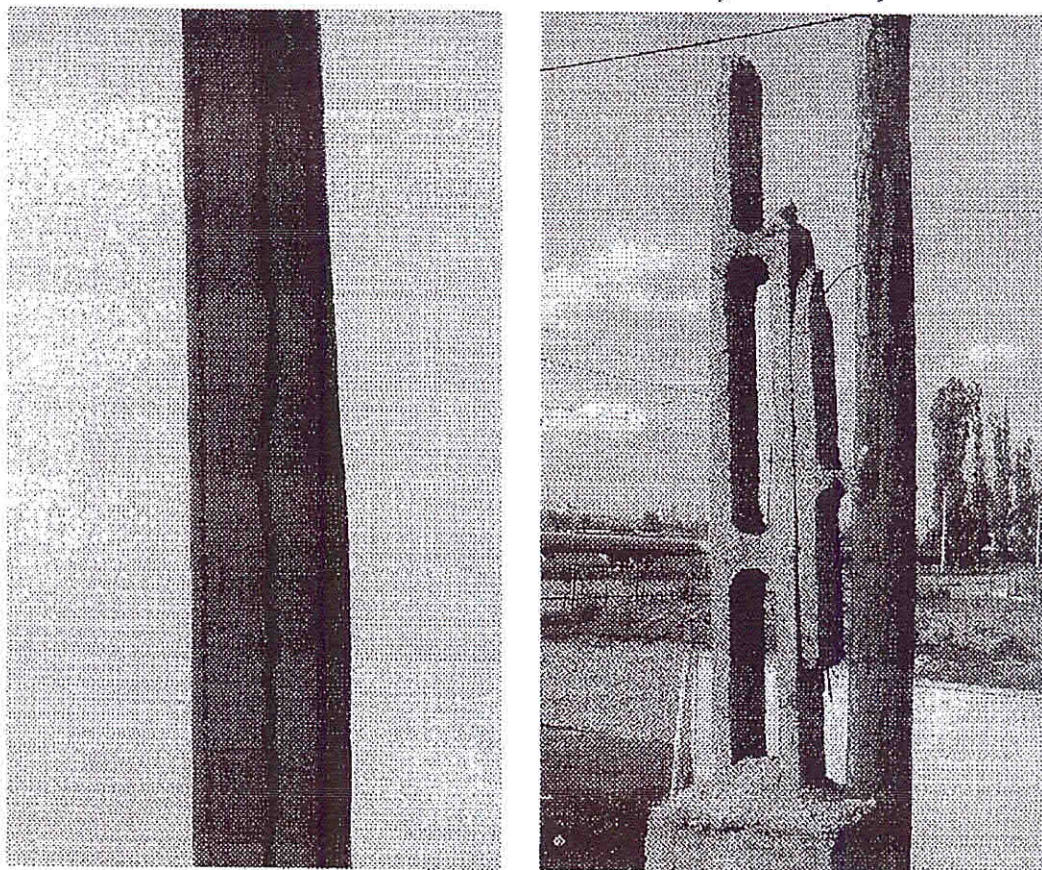


**SC ELECTRICA SA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII DIN IAȘI**



**INSTRUCȚIUNI PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE  
REMEDIERE A DEFECTELOR LA STÂLPI DE BETON  
EXISTENȚI ÎN LEA DE MEDIE ȘI JOASĂ TENSIUNE**

**3.2 RE-I 96-2004**

**DIRECTOR,**  
Dr. ing. Nicolae Coroiu

Responsabil temă,  
Ing. Constantin Stroie

**DECAN,**  
Prof. dr. ing. Nicolae Țăranu

Responsabil temă,  
Conf. dr. ing. Ionel Gosav

# INSTRUCȚIUNI PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE REMEDIERE A DEFECTELOR LA STĂLPII DE BETON EXISTENȚI ÎN LEA DE MEDIE ȘI JOASĂ TENSIUNE

## 1. PREVEDERI GENERALE

### 1.1. Domeniul de aplicare

1.1.1. Instrucțiunea se referă la (i) stâlpii din beton armat, centrifugat și la (ii) stâlpii din beton precomprimat, centrifugat și vibrat, existenți în liniile electrice aeriene de medie și joasă tensiune.

Prezenta instrucțiune se va consulta împreună cu *Instrucțiunile privind analiza stării tehnice și repararea cadrelor și suporturilor din beton armat centrifugat din stațiile de transformare*, indicativ 3.2 RE-I 206/2004, astfel:

- pentru stâlpii din beton armat centrifugat evaluarea stării tehnice (cap. 2) și intervențiile (cap. 3) se vor efectua ca și în cazul stâlpilor din stațiile de transformare, cu particularitățile precizate în prezentele instrucțiuni;

- pentru stâlpii din beton precomprimat sunt valabile metodologia (§2.3) și tehnicile de evaluare a stării tehnice (§2.4) mai sus menționate; tipurile de degradări și cauzele acestora, precum și evaluarea duratei de serviciu sunt precizate în prezentele instrucțiuni, ca și tipurile de intervenții specifice stâlpilor din beton precomprimat.

1.1.2. Instrucțiunile se referă la:

- identificarea și clasificarea degradărilor la stâlpii din beton armat și precomprimat existenți în liniile electrice aeriene de medie și joasă tensiune;

- caracterizarea stării tehnice a stâlpilor din beton armat și precomprimat existenți în LEA;

- tehnicile de evaluare a stării tehnice a stâlpilor din beton armat și precomprimat existenți în LEA;

- soluțiile de protecție și reparare a elementelor din beton armat centrifugat degradate, funcție de starea tehnică a acestora.

1.1.3. Instrucțiunile se adresează:

- responsabililor cu urmărirea comportării în construcțiilor din carul SC Electrica SA;

- proiectanților care întocmesc proiecte de remedieri și reparații pentru stâlpi;

- experților care întocmesc expertize la stâlpi;

- constructorilor care execută lucrări de întreținere, protecție și reparații la stâlpii din beton armat și precomprimat.

## **1.2. Obligațiile responsabililor cu urmărirea construcțiilor**

- identifică tipul elementului (caracteristicile de alcătuire, conform proiectului);
- identifică degradările caracteristice fiecărui element funcție de alcătuirea acestuia (conform tabelului 1a din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004 pentru stâlpii din beton armat centrifugat și conform tabelului 1 din prezentele instrucțiuni pentru stâlpii din beton precomprimat);
- încadrează starea elementului în categoria corespunzătoare (conform tabelului 2a din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004 pentru stâlpii din beton armat centrifugat și conform tabelului 2 din prezentele instrucțiuni, pentru stâlpii din beton precomprimat);
- efectuează investigații simple și complexe, după caz, în vederea determinării stării tehnice a elementelor, utilizând metodologia și tehnicile prezentate în §2.3 respectiv, §2.4 din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004;
- operațiile efectuate anterior se pot sistematiza în fișe tehnice ale elementelor în vederea constituirii unei bănci de date necesare proiectării și expertizării ulterioare a elementelor (conform exemplului anexat instrucțiunilor 3.2 RE-I 206-2004);
- decide tipul de intervenție (întreținere curentă, protecție, investigare proprie, proiectare intervenție, expertizare, înlocuire), conform tabelului 4 din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004 pentru stâlpii din beton armat centrifugat și conform tabelului 3 din prezentele instrucțiuni, pentru stâlpii din beton precomprimat.

## **1.3. Obligațiile proiectanților**

- adaptează la cazurile concrete, soluțiile de principiu pentru remedierea-repararea degradărilor la stâlpi conform tabelului 4 și fișelor tehnice din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004 și tabelului 3 din prezentele instrucțiuni, în cazurile în care nu este necesară expertizarea;
- detaliază caietele de sarcini pentru fiecare element reabilitat cu indicarea soluției, operațiilor, materialelor, condițiilor de punere în operă, etc.;
- solicită expertiza în cazurile în care există dubii privind capacitatea portantă reziduală a elementelor;
- prevede materialele corespunzătoare fiecărei soluții sau alte materiale cu proprietăți echivalente, având autorizație de comercializare și agrement tehnic.

## **1.4. Obligațiile experților**

- clasifică degradările în conformitate cu prevederile prezentelor instrucțiuni;

- decid amploarea investigațiilor și efectuează investigațiile aplicând, după caz, una sau mai multe din tehnicile prezentate în §2.4 din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004;
- evaluează capacitatea portantă reziduală și durata de serviciu a elementelor;
- impun decizia de intervenție și soluția de principiu, pe baza căreia se va întocmi proiectul de reparații.

### **1.5. Obligațiile constructorilor**

- aplică tehnicile de protecție și reparare în conformitate cu prevederile prezentelor instrucțiuni;
- aplică tehnicile de reparare în conformitate cu proiectul;
- utilizează numai materiale cu autorizație de comercializare și agrement tehnic;
- utilizează tehnologia indicată în instrucțiuni (inclusiv echipamentele și utilajele) sau tehnologii similare pentru lucrările de reparații.

## **2. EVALUAREA STĂRII TEHNICE**

### **2.1. Tipuri de degradări**

**2.1.1.** La stâlpii din beton armat centrifugat degradările sunt de același tip ca și la stâlpii din stațiile de transformare și se clasifică conform tabelului 1a din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004, la care se mai poate adăuga, la categoria J, alte degradări, degradările sau avariile produse prin șocuri datorate lovirii stâlpilor de către autovehicule.

În urma șocurilor, aplicate la baza stâlpilor, apar de regulă fisuri transversale. În principiu, dacă deschiderea acestor fisuri este sub 0,2mm, înseamnă că armăturile nu au ajuns la curgere iar stâlpul poate fi menținut în funcțiune în continuare dacă fisurile se închid prin chituire pentru a preveni coroziunea armăturilor.

Dacă fisurile apărute în urma șocurilor au deschideri mai mari de 0,2mm, rezultă că armăturile longitudinale au intrat în curgere iar elementul trebuie înlocuit pentru că există riscul deformării elementului sub încărcări apropiate celor care au produs fisurarea.

**2.1.2.** La stâlpii din beton precomprimat, degradările se clasifică conform tabelului 1 din prezentele instrucțiuni.

## **2.2. Cauzele degradărilor**

**2.2.1.** La stâlpii din beton armat centrifugat, pentru stâlpii LEA de medie și joasă tensiune, pe lângă cauzele enunțate în instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004, în exploatare, se mai adaugă:

- *acțiunea ionilor de clor* proveniți din sărurile de degivrare care difuzează prin stratul de acoperire cu beton, la variații de umiditate, producând coroziunea armăturii; fenomenul nu poate fi sesizat vizual decât la apariția fisurilor pe traseul armăturilor dar prezența ionilor de clor liberi în beton se poate determina in situ, pe probe de material (praf ce ciment) utilizând un electrod specializat (§2.4.2.2.b, instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004) sau pe probe de tip carotă analizate în laborator (cf. SR 13380-1997);

- *acțiunile de tip șoc* sunt produse de lovirea accidentală a stâlpilor de către autovehicule.

**2.2.2.** La stâlpii din beton precomprimat se mai adaugă degradările datorate transferului brusc și prematur al forței de precomprimare, care conduce la apariția unor fisuri în lungul armăturilor pretensionate, în zonele de transmitere (capetele elementelor).

## **2.3. Starea tehnică**

**2.3.1.** Pentru stâlpii din beton armat centrifugat starea tehnică este caracterizată în tabelul 2a din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004.

**2.3.2.** Pentru stâlpii din beton precomprimat, starea tehnică este caracterizată în tabelul 1 din prezentele instrucțiuni.

## **2.4. Urmărirea comportării în timp**

**2.4.1.** La stâlpii din beton armat centrifugat urmărirea comportării se efectuează în aceleași condiții ca pentru stâlpii din stațiile de transformare (§2.5 din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004, cu mențiunea că pentru stâlpii care sunt în contact cu soluțiile de degivrare, intervalele se înjumătățesc, fiind urmărită, în principal, baza stâlpilor.

**2.4.2.** La stâlpii din beton precomprimat centrifugat, la care acoperirea cu beton este de circa 16mm, urmărirea comportării în timp a se organizează astfel:

- la elementele având starea tehnică de tip Ia (tabelul 1): inspecție vizuală anuală în primii 15 ani de la darea în exploatare și bianuală după această dată;

- la elementele având starea tehnică de tip Ib (tabelul 1): inspecție vizuală anuală în primii 15 ani de la darea în exploatare și bianuală după această dată și aplicarea măsurilor de protecție în cazul în care stratul de acoperire este carbonatat sau afectat de prezența ionilor de clor;

- la elementele având starea tehnică de tip II (tabelul 1): inspecție vizuală anuală după constatarea degradărilor, în primii 15 ani de exploatare, sau

semestrială după această perioadă sau dacă se stabilește printr-un raport de expertiză tehnică;

- la elementele având starea tehnică de tip III (tabelul 1): inspecție vizuală semestrială după constatarea degradărilor, în primii 15 ani de exploatare sau semestrială după această perioadă, până la efectuarea unei expertizei tehnice;

- la elementele având starea tehnică de tip IVa (tabelul 1): inspecție vizuală trimestrială până la dezafectarea elementului;

- la elementele având starea tehnică de tip IV (tabelul 2): inspecție vizuală lunară și dezafectarea urgentă a elementelor.

Pentru elementele din beton precomprimat vibrat, la care acoperirea cu beton a armăturilor este de circa 25mm, inspecțiile intervalul de 15 ani dat pentru stâlpii centrifugați se poate prelungi la 25 de ani, având în vedere o înaintare a frontului de carbonatare cu circa 1mm pe an.

## **2.6. Încercările in situ**

Încercările in situ se organizează în conformitate cu prevederile STAS 1336-80 (Încercarea in situ a construcțiilor prin încercări statice) și instrucțiunile C205-81. Încercările in situ sunt dispuse, proiectate și urmărite de expert.

## **2.5. Evaluarea duratei de serviciu**

**2.5.1.** La stâlpii din beton armat centrifugat evaluarea duratei de serviciu se face conform §2.7 din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004.

**2.5.2.** La stâlpii din beton precomprimat durata de serviciu este dată de durata în care stratul de beton de acoperire se carbonatează și/sau este penetrat de ioni de clor. Față de stâlpii din beton armat, la care durata de serviciu se poate prelungi și după inițierea procesului de coroziune a armăturilor și chiar după apariția unor fisuri în beton datorită expansiunii ruginii de pe armături, la stâlpii precomprimați, durata de serviciu se limitează strict la durata în care stratul de acoperire este carbonatat sau afectat de prezența ionilor de clor. Pentru determinarea adâncimii și vitezei de carbonatare, se procedează în conformitate cu precizările din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004.

Determinarea vitezei de difuzie a ionilor de clor prin beton se poate determina în laborator, de către personal specializat, pe probe prelevate din element (§2.4.3.1.B.b din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004).

Starea armăturii în beton și posibilitatea ca procesul de coroziune a acesteia să se fi declanșat poate fi determinată prin măsurarea diferenței de potențial (§2.4.3.1.D.a din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004).

Declanșarea procesului de coroziune a armăturilor preîntinse înseamnă și diminuarea treptată a secțiunii acestora având drept consecință creșterea efortului unitar, ceea ce, mai departe, conduce la cedarea bruscă a sârmelor aflate sub tensiune.

În aceste condiții, o prelungire a duratei de serviciu și după declanșarea procesului de coroziune a armăturilor nu poate fi făcută decât pe baza unei expertize tehnice detaliate în care să se evalueze viteza de coroziune a armăturilor până la cedare și capacitatea portantă reziduală a elementului cu armături cedate.

### 3. INTERVENȚII ASUPRA ELEMENTELOR

#### 3.1. Decizia de intervenție

**3.1.1.** Pentru elementele din beton armat centrifugat, decizia de intervenție se ia în conformitate cu precizările din instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004.

**3.1.2.** Pentru elementele din beton precomprimat, decizia de intervenție constă în:

**a. menținerea elementelor în starea tehnică actuală:** această decizie se poate lua de către responsabilul cu urmărirea construcțiilor în condițiile în care elementele prezintă degradări acceptabile (conform tabel 2) sau de către expert în condițiile în care există dubii privind integritatea stratului de acoperire sau a armăturii preîntinse.

**b. Protecția elementelor:** această decizie se impune atunci când se dorește prelungirea duratei de serviciu a elementelor cu degradări superficiale (starea tehnică Ib sau II, tabelul 2) și prevenirea evoluției degradărilor; decizia poate fi luată de către responsabilul cu urmărirea comportării construcțiilor (cazul categoriei Ib) sau de către expert (în cazul categoriei II).

**c. Remedierea elementelor:** decizia se impune atunci când elementele au degradări superficiale și/sau acceptabile (categoria Ib și II) sau degradări grave (categoria III) situație în care decizia trebuie luată numai de către expert.

**d. Repararea elementelor:** decizia se impune în cazul elementelor a căror stare tehnică se încadrează în categoriile a III-a; reparațiile se efectuează conform soluțiilor din tabelul 3 și sunt decise în urma efectuării unei expertize tehnice.

**e. Consolidarea elementelor** se impune atunci când se dorește aducerea acestora la o capacitate portantă superioară celei inițiale; decizia este luată de expert, în urma evaluării capacității portante reziduale și a noilor acțiuni.

**e. Demontarea elementelor:** decizia se impune în cazul degradărilor foarte grave (starea tehnică IV) și poate fi luată de responsabilul cu urmărirea construcțiilor, de către proiectant sau de către expert.

## **3.2. Tehnici de protecție, remediere, reparare și consolidare**

**3.2.1.** Soluțiile pentru protecția, repararea și consolidarea elementelor din beton armat centrifugat, funcție de tipul degradărilor, sunt prezentate în tabelul 4 și în fișele tehnice anexate la instrucțiunile 3.2 RE-I 206-2004.

**3.2.2.** Pentru stâlpii din beton precomprimat, soluțiile de protecție, remediere a defectelor, de reparare și de consolidare sunt prezentate în tabelul 3 și în fișele tehnice anexate.

Aplicarea oricăreia din soluțiile prezentate implică eliminarea cauzelor care au condus la apariția degradărilor, respectiv: eliminarea apei din interiorul elementelor și etanșarea stâlpului la capăt (soluția R8), refacerea stratului de acoperire cu beton (soluțiile R7).

Tipurile de materiale utilizate, condițiile de calitate, condiții de aplicare, evaluarea a eficienței în timp, uneltele și dispozitivele de aplicare precum și de asigurare a durabilității sunt date în fișele tehnice anexate, care sunt prezentate ca exemple și nu sunt obligatorii sau restrictive. Proiectantul poate decide pentru utilizarea oricărui material sau tehnici de reabilitare care răspunde cerințelor din fișele tehnice, cu condiția ca acestea să aibă agrement tehnic și autorizație de comercializare în cadrul SC Electrica SA.

### *a. Tehnici de protecție a betonului și armăturii*

La elementele care au degradări superficiale (din categoria I, tabelul 2) sau fără degradări aparente dar la care statul de acoperire cu beton este carbonatat total sau parțial, se poate prelungi semnificativ durata de serviciu prin aplicarea unei protecții, realcalinizarea betonului și/sau inhibarea procesului de coroziune a armăturii, în faza de inițiere (dar înainte de a se declanșa faza de propagare).

Soluțiile R1, de realcalinizare a betonului pot prelungi semnificativ durata de serviciu a elementelor.

Menționăm că o protecție care să împiedice carbonatarea betonului, este indicat să se aplice și pe elemente relativ noi având în vedere grosimea sub limita admisibilă a stratului de acoperire în cazul stâlpilor centrifugați. De asemenea, este indicată aplicarea unei protecții la baza stâlpilor, pentru a preveni difuzia ionilor de clor proveniți din sărurile de degivrare. Soluțiile de protecție sunt prezentate în fișa R2. Soluția R3, de inhibare a proceselor de coroziune a armăturii se aplică preventiv, înainte de declanșarea acestora.

### *b. Tehnici de remediere a defectelor și de reparare a degradărilor*

Degradările care nu afectează semnificativ capacitatea portantă a elementelor (degradările din categoria a II-a, tabelul 2) se pot repara utilizând materiale și tehnici care să refacă integritatea secțiunii de beton (continuitatea materialului) și stratul de acoperire. Soluțiile sunt prezentate în fișele tehnice



R4, R5, R6 și R7. Se precizează faptul că soluțiile se aplică doar dacă pe armăturile longitudinale nu afectate de coroziune deoarece, procesul, odată declanșat, nu mai există certitudinea că se va opri odată cu remedierea defectelor.

Soluțiile de remediere a defectelor au eficiență numai dacă se aplică înainte ca procesul de coroziune a armăturii preîntinse să se fi declanșat.

Menționăm că soluția R7 de refacere a betonului de acoperire prin turnare în cofraj implică realizarea unui set de cofraje metalice pentru tipurile de stâlpi și utilizarea unui echipament de injectare. Betonul de nisip pentru injectare se prepară conform instrucțiunilor C248-93 (Instrucțiuni tehnice pentru realizarea betoanelor de nisip). Aplicarea soluției se recomandă doar pentru cazurile în care se repară un număr suficient de stâlpi, astfel încât să se justifice investiția în cofrajul metalic. De asemenea, soluțiile R7 nu se pot aplica la stâlpii vibrați, tencuirea în interiorul golurilor fiind dificilă și incertă din punct de vedere calitativ.

Soluția R8 trebuie urmată de o investigație a elementului pentru a exista certitudinea că armătura preîntinsă nu a fost afectată.

#### *c. Soluții de refacere a secțiunilor de beton și/sau armături*

Freta întreruptă se poate reface prin cămășuire armată cu plasă (soluția R10) sau prin bandaje (coliere) cu țesături lipite cu rășini (soluția R11). Soluțiile se aplică doar în cazul în care procesul de coroziune a armăturii preîntinse nu a fost declanșat iar soluțiile se adoptă în baza unei expertize tehnice.

Pentru refacerea secțiunilor de armătură longitudinală se propun de asemenea două soluții, una clasică prin utilizarea betonului și a armăturii din oțel beton și una cu folosirea țesăturilor lipite cu rășini (soluțiile R12 și R13). În ambele soluții, este necesară ancorarea în fundații a armăturii longitudinale, ancorare care se execută mai simplu și mai eficient în cazul cămășuirii cu beton armat a elementului. În cazul utilizării țesăturilor, ancorarea acestora într-un cuzinet turnat pe fundația existentă nu este la fel de certă.

Orice cămășuire executată după ce procesul de coroziune a armăturii preîntinse a fost declanșat trebuie proiectată fără a se ține cont de aportul armăturii existente care poate coroda în continuare.

La elementele din beton precomprimat toate aceste soluții se justifică în primul rând ca soluții de asigurare provizorie, posibil de aplicat atunci când este degradată baza stâlpilor.

De asemenea, umplerea cu beton a elementelor (soluția R9) nu este eficientă atâta timp cât armăturile pot fi întrerupte prin coroziune.

#### *d. Soluții de asigurare a stabilității elementelor*

Stâlpii înclinați se pot asigura cu ancore sau prin lestarea fundațiilor existente (soluțiile R14 și R15).

Elementele afectate de șocuri se înlocuiesc.

*Tehnicile de protecție și reparare care pot fi decise și aplicate sub supravegherea responsabilului cu urmărirea comportării construcțiilor sunt:*

- a) protecția betonului (fișa R2), în cazul în care armătura nu este afectată;*
- b) remedierea defectelor de tip segregări sau fisuri atunci când nu este afectată armătura (fișa R4) dar numai în cazul în care responsabilul cu urmărirea construcțiilor are o experiență anterioară în acest sens, cu rezultate evidente sau aplică soluții recomandate de proiectant, la cazuri similare;*
- c) chituirea betonului segregat de pe direcția îmbinărilor dintre cofraje (fișa R6) dar numai în cazul în care freta nu este afectată;*
- e) eliminarea apei din stâlpi și refacerea etanșeității la capăt (fișa R8), dar numai în cazul în care armătura nu este afectată.*

*Toate celelalte soluții se vor aplica pe baza unui proiect tehnic întocmit în conformitate cu legislația în vigoare.*