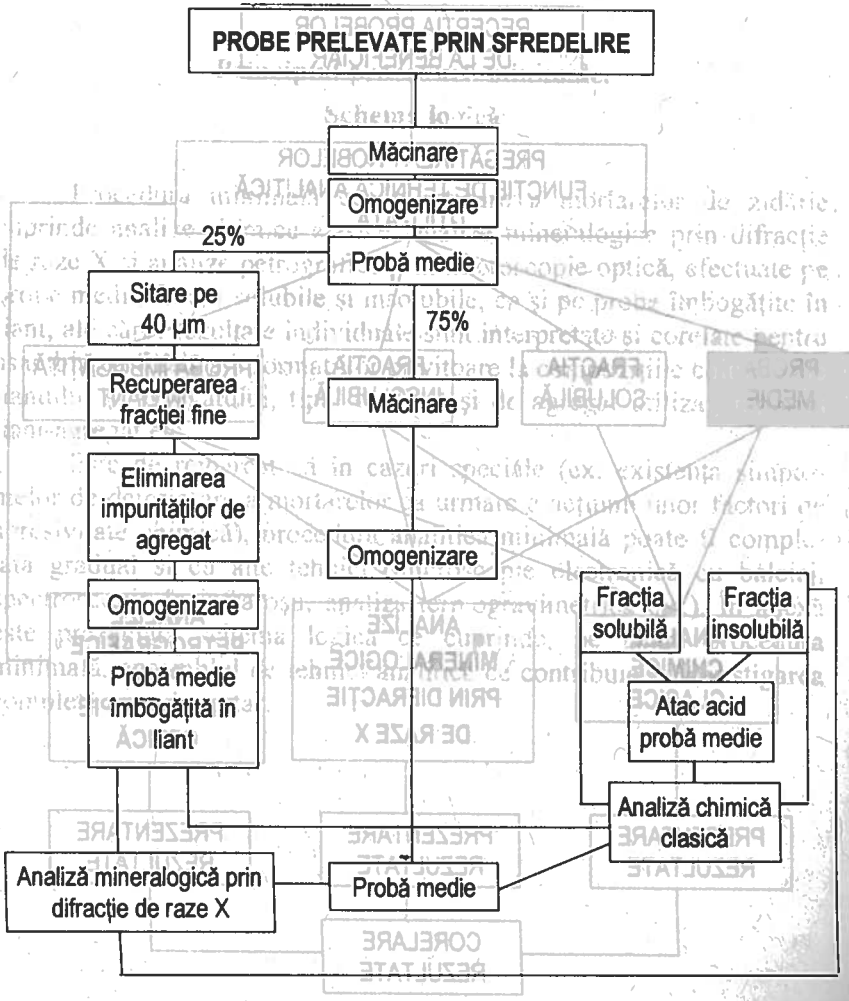
Procedura minimală de investigare a mortarelor de zidărie cuprinde analize chimice clasice, analize mineralogice prin difracție de raze X și analize petrografice prin microscopie optică, efectuate pe probe medii, fracții solubile și insolubile, ca și pe probe îmbogățite în liant, ale căror rezultate individuale sunt interpretate și corelate pentru asamblarea finală a informațiilor privitoare la compozițiile chimice ale liantului și agregatului, tipul de liant și de agregat utilizat, raportul liant-agregat etc.

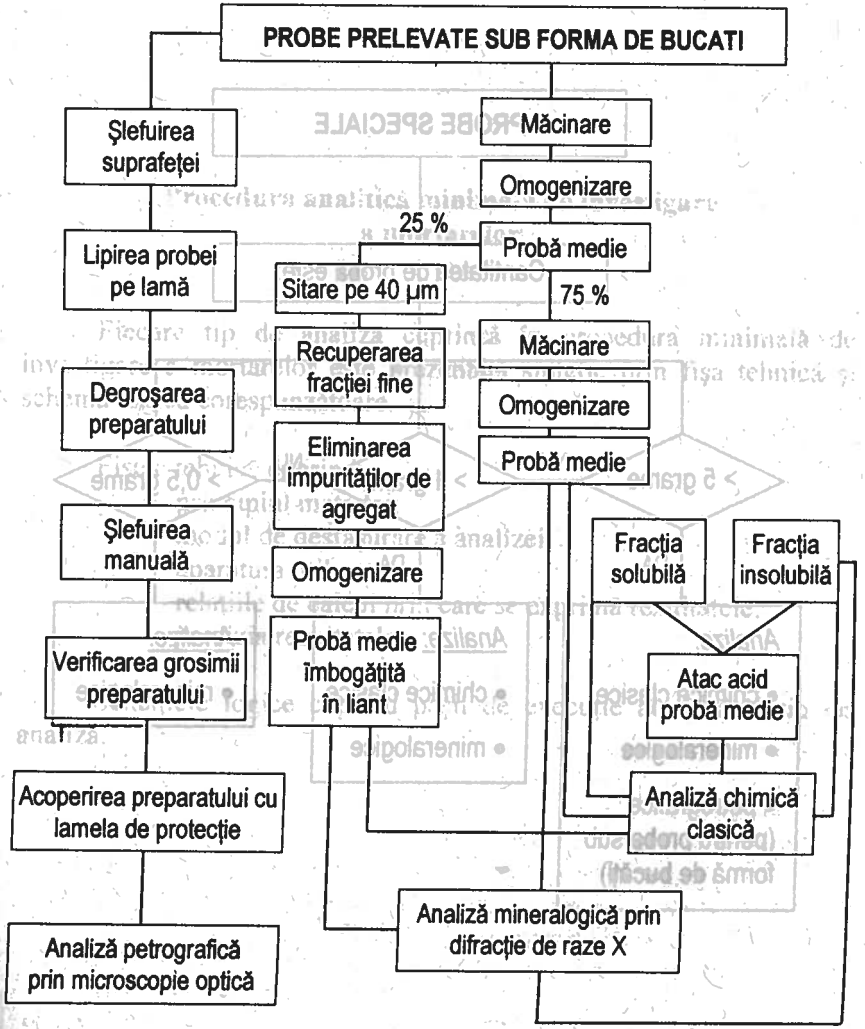
Este de remarcat că în cazuri speciale (ex. existența simptomelor de deteriorare a mortarelor ca urmare a acțiunii unor factori de agresivitate chimică), procedura analitică minimală poate fi completată gradual și cu alte tehnici (microscopie electronică cu baleiaj, spectroscopie în infraroșu, analiză termogravimetrică etc.). În anexă este prezentată schema logică ce cuprinde, pe lângă procedura minimală, ansamblul de tehnici analitice ce contribuie la investigarea completă a unui mortar.

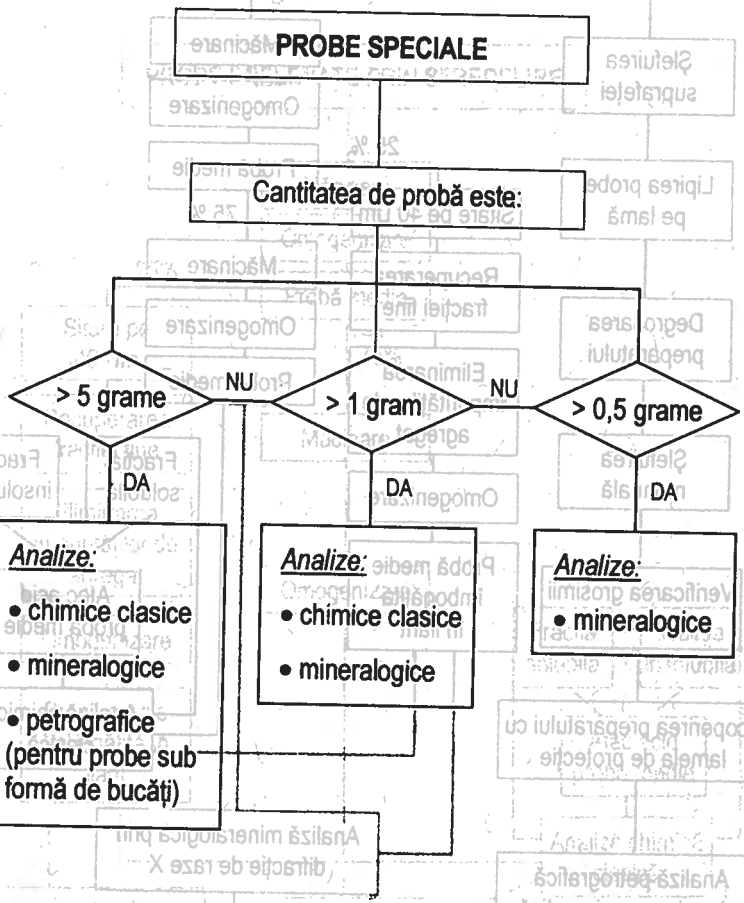
Schema logică a procedurii minimale de investigare distructivă a mortarelor de zidărie



Pregătirea probelor







Procedura analitică minimală de investigare a mortarelor

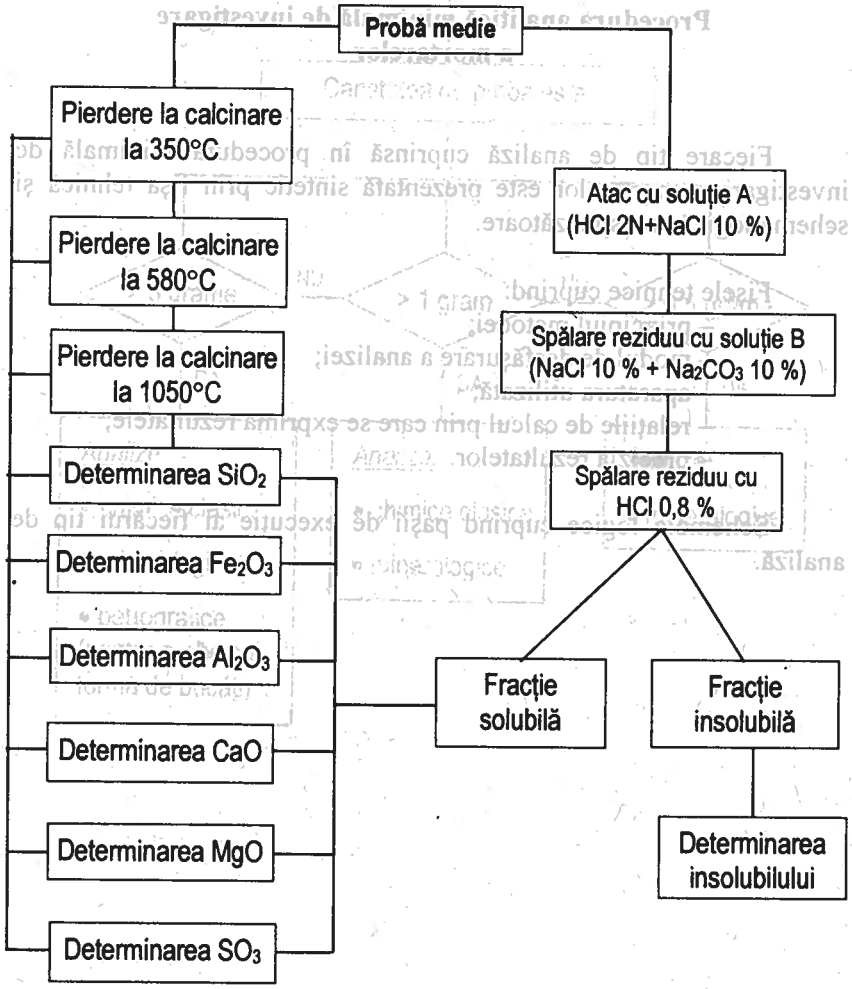
Fiecare tip de analiză cuprinsă în procedura minimală de investigare a mortarelor este prezentată sintetic prin fişa tehnică şi schema logică corespunzătoare.

Fişele tehnice cuprind:

– principiul metodei;
– modul de desfăşurare a analizei;
– aparatura utilizată;
– relaţiile de calcul prin care se exprimă rezultatele;
– precizia rezultatelor.

Schemele logice cuprind paşii de execuţie ai fiecărui tip de analiză.

DETERMINĂRI PRIN ANALIZA CHIMICĂ CLASICĂ



DETERMINAREA PIERDERII LA CALCINARE

Principiul metodei

Pierderea la calcinare se determină prin calcinarea probei medii la o temperatură caracteristică, până la masă constantă.

Modul de desfăşurare a analizei

Similar celei din STAS 4605-3/88.

Aparatura utilizată

– balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
– cuptor electric de laborator.

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\%P.C._{350^\circ C} = \frac{m_1 - m_2}{m} \cdot 100$ $\%P.C._{580^\circ C} = \frac{m_1 - m_3}{m} \cdot 100$ $\%P.C._{1050^\circ C} = \frac{m_1 - m_4}{m} \cdot 100$	– m_1 = masa creuzetului cu probă înainte de calcinare; – m_2 = masa creuzetului cu probă după calcinare la 350°C; – m_3 = masa creuzetului cu probă după calcinare la 580°C; – m_4 = masa creuzetului cu probă după calcinare la 1050°C – m = masa probei luată în ucru.

Precizia rezultatelor

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
până la 30 %	0,30	0,50
30-40 %	0,40	0,60
peste 40 %	0,50	0,70

DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE SiO_2

Principiul metodei

Conținutul de SiO_2 atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină gravimetric după insolubilizarea SiO_2 cu HCl.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-4/73 pentru proba medie și celei din STAS 4605-4/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C).

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\% SiO_2 = \frac{m_2 - m_1}{m} \cdot 100$	– relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă; – m_2 = masa creuzetului cu precipitat înainte de evaporare; – m_1 = masa creuzetului cu precipitat după evaporare; – m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru SiO_2 din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
până la 20 %	0,20	0,30
20-40 %	0,30	0,45
40-60 %	0,45	0,60
peste 60 %	0,60	0,90

Precizia rezultatelor pentru SiO_2 din fracția solubilă

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
0,5-1 %	0,025	0,04
1-3 %	0,03	0,045
peste 3 %	0,035	0,05

DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE Fe_2O_3

Principiul metodei

Conținutul de Fe_2O_3 atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină volumetric prin tratare cu complexon III EDTA 0.1M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-5/73 pentru proba medie și celei din STAS 4605-5/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C).

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\% Fe_2O_3 = \frac{V \cdot F \cdot 0,007984}{m} \cdot r \cdot 100$ 0,007984 = cantitatea de Fe_2O_3 corespunzătoare la 1 cm^3 complexon III EDTA 0.1 M.	– relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă; – V = volumul soluției de complexon III EDTA 0.1 M folosit la titrare; – F = factorul soluției de complexon III EDTA 0.1 M; – r = raportul de diluție; – m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru Fe_2O_3 din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
1-2,5 %	0,10	0,15
2,5-5 %	0,15	0,20
peste 5 %	0,20	0,30

Precizia rezultatelor pentru Fe_2O_3 din fracția solubilă

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
0,3-0,5 %	0,03	0,04
0,5-1 %	0,075	0,15
1-2,5 %	0,10	0,20

DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE Al_2O_3

Principiul metodei

Conținutul de Al_2O_3 atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină volumetric prin tratare cu complexon III EDTA 0.1M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-6/73 pentru proba medie și celei din STAS 4605-6/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C).

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\%\ Al_2O_3 = \frac{V \cdot F \cdot 0,005097}{m} \cdot r \cdot 100$ 0,005097 = cantitatea de Al_2O_3 corespunzătoare la 1 cm^3 complexon III EDTA 0.1 M.	– relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă; – V = volumul soluției de complexon III EDTA 0.1 M folosit la titrare; – F = factorul soluției de complexon III EDTA 0.1 M; – r = raportul de diluție; – m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru Al_2O_3 din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
până la 10 %	0,20	0,30
10-20 %	0,30	0,45
20-35 %	0,40	0,60

Precizia rezultatelor pentru Al_2O_3 din fracția solubilă

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
0,5-1 %	0,05	0,10
1-2 %	0,10	0,15
2-3 %	0,15	0,25

DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE CaO

Principiul metodei

Conținutul de CaO atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină volumetric prin tratare cu complexon III EDTA 0.05 M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-9/73 pentru proba medie și celei din STAS 4605-9/88 pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C).

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\%\ CaO = \frac{V \cdot F \cdot 0,002804}{m} \cdot r \cdot 100$ 0,002804 = cantitatea de CaO corespunzătoare la 1 cm^3 complexon III EDTA 0.05 M.	– relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă; – V = volumul soluției de complexon III EDTA 0.05 M folosit la titrare; – F = factorul soluției de complexon III EDTA 0.05 M; – r = raportul de diluție; – m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru CaO din proba medie

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
5-10 %	0,15	0,25
10-20 %	0,20	0,30
20-40 %	0,25	0,40

Precizia rezultatelor pentru CaO din fracția solubilă

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
30-40 %	0,30	0,50
peste 40 %	0,40	0,60

DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE MgO

Principiul metodei

Conținutul de MgO atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină volumetric prin tratare cu complexon III EDTA 0.05 M.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-10/73 pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C).

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\% MgO = \frac{V \cdot F \cdot 0,002 \cdot r}{m} \cdot 100$ 0,002 = cantitatea de mgO corespunzătoare la 1 cm³ complexon III EDTA 0.05 M.	– relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă; – V = volumul soluției de complexon III EDTA 0.05 M folosit la titrare; – F = factorul soluției de complexon III EDTA 0.05 M; – r = raportul de diluție; – m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru MgO din proba medie și din fracția solubilă

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
0,5-1 %	0,08	0,10
1-5 %	0,10	0,15
5-10 %	0,15	0,25
10-20 %	0,20	0,30
peste 20 %	0,30	0,40

DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE SO_3

Principiul metodei

Conținutul de SO_3 atât din proba medie cât și din fracția solubilă se determină prin precipitare cu $BaSO_4$.

Modul de desfășurare a analizei

Similar celei din STAS 9163-13/73 atât pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă.

Aparatura utilizată

- balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C).

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\% SO_3 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 0,3429}{m} \cdot r \cdot 100$	– relația de calcul este aceeași atât pentru proba medie, cât și pentru fracția solubilă; – m_1 = masa creuzetului constant; – m_2 = masa creuzetului cu precipitat; – r = raportul de diluție; – m = masa probei luată în lucru; – 0,3429 = cantitatea de $BaSO_4$ corespunzătoare la 1 cm³ soluție $BaCl_2$.

Precizia rezultatelor pentru SO_3 din proba medie și din fracția solubilă

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
până la 1 %	0,025	0,05
1-10 %	0,10	0,25

DETERMINAREA REZIDUULUI INSOLUBIL

Principiul metodei

Conținutul de reziduu insolubil se determină prin calcinarea fracției insolubile la 1050°C timp de 1 oră.

Modul de desfășurare a analizei

Similar ca metodologie celei din SR 226-2/95, cu diferența tipului de soluție de atac a probei medii (soluția A din părți egal HCl 2N și NaCl 10 %) și a soluției de spălare (soluția B din părți egale NaCl și Na_2CO_3 10 %, urmată de soluție HCl 0,8 %).

Aparatura utilizată

- balanță analitică clasa II de precizie, 0,1mg;
- cuptor electric de laborator;
- etuvă electrică (0-200°C).

Prezentarea rezultatelor

Formula de calcul	Explicitarea formulei
$\%\ \text{Insolubil} = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \cdot 100$	– m_1 = masa creuzetului fără precipitat; – m_2 = masa creuzetului cu precipitat; – m = masa probei luată în lucru.

Precizia rezultatelor pentru reziduu insolubil

Domeniul de variație	Repetabilitatea	Reproductibilitatea
30-40 %	0,40	0,60
peste 40 %	0,50	0,70

ANALIZA MINERALOGICĂ PRIN DIFRACȚIE DE RAZE X

Principiul metodei

Difracția de raze X are la bază formula lui Bragg-Brentano, după care:

$$2d \sin \theta = n \lambda,$$

d = distanța dintre planele unei structuri cristaline pe o anumită direcție;
θ = unghiul de incidență al razelor X;
λ = lungimea de undă a radiației X;
n = ordinul de difracție, cel mai frecvent = 1.

Etapele

Analiza prin difracție de raze X presupune două etape:
a) *analiza calitativă* = identificarea tipurilor de compuși cristalini prezenți în probă pe baza spectrelor de difracție (stabilirea pe diagramă a pozițiilor unghiulare corespunzătoare picurilor, calculul *d*-ului corespunzător picului cu formula Bragg-Brentano, alocarea picurilor funcție de *d* compușilor cristalini prezenți în probă pe baza cartotecii ASTM;
b) *analiza cantitativă* = proporționalitatea cantității de compus cristalin în probă cu amplitudinea picurilor aferente (înălțime, lățime, arie). Această proporționalitate este dată de o constantă experimentală funcție de metoda de analiză utilizată (metoda proporționalității directe, metoda etaloanelor, metoda sistemelor de ecuații cu calibrare inițială, metoda standardului intern sau metoda teoretică).

Aparatura utilizată

- Difractometru DRON-3;
- Difractometru URD-6.

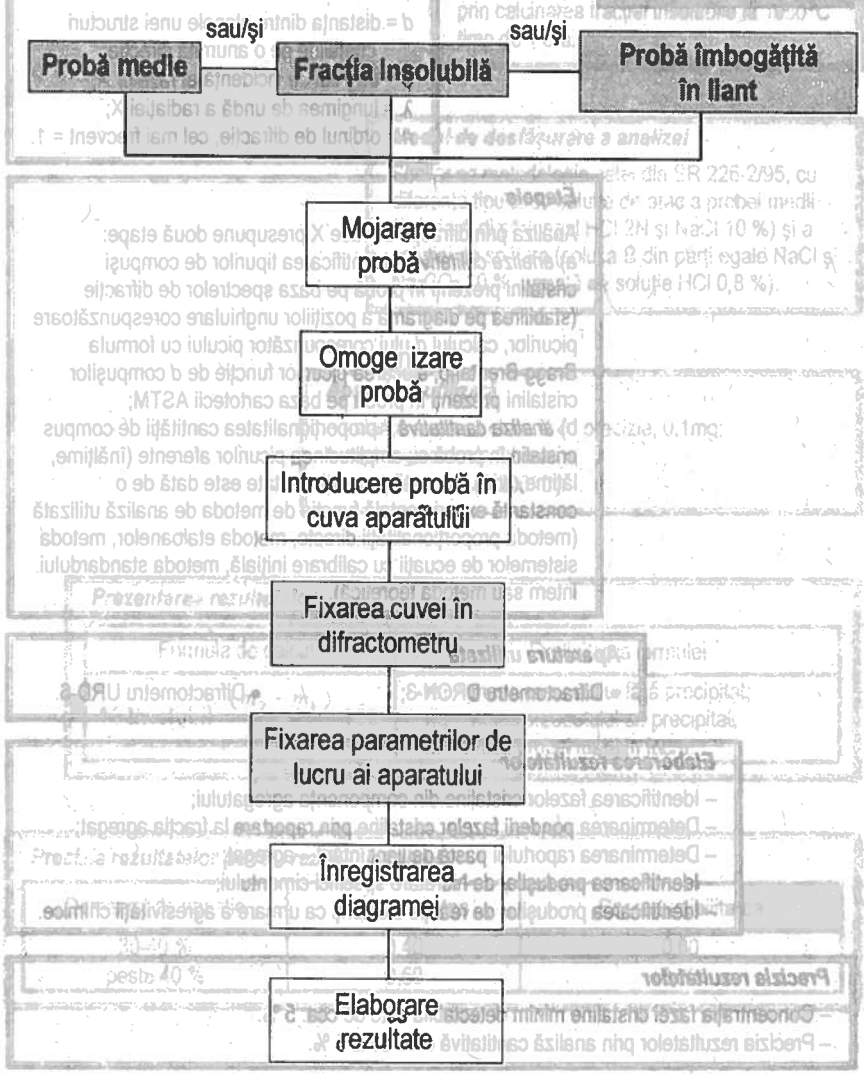
Elaborarea rezultatelor

- Identificarea fazelor cristaline din componența agregatului;
- Determinarea ponderii fazelor cristaline prin raportare la fracția agregat;
- Determinarea raportului pastă de liant întărit – agregat;
- Identificarea produșilor de hidratare specifici cimentului;
- Identificarea produșilor de reacție existenți ca urmare a agresivității chimice.

Precizia rezultatelor

- Concentrația fazei cristaline minim detectabilă este de cca. 5 %.
- Precizia rezultatelor prin analiză cantitativă este de ± 5 %.

ANALIZA MINERALOGICĂ PRIN DIFRACȚIE DE RAZE X



ANALIZA PETROGRAFICĂ PRIN MICROSCOPIE OPTICĂ

Principiul metodei

Metoda de analiză prin microscopie optică se bazează pe studiul proprietăților optice ale componentelor minerale în lumină polarizată și naturală.

Din punct de vedere optic fiecare mineral cristalizat își are constantele sale caracteristice, cu ajutorul lor fiind posibilă determinarea naturii mineralelor și, mai departe, a tipurilor de rocă naturală a cărei componentă o constituie.

Modalități de lucru

a) Studierea preparatului microscopic în lumină transmisă și polarizată (în nicoli II și în nicoli X), utilizând tehnica de pregătire probe pe secțiuni subțiri.

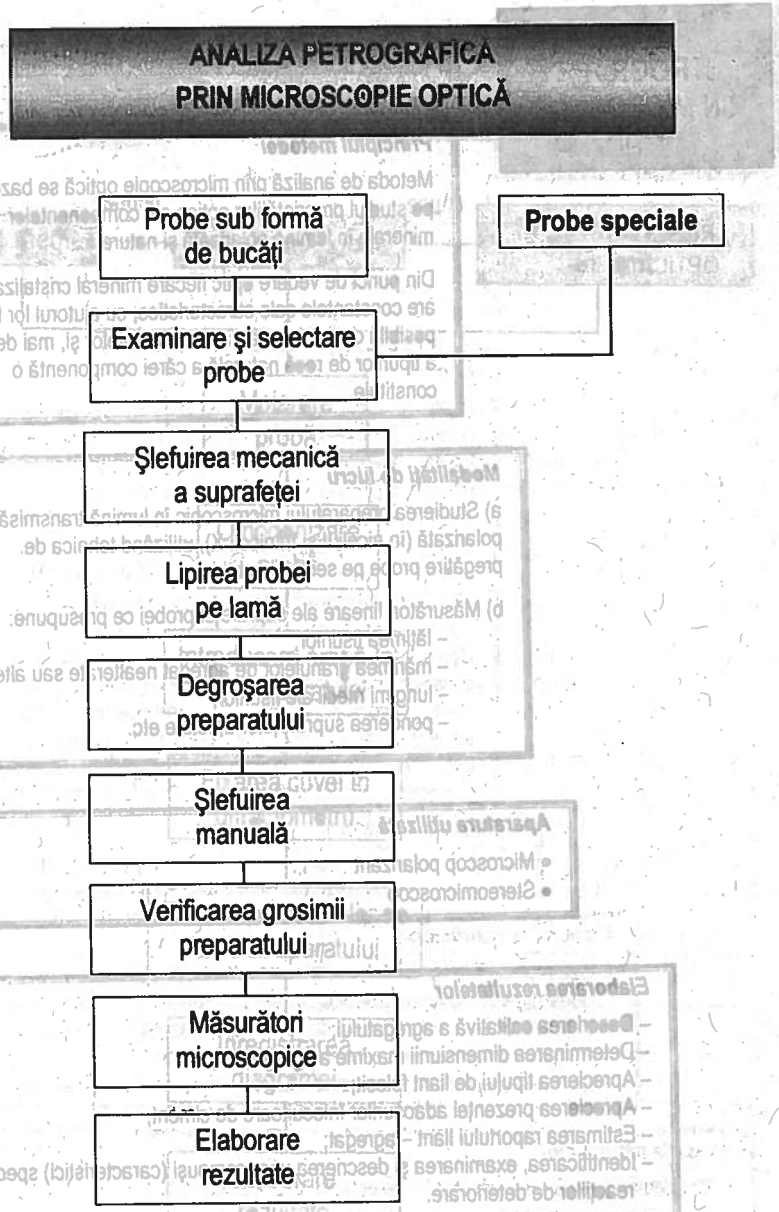
b) Măsurători lineare ale suprafeței probei ce presupune:
- lățimea fisurilor;
- mărimea granulelor de agregat nealterate sau alterate;
- lungimi medii ale fisurilor;
- ponderea suprafețelor afectate etc.

Aparatura utilizată

- Microscop polarizant
- Stereomicroscop

Elaborarea rezultatelor

- Descrierea calitativă a agregatului;
- Determinarea dimensiunii maxime a agregatului;
- Aprecierea tipului de liant folosit;
- Aprecierea prezenței adaosurilor înlocuitoare de ciment;
- Estimarea raportului liant – agregat;
- Identificarea, examinarea și descrierea unor compuși (caracteristici) specifici reacțiilor de deteriorare.



Algoritm analitic general de investigare a mortarelor

Acest algoritm presupune utilizarea, pe lângă procedura minimală, și a altor tehnici analitice care conduc la obținerea unui număr mai mare de informații în ceea ce privește investigarea mortarelor.

