

STUDIUL PRIVIND CONDIȚIILE GEOLOGICE, GEOTEHNICE ȘI HIDROLOGICE

# ACTUALIZARE PLAN URBANISTIC GENERAL AL ORAȘULUI CIACOVA

Beneficiar

Orașul Ciacova, Județul Timiș

Proiectant General

Vego Concept Engineering S.R.L.



## FOAIE DE CAPĂT

Denumire proiect	Actualizarea Planului Urbanistic General al orașului Ciacova
Beneficiar	Orașul Ciacova, județul TIMIȘ
Proiectant general	Vego Concept Engineering S.R.L.
Studiu	STUDIUL PRIVIND CONDIȚIILE GEOLOGICE, GEOTEHNICE ȘI HIDROLOGICE
Data elaborării	MARTIE 2026

## COLECTIV DE ELABORARE

---

Specialist Ing. Mădălin Popescu

---

Project manager Virgil PROFEANU

---

Colectiv elaborare Urb. Călin ALEXANDRESCU

---

Arh. Luiza TĂNASE

---

Urb. Bianca Raluca Ioana NEDEA

---

Urb. Alexandru Georgian CHIRIȚĂ

---

**CUPRINS**

1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE .....	6
1.1. Scopul studiului .....	6
1.2. Obiective specifice .....	8
1.3. Aria de studiu .....	9
2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC.....	11
2.1. Cadrul Legislativ General și de Urbanism .....	11
2.2. Normative Tehnice de Referință .....	13
2.3. Metodologia de Elaborare și Proceduri de Avizare .....	14
3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE.....	15
3.1. Surse de Date și Suport Topografic.....	15
3.2. Utilizarea Terenului .....	17
3.3. Caracterizarea Generală a Cadrului Construit .....	18
4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI .....	20
4.1. Geologie regională.....	20
4.2. Litologie .....	21
4.3. Caracteristici fizico-mecanice.....	22
4.4. Profile geotehnice .....	24
5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC .....	25
5.1. Acvifere și Resurse de Apă Subterană.....	25
5.2. Nivelul Hidrostatic și Calitatea Chimică a Apei .....	27
5.3. Dinamica Scurgerii și Interacțiunea cu Suprafața .....	28
6. IDENTIFICAREA HAZARDELOR GEOTEHNICE.....	30
6.1. Hazard la tasări .....	30
6.2. Hazard la umflături și contracții .....	31
6.3. Hazard la lichefiere .....	32
6.4. Harta de sinteză a hazardelor.....	33
7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI .....	34
7.1. Criterii de zonificare .....	34
7.2. Zone cu condiții favorabile.....	35
7.3. Zone cu condiții condiționate .....	36
7.4. Zone cu condiții dificile sau cu restricții.....	37

8. ANALIZA RISCURILOR NATURALE CONEXE.....	39
8.1. Risc seismic .....	39
8.2. Risc la inundații .....	41
8.3. Risc la alunecări de teren.....	42
8.4. Harta de sinteză a riscurilor .....	43
9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ.....	45
9.1. Surse de poluare .....	45
9.2. Harta de vulnerabilitate.....	47
9.3. Zone de protecție sanitară .....	48
9.4. Recomandări de utilizare a terenului .....	49
10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA .....	50
10.1. Principii de Construire în Zonele Favorabile .....	50
10.2. Condiționări Tehnice în Zonele Condiționate .....	52
10.3. Restricții și Recomandări pentru Zonele Dificile .....	55
11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE .....	58
11.1. Soluții de Fundare în Zonele Favorabile (Fundatii Directe) .....	58
11.2. Măsuri de Îmbunătățire a Terenului în Zonele Condiționate.....	60
11.3. Soluții de Fundare Speciale în Zonele Dificile .....	61
12. IMPLICAȚII ÎN RLU: PROPUNERI DE REGLEMENTĂRI TEHNICE.....	63
12.1. Articole RLU pentru Zonificarea Geotehnică.....	63
12.2. Reguli privind Obligativitatea Studiilor Geotehnice .....	65
12.3. Propuneri de Restricții de Construire.....	66
12.4. Condiții Tehnice Generale pentru Autorizare .....	66
13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE.....	68
13.1. Sinteza Studiului și Concluzii Principale.....	68
13.2. Măsuri Prioritare și Propuneri pentru RLU .....	69
13.3. Recomandări privind Monitorizarea Geotehnică.....	70
14. Bibliografie.....	72
15. FINALIZAREA PROCESULUI DE ANALIZĂ ȘI SINTEZĂ .....	74
15.1. Sinteza Diagnosticului Teritorial și a Riscurilor .....	74
15.2. Consolidarea Viziunii de Dezvoltare și a Reglementărilor .....	75
15.3. Foaia de Parcurș: De la Document la Implementare.....	77

## 1. INTRODUCERE ȘI OBIECTIVE

Studiul geotehnic pentru Planul Urbanistic General (PUG) al orașului Ciacova fundamentează tehnic reglementările urbanistice, asigurând o corelare directă între capacitatea de suport a terenului și regulile de construire. Constatarea factuală de la care pornește acest studiu este că dezvoltarea urbană, în absența unei înțelegeri aprofundate a substratului geologic, generează riscuri inacceptabile pentru siguranța construcțiilor. Problema centrală este, așadar, excluderea riscurilor generate de dezvoltarea necontrolată în zone improprii din punct de vedere geotehnic. Consecința principală a studiului și implicația sa directă pentru PUG este fundamentarea tehnică a Regulamentului Local de Urbanism (RLU), stabilind zonele cu hazard geotehnic și oferind cadrul pentru o dezvoltare urbană sigură, aliniată la Legea nr. 350/2001 și la normativul NP 074-2014.

Metodologia aplicată ancorează reglementările urbanistice în condițiile naturale existente, conform principiului **Forma precede conținutul**. Acest demers utilizează patru instrumente principale pentru a atinge obiectivul:

1. centralizarea și analiza critică a datelor existente (studii geotehnice anterioare, hărți geologice, documente strategice);
2. cartografierea unităților geotehnice la scara PUG (1:10.000);
3. identificarea și evaluarea a trei hazarde geotehnice specifice zonei Ciacova: tasările, fenomenele de umflare-contrație și potențialul de lichefiere;
4. elaborarea hărților de zonificare geotehnică, ale căror concluzii sunt traduse în recomandări specifice pentru RLU.

Limita fundamentală a analizei este scara de lucru: studiul oferă un cadru strategic, dar nu înlocuiește investigațiile geotehnice detaliate, care rămân obligatorii la nivel de parcelă pentru fiecare proiect de construcție, conform legislației în vigoare.

### 1.1. Scopul studiului

Scopul principal al studiului este fundamentarea tehnică a deciziilor de planificare teritorială prin traducerea informațiilor despre terenul de fundare într-un set de reguli și recomandări

aplicabile în PUG și RLU. Constatarea este că lipsa unei viziuni integrate asupra riscurilor naturale (geotehnice, seismice, de inundații) și construirea în zone cu terenuri dificile (pământuri sensibile la umezire, argile active) generează costuri și riscuri pe termen lung. Problema este, așadar, crearea unui cadru sigur și predictibil pentru viitoarele investiții. Consecința principală este creșterea siguranței construcțiilor prin prevenirea daunelor materiale și umane, o cerință esențială a Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții.

Studiul ancorează dezvoltarea urbană în realitatea fizică a teritoriului, definind trei categorii de zone de construibilitate:

- a) Zona A: areale cu condiții favorabile de fundare;
- b) Zona B: areale care necesită măsuri speciale de proiectare și execuție (condiționate);
- c) Zona C: areale unde construirea este restricționată sau interzisă.

Problema unei planificări pur administrative, decuplată de realitatea geologică, este că poate permite, involuntar, dezvoltări în zone de risc. Implicația majoră a acestui studiu este că reglementările urbanistice vor dobânda o fundamentare tehnică solidă.

Documentul oferă autorităților, proiectanților și investitorilor un instrument operațional pentru luarea deciziilor. Problema absenței unui cadru geotehnic unitar la scara UAT duce la soluții de fundare sub-optimale și la ignorarea riscurilor latente. Soluția propusă este zonificarea geotehnică, o hartă de sinteză care devine un filtru esențial în procesul de autorizare. Acest mecanism asigură proporționalitatea efortului tehnic cu nivelul de risc, impunând prin certificatul de urbanism un nivel de investigare adecvat fiecărei zone.

Obiectivul final este reducerea vulnerabilității fondului construit la acțiunea hazardelor geotehnice. Prin identificarea zonelor cu potențial de tasare, umflare-contrație sau lichefiere, studiul permite adoptarea următoarelor măsuri preventive în PUG:

1. reguli clare de amplasare a construcțiilor;
2. condiții de echipare edilitară adaptate (ex: rețele flexibile în zone cu tasări);
3. cerințe specifice pentru studiile geotehnice la nivel de parcelă, diferențiate pe zone de risc.

Studiul clarifică relația dintre condițiile geotehnice și alte riscuri naturale. Faptul constatat este că impactul unui seism cu o accelerație de vârf de  $a_g=0,20g$ , specifică localității Ciacova,

este mult mai sever în zonele cu potențial de lichefiere. Problema este interacțiunea riscurilor. Consecința este o înțelegere integrată a acestora, care va sta la baza planurilor de management al situațiilor de urgență. Acest studiu, prin urmare, nu se limitează la o descriere geologică, ci oferă verdicte clare de construibilitate, utilizabile direct în procesul de avizare și autorizare, conform cerințelor Legii 50/1991.

## 1.2. Obiective specifice

Obiectivele specifice ale studiului sunt cuantificabile și direct orientate spre operaționalizarea PUG, asigurând ierarhizarea problemelor geotehnice și alocarea eficientă a resurselor. Acestea includ:

1. **Cartografierea detaliată a unităților litologice** și a proprietăților fizico-mecanice ale acestora.
2. **Elaborarea hărților de hazard** pentru tasare, umflare-contracție și lichefiere la scara 1:10.000.
3. **Definirea a trei categorii clare de zonificare geotehnică** (A - favorabilă, B - condiționată, C - cu restricții).
4. **Formularea unui set de minim zece recomandări** concrete, direct transpozabile în articole pentru Regulamentul Local de Urbanism (RLU).

Un obiectiv central este stabilirea unor criterii clare pentru studiile geotehnice la nivel de parcelă (PUZ/PUD/PAC), care vor fi incluse în RLU:

- a) În zonele favorabile (Zona A): un studiu geotehnic standard, conform NP 074, este suficient.
- b) În zonele condiționate (Zona B): se va impune un program de investigații extins, cu analize specifice pentru riscurile identificate (tasare la umectare, umflare-contracție).
- c) În zonele cu restricții (Zona C): orice dezvoltare va fi condiționată de o expertiză tehnică complexă, verificată de un expert atestat pentru cerința Af.

Studiul urmărește, de asemenea, identificarea arealelor unde condițiile hidrogeologice impun măsuri speciale, din cauza apelor subterane agresive sau a nivelului freatic ridicat. Obiectivul este de a produce hărți tematice pentru adâncimea pânzei freatice și agresivitatea apei, pe baza cărora se vor formula recomandări clare în RLU privind:

1. **Tipul de ciment adecvat:** de exemplu, cimenturi sulfato rezistente (SR, HSR).

2. **Soluțiile de hidroizolare** necesare pentru subsoluri și fundații.
3. **Proiectarea sistemelor de drenaj** pentru controlul nivelului apei.

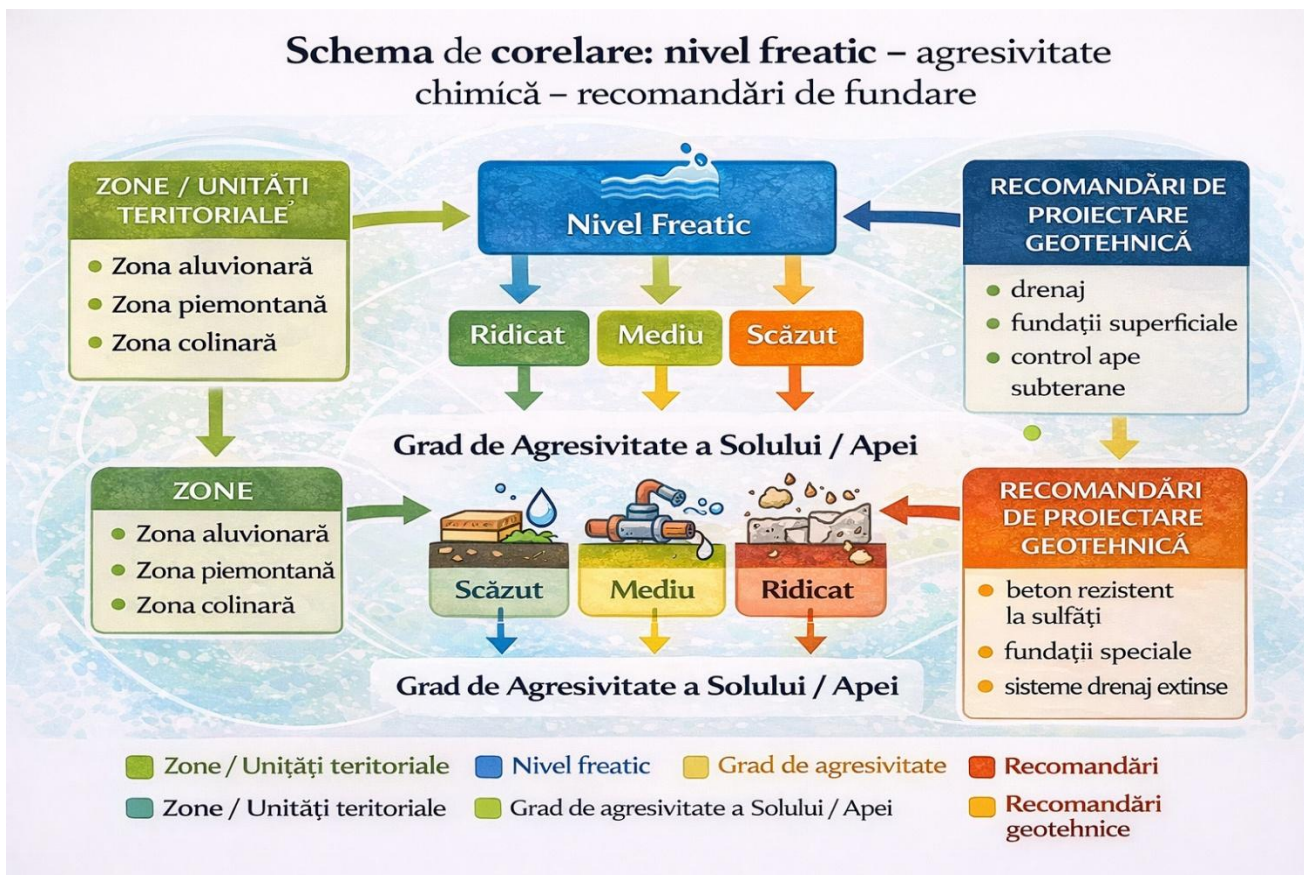


Figura 1 - Schema de corelare: nivel freatic – agresivitate chimică – recomandări de fundare. Sursă: Proiectant

Un alt obiectiv este crearea unei baze de date geospațiale unitare (în format GIS) pentru toate informațiile geotehnice și de risc. Această bază de date, corelată cu Registrul Local al Spațiilor Verzi (aprobat prin HCL nr. 86/2024), va permite administrației locale:

- a) actualizări periodice pe măsură ce noi studii devin disponibile;
- b) simulări de scenarii de risc pentru fundamentarea deciziilor;
- c) fundamentarea transparentă a avizelor de urbanism.

### 1.3. Aria de studiu

Aria de studiu acoperă integral teritoriul administrativ al Orașului Ciacova, având o suprafață totală de 252,76 km<sup>2</sup> (25.276 hectare), și include intravilanul și extravilanul localității Ciacova și al satelor aparținătoare: Cebza, Macedonia, Obad și Petroman. Analiza este realizată la o

scară de referință de 1:10.000, adecvată unui PUG, permițând identificarea zonelor geotehnice omogene, dar fără a substitui investigațiile de detaliu obligatorii la nivel de parcelă. Orice analiză se referă strict la acest perimetru, conform limitelor administrative oficiale.

Studiul operează cu două niveluri de detaliu spațial. Nivelul principal este cel al întregului UAT, pentru care se realizează zonificarea generală. Un al doilea nivel se concentrează pe intravilanul existent și pe zonele propuse pentru extindere, conform Strategiei de Dezvoltare 2021-2027. În aceste zone, densitatea de informații este mai mare, permițând formularea unor recomandări specifice. Selectarea acestor zone de detaliu s-a bazat pe dinamica dezvoltării imobiliare și pe prezența unor proiecte de infrastructură majore.

Orizontul de timp al studiului este corelat cu cel al PUG, respectiv 10 ani de la data aprobării. Se recomandă o actualizare a studiului geotehnic general la un interval de maximum 10 ani, sau ori de câte ori apar date noi semnificative, cum ar fi:

1. rezultatele unor campanii de foraje extinse pentru proiecte de infrastructură;
2. un eveniment seismic major care ar putea modifica comportamentul pământurilor;
3. modificări pe termen lung ale regimului apelor subterane.

Această abordare dinamică asigură relevanța continuă a documentației de planificare.

## 2. CADRUL LEGAL ȘI METODOLOGIC

Acest capitol fundamentează rigoarea și conformitatea studiului geotehnic, ancorându-l ferm în arhitectura legislativă și în bunele practici tehnice. Demersul trasează perimetrul normativ care guvernează analiza terenului de fundare în contextul planificării urbane, asigurând că fiecare recomandare și fiecare hartă de risc derivă dintr-o bază legală și metodologică solidă și transparentă. Cadrul conceptual garantează validitatea studiului, asigurând că acesta este un instrument de planificare verificabil și opozabil juridic.

Metodologia de lucru utilizată pentru colectarea, interpretarea și sintetizarea datelor este un proces structurat ce include patru etape:

1. inventarierea și validarea surselor de date existente (hărți geologice, studii anterioare, date topografice);
2. definirea unui program de investigații de teren și laborator adaptat la scara PUG;
3. aplicarea modelelor de analiză a hazardelor și riscurilor conform standardelor în vigoare;
4. transpunerea rezultatelor tehnice în recomandări acționabile pentru Regulamentul Local de Urbanism.

### 2.1. Cadrul Legislativ General și de Urbanism

Constatarea factuală este că studiul geotehnic pentru un Plan Urbanistic General (PUG) este guvernat de o ierarhie de cinci acte normative fundamentale care stabilesc principiile calității, siguranței și durabilității. Problema centrală este asigurarea că dezvoltarea urbană este corelată cu realitatea fizică a terenului, prevenind riscurile. Consecința este că studiul trebuie să demonstreze conformitatea cu acest ecosistem legislativ complex. {"Vârful ierarhiei este Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, care definește cerința esențială „A - Rezistență mecanică și stabilitate”, direct dependentă de o înțelegere corectă a terenului de fundare."} [paraphrase: Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată]. Implicația pentru PUG este că studiul geotehnic devine o componentă obligatorie a demonstrării conformității, necesitând elaborarea de către personal atestat și verificarea de către verificatori de proiecte atestați pentru cerința Af (rezistența și stabilitatea terenului de fundare).

Al doilea pilon este Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul. Constatarea este că această lege definește PUG-ul ca principalul instrument de planificare la nivel de UAT. Problema este dezvoltarea haotică și riscurile asociate. Consecința este că legea impune fundamentarea PUG pe un set de studii de specialitate, printre care cel geotehnic este esențial. Implicația pentru prezentul studiu este că acesta trebuie să furnizeze datele necesare pentru delimitarea zonelor cu restricții de construire și pentru stabilirea condițiilor tehnice de realizare a construcțiilor, care se materializează direct în Regulamentul Local de Urbanism (RLU).

Al treilea act normativ este Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții. Constatarea este că legea reglementează procesul de autorizare. Problema abordată este asigurarea că fiecare proiect este adaptat condițiilor specifice ale terenului. Consecința este că certificatul de urbanism, emis pe baza PUG, stabilește cerințe specifice pentru investigațiile geotehnice la nivel de parcelă. Implicația pentru studiul geotehnic general este că acesta oferă un prim nivel de informare, permițând autorității locale să moduleze cerințele pentru investigațiile de detaliu în funcție de zona cartografiată în PUG.

Cadrul este completat de Hotărârea Guvernului nr. 907/2016 privind etapele și conținutul documentațiilor tehnico-economice. Faptul constatat este că acest act normativ stabilește clar locul și conținutul studiului geotehnic în cadrul studiului de fezabilitate. Problema este estimarea corectă a costurilor și riscurilor pentru proiectele publice. Consecința este că analiza terenului trebuie realizată timpuriu în procesul de proiectare. Implicația pentru PUG este că zonificarea geotehnică pe care o propune va influența direct fezabilitatea și costurile viitoarelor proiecte de infrastructură publică de pe teritoriul Ciacova.

În final, Legea nr. 575/2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național - Secțiunea a V-a - Zone de risc natural, stabilește obligativitatea identificării și delimitării acestor zone în documentațiile de urbanism. Problema este gestionarea proactivă a riscurilor. Consecința este că hărțile de hazard geotehnic elaborate în acest studiu capătă putere normativă odată cu aprobarea PUG, generând restricții de construire opozabile legal. Implicația este că analiza geotehnică se interconectează direct cu siguranța la cutremur, reglementată de Codul P100-1, care impune luarea în considerare a condițiilor locale de teren.

## 2.2. Normative Tehnice de Referință

Constatarea factuală este că fundamentul tehnic al studiului este asigurat de normative și standarde care codifică bunele practici în ingineria geotehnică. Problema este standardizarea calității și a metodologiei. Consecința este alinierea la cel puțin patru documente de referință majore. {"Normativul NP 074-2014 privind documentațiile geotehnice pentru construcții este documentul central, stabilind conținutul-cadru și categoriile de risc geotehnic."} [paraphrase: Ordinul MDRAP nr. 1339/2015, Anexă, Art. 1.1]. Implicația majoră este că amploarea investigațiilor este dictată de categoria de risc a lucrării, propagând exigențele de calitate de la nivel general (PUG) la nivel particular (proiect).

Proiectarea fundațiilor este reglementată de NP 112-2014 (fundații de suprafață) și NP 123-2010 (fundații pe piloți). Aceste normative traduc datele din studiul geotehnic în proceduri de calcul. Problema este riscul de subdimensionare sau supradimensionare. Consecința este că studiul oferă datele de intrare esențiale (parametri de compresibilitate, forfecare), permițând, de exemplu, crearea unei hărți cu adâncimea de îngheț recomandată (80-90 cm pentru Ciacova, conform STAS 6054/1977).

Cadrul european de proiectare, reprezentat de Eurocod 7 (SR EN 1997-1 și SR EN 1997-2), stabilește principiile proiectării geotehnice bazate pe conceptul stărilor limită. Problema este armonizarea practicilor de proiectare la nivel european. Consecința este că studiul utilizează conceptele de "valoare caracteristică" și "valoare de calcul" și furnizează date compatibile cu Abordările de Calcul definite în Eurocod, acționând ca un translator între datele de teren și limbajul standardizat al proiectării.

Nucleul este completat de normative conexe pentru condiții speciale de teren. Faptul constatat este prezența unor pământuri cu comportament special în zonă. Problema este gestionarea riscurilor asociate. Consecința este necesitatea aplicării normativelor specifice: NP 125-2010 pentru pământuri sensibile la umezire (loessoide) și NP 126-2010 pentru pământuri cu umflături și contracții mari. Aceste documente detaliază investigațiile specifice și oferă soluții constructive particulare, iar respectarea lor este o obligație legală conform Legii 10/1995.

### 2.3. Metodologia de Elaborare și Proceduri de Avizare

Constatarea factuală este că elaborarea studiului urmează o metodologie structurată în patru etape pentru a asigura o tranziție logică de la date la recomandări. Problema este asigurarea unui proces verificabil și reproductibil. Consecința este aplicarea unui flux de lucru riguros: documentare, investigare, analiză și recomandări. Implicația este că acest cadru garantează că studiul este un instrument de planificare, nu doar o colecție de date.

Etapa 1, **Documentare și Sinteză**, implică colectarea și analiza informațiilor existente. Sursele includ hărți geologice, studii geotehnice anterioare, date din PUG-ul anterior și imagini satelitare. Scopul este construirea unei imagini preliminare a contextului geologic și optimizarea programului de investigații, toate datele fiind georeferențiate și integrate într-un sistem GIS.

Etapa 2, **Investigarea de Teren și Laborator**, reprezintă achiziția de date noi pentru validarea ipotezelor. Problema este caracterizarea detaliată a terenului. Consecința este realizarea unui program de foraje geotehnice strategice, cu prelevare de probe tulburate și netulburate, urmată de analize de laborator pentru determinarea parametrilor fizico-mecanici (granulometrie, plasticitate, compresibilitate, forfecare).

Etapa 3, **Analiza și Sinteza Datelor**, transformă informațiile brute în concluzii acționabile. Acest proces include: interpretarea datelor din foraje și elaborarea de profile geotehnice; cartografierea unităților geotehnice; elaborarea hărților de hazard (tasări, umflare-contrație, lichiefiere); și integrarea rezultatelor pentru a produce harta de zonificare geotehnică, clasificând teritoriul în categorii intuitive.

Etapa 4, **Formularea Recomandărilor și Avizarea**, leagă analiza tehnică de planificarea urbanistică. Concluziile sunt traduse în recomandări generale și propuneri de articole pentru Regulamentul Local de Urbanism. Conform Legii 10/1995, studiul este supus verificării de către un verficator de proiecte atestat pentru cerința Af. Acesta confirmă că studiul respectă normativele, că programul de investigații a fost adecvat și că interpretările sunt corect fundamentate, oferind o garanție independentă asupra calității documentului.

### 3. ANALIZA DATELOR DE INTRARE ȘI A SITUAȚIEI EXISTENTE

Constatarea factuală de la care pornește întreaga analiză geotehnică este că o planificare responsabilă nu poate fi realizată în absența unei baze de date de intrare solide, verificate și bine documentate. Problema este riscul fundamentării deciziilor de planificare pe informații incomplete, neactualizate sau neverificate, ceea ce poate conduce la reglementări inaplicabile sau la subestimarea riscurilor. Consecința acestui demers este inventarierea și centralizarea riguroasă a informațiilor disponibile, creând o fundație transparentă pentru analizele geotehnice detaliate și asigurând trasabilitatea fiecărei concluzii.

Metodologia acestui capitol se bazează pe colectarea, centralizarea și interpretarea critică a datelor din surse multiple, conform principiului triangulării informației. Procesul include:

1. Analiza detaliată a suportului topografic și a datelor GIS, pentru a stabili cadrul planimetric de referință;
2. Inventarierea și sintetizarea informațiilor din studii geotehnice anterioare, pentru a valorifica cunoașterea acumulată;
3. Descrierea utilizării actuale a terenurilor;
4. O caracterizare cantitativă și calitativă a fondului construit.

Fiecare set de date este evaluat critic pentru a-i determina relevanța și acuratețea, asigurând o fundamentare solidă pentru etapele viitoare ale studiului.

#### 3.1. Surse de Date și Suport Topografic

Constatarea factuală: Fundamentarea studiului geotehnic pornește de la un ansamblu de șapte surse de date, care împreună conturează cadrul informațional de bază. Principala sursă de date planimetrice este suportul topografic digital, realizat în sistemul de proiecție național Stereo 70. Problema este asigurarea acurateții și actualității la scara de lucru a unui PUG. Consecința este că s-a utilizat, ca strat de bază pentru intravilan, suportul geospațial mult mai precis, la scara 1:500, elaborat pentru Registrul Local al Spațiilor Verzi (RLSV) și aprobat prin HCL nr. 86/2024. Implicația directă pentru PUG este un grad sporit de acuratețe în localizarea analizelor și în transpunerea reglementărilor.

O componentă esențială o reprezintă studiile geotehnice anterioare. Constatatarea este că, deși punctuale, acestea oferă date măsurate despre stratificația locală și parametrii fizico-mecanici ai pământurilor. Problema este dispersia și eterogenitatea acestor informații. Consecința a fost o solicitare oficială către Primăria Ciacova pentru centralizarea arhivei de studii geotehnice. Informațiile extrase (litologie, nivel freatic, rezultate de laborator) au fost georeferențiate și integrate în baza de date GIS, permițând calibrarea și validarea hărților de hazard cu un grad mai mare de încredere.

Situația planimetrică este definită de suportul topografic și cadastral, care formează scheletul analizei. Constatatarea este existența unui suport topografic de înaltă precizie (scara 1:500) pentru RLSV. Problema este asigurarea coerenței între acest suport de detaliu și datele la scară mai mică pentru extravilan. Consecința a fost adoptarea suportului RLSV ca referință pentru intravilan, corelându-l cu datele cadastrale ANCPI. Implicația pentru PUG este o transpunere exactă a rezultatelor analizei, precum hărțile de zonificare, într-un format direct utilizabil în procesul de avizare, reducând riscul de erori de localizare.

Pe lângă sursele tehnice, au fost consultate surse statistice de la Institutul Național de Statistică (INS). Constatatarea este că baza de date TEMPO Online oferă serii de date anuale despre dinamica teritoriului. Problema este relevanța acestor date pentru analiza geotehnică. Consecința a fost extragerea și analiza unor indicatori specifici:

1. numărul de autorizații de construire (17 în 2023 pentru clădiri rezidențiale);
2. evoluția fondului locativ (2.091 de locuințe în 2023);
3. suprafețele ocupate de diferite folosințe.

Implicația pentru PUG este posibilitatea de a corela tendințele de dezvoltare cu hărțile de risc geotehnic, permițând o planificare proactivă.

**Tabelul de mai jos sintetizează sursele de date utilizate și relevanța lor pentru studiul de fundamentare.**

Tip de dată / Sursă	Autor / Instituție	Scară / Pre-cizie	Relevanță pentru Studiu
Suport Topo-grafic Digital	Executant RLSV (Schubert & Franzke S.R.L.)	1:500 (intra-vilan)	Bază planimetrică de înaltă precizie pentru analize și reglementări detaliate.
Date Cadastrale	ANCPI	Conform legislației	Delimitarea oficială a UAT și a parcelelor, definind cadrul juridic al planificării.
Strategie de Dezvoltare	Consiliul Local Ciacova	N/A (document strategic)	Oferă contextul socio-economic, identifică problemele și proiectele prioritare.
Date Statistice	INS (TEMPO Online)	Nivel UAT / Anual	Cuantifică dinamica dezvoltării (construcții, populație), ajută la identificarea tendințelor.
Studii Geotehnice Anterioare	Arhiva Primăriei Ciacova	Nivel Parcelă	Furnizează date geotehnice punctuale, măsurate, esențiale pentru calibrarea analizelor.
Lista Monumentelor Istorice	Ministerul Culturii	Nivel Punct / Poligon	Identifică constrângerile de patrimoniu cultural care se suprapun cu constrângerile geotehnice.
Contract Servicii PUG GIS	Primăria Ciacova / VEGO Concept Engineering S.R.L.	N/A (document contractual)	Definește scopul, obiectivele și cadrul de elaborare a PUG, inclusiv cerințele DNSH.

### 3.2. Utilizarea Terenului

Constatarea factuală: Utilizarea terenurilor în UAT Ciacova (suprafață totală 25.276 ha) reflectă un profil predominant agrar, cu 10.222 ha de teren arabil.

Problema este impactul acestei utilizări intensive asupra resurselor de apă și calitatea solului.

Consecința este un fond silvic redus la doar 339,68 ha (1,34% din total), concentrat în trupuri izolate.

Implicația pentru PUG este necesitatea de a corela zonificarea agricolă cu harta de vulnerabilitate la poluare, pentru a propune măsuri de protecție a apelor subterane.

Intravilanul concentrează funcțiunile de locuire și servicii, cu dominanța locuințelor individuale (P, P+1). Problema este prezența unor suprafețe mari de terenuri libere în interiorul intravilanului, indicând o dezvoltare extensivă, inefficientă. Consecința este o oportunitate de a promova o dezvoltare urbană mai compactă, prin mobilizarea acestor rezerve. Implicația pentru studiul geotehnic este necesitatea de a analiza cu prioritate aceste terenuri libere pentru a le determina pretabilitatea la construire.

Analiza evidențiază o tendință de dezvoltare rezidențială neplanificată la periferie ("urban sprawl"). Problema este generarea de costuri suplimentare pentru extinderea rețelelor edilitare și conflicte cu terenurile agricole. Consecința este că PUG trebuie să delimiteze clar un perimetru constructibil sustenabil. O problemă suplimentară este prezența unor foste zone industriale dezafectate ("brownfields"), care, deși pot prezenta un potențial de contaminare, reprezintă o oportunitate majoră pentru proiecte de regenerare urbană.

Structura actuală a utilizării terenurilor este un rezultat al evoluției istorice. Constatarea este că dezvoltarea așezărilor a urmat, empiric, liniile de comunicație și zonele ferite de inundații. Problema este că această dezvoltare nu a ținut cont de constrângerile geotehnice ascunse. Consecința este că anumite zone construite se pot afla astăzi pe terenuri dificile. Implicația pentru PUG este că acesta trebuie să treacă de la o cunoaștere implicită la una normativă. Prin corelarea hărții de utilizare a terenurilor cu harta de zonificare geotehnică, se va evalua compatibilitatea dintre funcțiuni și condițiile de fundare.

### **3.3. Caracterizarea Generală a Cadrului Construit**

Constatarea factuală: Cadrul construit din Ciacova este eterogen, o mare parte a fondului locativ având o vechime de peste 30 de ani.

Problema, identificată în Strategia de Dezvoltare, este existența unui număr considerabil de gospodării construite din pământ bătut, cu fundații precare.

Consecința este o vulnerabilitate structurală intrinsecă ridicată la variațiile de umiditate și la acțiunea seismică ( $K_s=0,20$ ). Implicația pentru PUG este necesitatea de a corela harta

fondului construit vulnerabil cu hărțile de hazard geotehnic, pentru a identifica zonele cu risc cumulat și a propune programe prioritare de reabilitare.

Fondul construit este dominat de locuințe individuale P sau P+1E. O problemă semnalată este starea necorespunzătoare a infrastructurii stradale; conform datelor INS din 2023, doar 29,63% din cei 27 km de străzi din oraș erau modernizați. O infrastructură rutieră degradată permite infiltrarea apelor, ceea ce duce la pierderea capacității portante a terenului și la tasări ale carosabilului. Consecința este că analiza geotehnică trebuie să ofere date și pentru dimensionarea structurilor rutiere.

Vulnerabilitatea este legată de fundațiile de adâncime redusă, din piatră sau cărămidă, cu durabilitate limitată. Problema este că aceste fundații precare, cuplate cu prezența pământurilor potențial active, creează un scenariu de risc major. Consecința este că studiul geotehnic trebuie să identifice zonele cu cel mai mare risc de avarii. Implicația pentru PUG este că, pe baza acestei analize, se pot prevedea programe prioritare de expertizare tehnică și de consolidare.

În zona centrală, cadrul construit prezintă o valoare istorică deosebită, incluzând monumente de importanță națională precum Turnul de apărare "Cula" (cod LMI TM-II-m-A-06201) și Ansamblul urban "Piața Cetății" (cod LMI TM-II-a-A-06202). Problema este starea lor de degradare. Consecința este implementarea unor proiecte de reabilitare, precum cel de "Revitalizare a zonei urbane 'Piața Cetății'", cu un buget de 23.375.361,11 lei. Implicația pentru studiul geotehnic este că orice intervenție în zona de protecție a monumentelor necesită o abordare specială, cu investigații detaliate.

## 4. CADRUL GEOLOGIC ȘI GEOTEHNIC AL ZONEI

Teritoriul orașului Ciacova este alcătuit din unități geotehnice distincte, cu un comportament fundamental diferit, care impun o abordare nuanțată în planificarea urbană. Problema centrală pe care o adresează acest capitol este transpunerea datelor geologice și geotehnice brute într-un model inteligibil, care să fundamenteze deciziile de construire. Consecința principală este cartografierea și descrierea acestor unități, de la contextul geologic regional al Câmpiei Banatului până la caracteristicile fizico-mecanice ale stratelor locale, materializând aceste informații în profile geotehnice reprezentative, ca un pas esențial către o planificare sigură și conștientă de riscuri.

Metodologia aplicată în acest capitol urmează o progresie logică de la scară largă la scară de detaliu. Procesul debutează cu o sinteză a cadrului geologic regional, bazată pe surse de date cartografice și documentare existente, pentru a încadra corect UAT Ciacova în contextul Bazinului Panonic. Ulterior, se trece la identificarea și cartarea unităților litologice locale, utilizând date din studii geotehnice anterioare. Urmează etapa de laborator, unde se determină caracteristicile fizico-mecanice ale probelor de pământ, rezultatele fiind centralizate și interpretate. În final, toate aceste date sunt integrate pentru a construi profile geotehnice sintetice, care oferă o imagine clară asupra succesiunii și proprietăților stratelor de pământ.

### 4.1. Geologie regională

Constatare factuală: Teritoriul administrativ al orașului Ciacova se încadrează, din punct de vedere geomorfologic și structural, în unitatea extinsă a Câmpiei de Vest, mai precis în subunitatea Câmpiei Timișului. Această câmpie reprezintă o arie de subsidență activă, parte a Bazinului Panonic, unde, pe parcursul Neogenului și Cuaternarului, s-au acumulat depozite sedimentare de grosimi considerabile, acoperind un fundament cristalin situat la adâncimi foarte mari. Problema este că această structură geologică, cu un sistem de falii profunde, influențează direct regimul apelor subterane și activitatea seismică a zonei. Consecința pentru PUG este că planificarea trebuie să ia în considerare un hazard seismic moderat, dar nu neglijabil ( $ag = 0,20g$ ), legat de sisteme de falii regionale precum cele din zona Banloc sau din nordul Serbiei.

Din punct de vedere stratigrafic, regiunea este dominată de depozitele cuaternare, de natură predominant fluvio-lacustră și eoliană. Depozitele pleistocene sunt reprezentate de formațiuni loessoide (prafuri argiloase) de o importanță geotehnică majoră, fiind cunoscute pentru caracterul lor de "pământuri sensibile la umezire". Acestea sunt intercalate cu strate de nisipuri și pietrișuri de origine aluvionară, care constituie importante strate acvifere. Depozitele holocene, mai recente, de natură aluvionară (argile, mături, nisipuri), se regăsesc în luncile râurilor Timiș și Timișul Mort. Problema este că aceste două tipuri majore de depozite au comportamente geotehnice fundamental diferite - depozitele loessoide sunt predispuse la tasare la umezire, iar cele aluvionare sunt heterogene și adesea foarte compresibile. Consecința pentru PUG este necesitatea unei abordări duale în analiza geotehnică, cu o caracterizare distinctă a depozitelor de pe interfluvii și a celor din lunci.

Structura tectonică a regiunii este marcată de un sistem de falii profunde, orientate NV-SE și NE-SV, care, deși nu ajung la suprafață, pot concentra tensiuni tectonice. {"Activitatea seismică a zonei, cu o valoare de vârf a accelerației terenului pentru proiectare  $a_g = 0,20g$ , conform normativului P100-1/2013, este un factor de risc cert."} [paraphrase: Normativ P100-1/2013, "Cod de proiectare seismică – Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri", 2013]. Problema este că prezența stratelor de nisip afânate și saturate cu apă, în context seismic, creează un potențial de lichefiere. Consecința este că studiul geotehnic pentru PUG trebuie să evalueze obligatoriu acest hazard. Implicația pentru RLU va fi introducerea de restricții severe de construire în zonele identificate cu risc ridicat de lichefiere, pentru a asigura siguranța construcțiilor și a locuitorilor.

#### 4.2. Litologie

Constatare factuală: Litologia de suprafață este dominată de depozitele loessoide (prafuri argiloase galben-cenușii), cu o grosime medie estimată de 5-10 metri.

Problema este că aceste pământuri au o structură macroporică și sunt "sensibile la umezire", putând suferi tasări bruște și neuniforme la o creștere semnificativă a umidității, conform prevederilor din normativul NP 125-2010.

Consecința pentru PUG este că identificarea și cartarea acestor depozite este o prioritate, iar RLU va trebui să impună condiții stricte privind proiectarea fundațiilor și managementul apelor la nivel de parcelă în aceste zone.

În zonele de luncă ale râului Timiș și ale canalelor (Timișul Mort, Lunca-Birda), litologia este dominată de depozite aluvionare holocene, foarte heterogene, incluzând argile, mълuri și intercalații de nisipuri. La baza acestora se găsește frecvent stratul acvifer "pietrișurile de Ciacova". Problema este că depozitele fine (argile, mълuri) sunt foarte compresibile, cu o capacitate portantă redusă, iar lentilele de nisip pot genera tasări diferențiate și prezintă un potențial de lichefiere. Consecința pentru PUG este că aceste zone aluvionare trebuie tratate ca fiind condiționate sau cu restricții, necesitând soluții de fundare speciale și o analiză aprofundată a riscurilor.

Sub depozitele cuaternare, la adâncimi variabile, se găsesc formațiuni mai vechi (pliocene, miocene), mai consolidate (argile, marne), care reprezintă un "strat bun de fundare". Problema este că adâncimea la care se găsește acest strat este un factor economic determinant pentru proiectele de anvergură. Consecința pentru PUG este că, deși nu face obiectul principal al studiului, cunoașterea adâncimii acestui strat este utilă pentru planificarea pe termen lung a proiectelor de infrastructură majoră sau a clădirilor înalte, care ar necesita fundații speciale (piloți, barete).

### 4.3. Caracteristici fizico-mecanice

Constatăre factuală: Analizele de laborator pe probele prelevate confirmă clasificarea pământurilor conform standardului {"SR EN ISO 14688"} [paraphrase: SR EN ISO 14688-1/2:2018, "Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor"]. Prafurile argiloase loessoide se încadrează în categoria pământurilor cu plasticitate redusă sau medie, în timp ce argilele din depozitele aluvionare prezintă plasticitate ridicată sau foarte ridicată.

Problema este că această diferență de plasticitate se traduce în comportamente mecanice fundamental diferite: pământurile loessoide sunt susceptibile la colaps structural la umectare (NP 125-2010), iar argilele aluvionare sunt foarte compresibile și pot prezenta fenomene de umflare-contrație (NP 126-2010).

Consecința pentru PUG este necesitatea impunerii, prin RLU, a unor investigații de laborator specifice pentru fiecare tip de pământ, pentru a cuantifica aceste riscuri.

Parametrii de compresibilitate și de rezistență la forfecare, determinați în laborator, dictează direct dimensionarea fundațiilor. Pentru depozitele loessoide, este critică determinarea tasării specifice la umectare ( $i_m$ ). Pentru argilele aluvionare, modulul de deformație edometric ( $M$ ) are valori scăzute, indicând tasări mari sub încărcări. Rezistența la forfecare, definită de coeziune ( $c$ ) și unghiul de frecare internă ( $\phi$ ), este esențială pentru calculul capacității portante. Problema este că valorile acestor parametri pot varia semnificativ pe areale restrânse, în special în depozitele aluvionare. Consecința este că valorile prezentate în acest studiu au un caracter orientativ, iar proiectarea fiecărei construcții trebuie să se bazeze pe un studiu geotehnic la nivel de parcelă, care să determine valorile specifice amplasamentului, conform NP 074-2014.

Pe baza caracteristicilor fizico-mecanice, pământurile de pe teritoriul studiat se grupează în trei complexe geotehnice principale. Problema este că delimitarea exactă a acestor complexe este esențială pentru zonificarea geotehnică. Consecința pentru PUG este că harta de zonificare geotehnică va reflecta distribuția acestor trei complexe, fiecare având un set specific de recomandări și restricții, conform tabelului de mai jos:

<b>Complex Geotehnic</b>	<b>Caracteristici Principale</b>	<b>Parametri de Laborator Cheie</b>	<b>Hazard Geotehnic Asociat</b>
Prafuri loessoide	Structură macroporică, plasticitate redusă-medie	Tasare specifică la umectare ( $i_m$ )	Tasare suplimentară la umectare
Argile aluvionare	Compresibilitate mare, plasticitate ridicată	Modul edometric ( $M$ ), Indice de plasticitate ( $I_p$ ), Umflare liberă ( $U_L$ )	Tasări mari, Umflare-Contractie
Nisipuri și pietrișuri	Fără coeziune, permeabilitate ridicată	Granulometrie, Grad de îndesare ( $ID$ ), SPT	Lichefiere (în condiții seismice și de saturație)

#### 4.4. Profile geotehnice

Constatare factuală: Pentru a oferi o imagine reprezentativă a succesiunii stratelor, au fost elaborate patru profile geotehnice de sinteză, bazate pe datele din forajele disponibile și hărțile geologice. Traseele acestora au fost alese pentru a traversa principalele unități geomorfologice și zone de interes urbanistic.

Problema este că datele punctuale din foraje trebuie extrapolate pentru a crea o imagine continuă, bidimensională, a subsolului, un proces care implică un grad de interpretare.

Consecința este că aceste profile au un caracter schematic, dar sunt esențiale pentru vizualizarea relațiilor spațiale dintre stratele geotehnice.

Un profil geotehnic reprezentativ, orientat Nord-Sud, traversează interfluviul acoperit de loess și lunca râului Timiș. Acesta evidențiază variația grosimii depozitelor loessoide (mai groase pe interfluviu, subțindu-se spre luncă), trecerea la depozitele aluvionare heterogene (argile, nisipuri) și adâncimea variabilă a nivelului freatic (mai adânc sub interfluviu, aproape de suprafață în luncă). Problema este că vizualizarea acestei tranziții este critică pentru înțelegerea zonelor cu risc cumulat. Consecința pentru PUG este că aceste profile vor fi incluse ca anexe grafice, oferind proiectanților un instrument intuitiv pentru evaluarea preliminară a condițiilor de fundare de-a lungul unor aliniamente de interes (de exemplu, pentru noi artere de circulație).

Profilele geotehnice nu sunt doar un produs final, ci și un instrument de validare în procesul de elaborare a studiului. Problema este că harta de zonificare geotehnică, elaborată prin suprapunerea de straturi tematice, trebuie verificată pentru coerență internă. Consecința este că, prin suprapunerea hărții de zonificare peste aceste profile, se poate verifica dacă delimitările zonelor (favorabilă, condiționată, cu restricții) sunt consistente cu stratigrafia reală din subsol. Implicația este un proces iterativ de rafinare a hărților de zonificare, asigurând un grad sporit de acuratețe și fiabilitate a documentației finale a PUG.

## 5. ANALIZA CADRULUI HIDROGEOLOGIC

Acest capitol investighează dinamica apelor subterane din teritoriul administrativ al orașului Ciacova, un factor activ care influențează direct siguranța și durabilitatea construcțiilor. Constatarea factuală de la care pornește analiza este că interacțiunea dintre fundații și apa subterană, adesea situată la mică adâncime, constituie una dintre principalele provocări geotehnice ale zonei. Problema centrală este riscul de avariere a construcțiilor, indus de variațiile nivelului freatic și de potențiala agresivitate chimică a apei. Consecința principală a acestei analize și implicația sa directă pentru PUG este fundamentarea tehnică a unor reglementări urbanistice clare, care să condiționeze proiectarea și execuția fundațiilor de caracteristicile hidrogeologice locale, asigurând astfel protecția pe termen lung a fondului construit.

Metodologia de lucru se bazează pe o abordare integrată, corelând datele din surse multiple pentru a construi un model hidrogeologic coerent la scara PUG. Demersul include:

1. inventarierea și analiza studiilor hidrogeologice și geotehnice anterioare pentru identificarea principalelor corpuri de apă subterană;
2. centralizarea datelor piezometrice pentru a stabili adâncimea medie a nivelului freatic și a estima variațiile sezoniere;
3. analiza buletinelor de analiză chimică a apei pentru a evalua gradul de agresivitate față de beton, conform normativelor în vigoare;
4. cartografierea direcțiilor de scurgere subterană, pe baza hărților topografice și a datelor hidrogeologice.

Această abordare structurată asigură transpunerea datelor tehnice într-o imagine de ansamblu, esențială pentru planificarea teritorială.

### 5.1. Acvifere și Resurse de Apă Subterană

Constatarea factuală: Contextul hidrogeologic al zonei Ciacova este definit de apartenența la unitatea structurală a Câmpiei de Vest, caracterizată printr-o succesiune de depozite sedimentare cuaternare care găzduiesc importante corpuri de apă subterană. Principalul sistem acvifer cu relevanță pentru construcțiile civile este acviferul freatic, localizat la adâncimi relativ

reduse, în complexul de nisipuri și pietrișuri cunoscut sub numele de "pietrișurile de Ciacova". Problema este vulnerabilitatea acestui acvifer la poluare și interacțiunea sa directă cu mediul construit. Consecința este că alimentația acestui acvifer se realizează preponderent din infiltrațiile directe din precipitații și din drenajul apelor de suprafață din rețeaua hidrografică (râul Timiș, canale), ceea ce îl face extrem de sensibil la contaminarea de la suprafață.

Pe lângă acviferul freatic, în adâncime există și alte strate acvifere, cantonate în depozite pliocene și miocene, care constituie resurse de apă de adâncime. Faptul constatat este că, deși acestea sunt sub presiune și separate de strate impermeabile, calitatea apei este necorespunzătoare pentru potabilizare fără tratare avansată. Problema este că acestea prezintă, totuși, un potențial semnificativ pentru alte utilizări. Un exemplu notabil este potențialul geotermal identificat în zona Cebza, unde, la adâncimi de circa 2.000 de metri, s-au interceptat acvifere cu temperaturi de până la 90°C și debite estimate la 30 l/s. Consecința pentru PUG este că, deși exploatarea acestor resurse nu este obiectul direct al studiului geotehnic, identificarea lor fundamentează strategii de dezvoltare economică pe termen lung, aliniată cu obiectivele de sustenabilitate.

Caracterizarea acviferului freatic este esențială pentru PUG. Faptul constatat este conductivitatea sa hidraulică semnificativă, care permite mișcarea relativ rapidă a apei. Grosimea stratului acvifer freatic este variabilă, de 5-15 metri, depinzând de morfologia substratului argilos impermeabil. Problema este că această configurație, cu un strat permeabil așezat pe unul impermeabil, creează o vulnerabilitate ridicată la poluarea de suprafață. Implicația directă pentru PUG este necesitatea de a institui măsuri stricte de protecție a apelor subterane, care vor fi detaliate în capitolul dedicat vulnerabilității la poluare, conform Legii Apelor nr. 107/1996.

Interacțiunea cu acviferul freatic este una dintre principalele provocări geotehnice. Prezența apei la adâncimi mici influențează direct execuția lucrărilor (epuismențe, stabilitatea săpăturilor) și comportamentul fundațiilor. Problema este că apa subterană reduce capacitatea portantă, generează presiuni hidrostatice și poate avea o acțiune chimică agresivă asupra betonului. Consecința este că delimitarea zonelor cu acvifer freatic influent, cartografierea adâncimii și analiza calității apei devin obiective prioritare ale studiului, iar rezultatele fundamentează direct reglementările din RLU. Ignorarea acestui factor poate duce la avarii grave și costuri de remediere substanțiale.

## 5.2. Nivelul Hidrostatic și Calitatea Chimică a Apei

Constatarea factuală: Nivelul hidrostatic (adâncimea pânzei freatice) este situat la adâncimi reduse, cu valori medii cuprinse în intervalul 1,0 - 4,0 metri.

Problema este variabilitatea spațială: în zonele de luncă, precum cele din KILO\_CAROUL [X06, Y04], nivelul freatic poate fi la mai puțin de 2,0 metri, în timp ce pe interfluvii coboară sub 3,0-4,0 metri.

Consecința este că este obligatorie o cartografiere detaliată a adâncimii minime a pânzei freatice pentru a fundamenta cerințele tehnice din RLU. Amplitudinea variațiilor sezoniere poate fi de 0,5 - 1,5 metri, iar proiectarea construcțiilor cu subsol trebuie să ia în considerare obligatoriu nivelul maxim pentru dimensionarea sistemelor de hidroizolare și drenaj.

Calitatea chimică a apei subterane are un impact direct asupra durabilității construcțiilor. Analizele chimice existente indică un potențial de agresivitate chimică, evaluată conform {"SR EN 206"} [parafrază: SR EN 206:2014, "Beton. Specificație, performanță, producție și conformitate"]. Problema principală este prezența sulfatilor ( $SO_4^{2-}$ ), a dioxidului de carbon agresiv ( $CO_2$ ) și a unui pH scăzut, factori care duc la coroziunea betonului. Consecința este că normativele impun utilizarea unor cimenturi speciale (sulfatorezistente, de tip SR sau HSR) sau aplicarea unor măsuri de protecție. Implicația pentru PUG este elaborarea unei hărți de risc privind agresivitatea chimică, ce va sta la baza recomandărilor din RLU privind tipul de beton necesar.

**Tabelul următor sintetizează clasele de expunere la agresivitate chimică și tipurile de ciment recomandate.**

Clasă de Expunere (SR EN 206)	Concentrație $SO_4^{2-}$ (mg/l)	pH	Agresivitate $CO_2$ (mg/l)	Ciment Recomandat
<b>XA1 (slabă)</b>	200 - 600	6,5 - 5,5	15 - 40	CEM I, CEM II/A-S
<b>XA2 (moderată)</b>	600 - 3.000	5,5 - 4,5	40 - 100	CEM III/A, CEM I-SR

Clasă de Expunere (SR EN 206)	Concentrație SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	pH	Agresivitate CO <sub>2</sub> (mg/l)	Ciment Recomandat
<b>XA<sub>3</sub> (puternică)</b>	3.000 - 6.000	4,5 - 4,0	> 100	CEM III/B, CEM I-SR

Impactul combinat al unui nivel hidrostatic ridicat și al unei ape agresive creează condiții de fundare dificile. Problema este că, în aceste zone, proiectarea subsolurilor devine o provocare tehnică și economică, necesitând betoane și hidroizolații performante, precum și sisteme de drenaj perimetral. Consecința este generarea de costuri semnificative. Implicația pentru PUG este că harta de sinteză care va suprapune zonele cu nivel freatic ridicat peste cele cu agresivitate chimică va oferi un instrument decizional valoros, permițând, de exemplu, descurajarea construcțiilor cu subsol.

### 5.3. Dinamica Scurgerii și Interacțiunea cu Suprafața

Constatarea factuală: Dinamica apelor subterane din zona Ciacova este guvernată de gradientul hidraulic regional, cu o direcție generală de scurgere de la Nord-Est spre Sud-Vest. Problema este că această direcție poate fi modificată local de rețeaua hidrografică secundară și de variațiile de permeabilitate. Consecința este că o înțelegere corectă a direcției de scurgere este esențială pentru a modela propagarea poluării și pentru a proiecta eficient sistemele de drenaj.

Interacțiunea dintre apele de suprafață și cele subterane este un proces bidirecțional. Problema: în perioadele cu niveluri ridicate, râurile alimentează acviferul, iar în perioadele secetoase, acviferul susține debitele de bază. Consecința critică, în contextul riscului la inundații, este că o viitură pe râul Timiș poate provoca inundații interne prin ridicarea pânzei freatice, chiar și în zone neacoperite de apele de suprafață. Implicația pentru PUG este necesitatea corelării stricte a reglementărilor pentru zonele inundabile cu cele pentru zonele cu freatic la mică adâncime.

Sistemele de drenaj și desecare gestionate de ANIF joacă un rol crucial. Faptul constatat este că rețeaua densă de canale a fost proiectată pentru a controla nivelul freatic. Problema, semnalată în Strategia de Dezvoltare, este că multe canale sunt colmatate sau nefuncționale. Consecința este riscul de creștere locală a nivelului freatic și reactivarea excesului de umiditate.

Implicația este că proiectul de "Regularizare canale de desecare" (buget 5.000.000 lei) este esențial nu doar pentru agricultură, ci și pentru siguranța mediului construit.

În intravilan, gestionarea apelor meteorice reprezintă o altă problemă. Problema este că impermeabilizarea suprafețelor prin construire reduce infiltrarea naturală, crescând scurgerea de suprafață. Pe de altă parte, infiltrarea necontrolată a apelor pluviale poate activa tasarea la umectare a pământurilor loessoide. Consecința este necesitatea adoptării unor soluții moderne de management (sisteme de retenție-infiltrație), a căror fezabilitate este condiționată de caracteristicile geotehnice ale terenului. PUG trebuie să propună o abordare integrată, care să includă măsuri de protecție a calității apei, condiții de fundare adaptate și reguli de gestionare a apelor pluviale. Prezența apei la adâncime mică este un factor determinant pentru majoritatea hazardelor geotehnice analizate în secțiunile următoare.

## 6. IDENTIFICAREA HAZARDELOR GEOTEHNICE

Constatarea factuală de la care pornește acest demers este că recunoașterea și delimitarea spațială a hazardelor geotehnice reprezintă preconditionia oricărei strategii de dezvoltare urbană sigură. Problema centrală este că, în absența acestei cunoașteri, planificarea devine un exercițiu abstract, decuplat de realitatea fizică, cu riscuri majore pentru siguranța mediului construit. Consecința analizei este transpunerea datelor tehnice în hărți de hazard tematice, instrumente vizuale menite să ofere factorilor decizionali o imagine clară asupra constrângerilor naturale. Acest capitol investighează trei categorii principale de hazarde: tasările, fenomenele de umflare-contrație și potențialul de lichefiere în contextul seismic local.

Metodologia de evaluare se bazează pe corelarea datelor litologice și hidrogeologice cu modele de analiză specifice fiecărui hazard, asigurând o fundamentare tehnică riguroasă. Procesul include următoarele patru etape:

1. Pentru **tasări**, se evaluează distribuția pământurilor compresibile (depozite loessoide, argile aluvionare) și se corelează cu adâncimea nivelului freatic.
2. Pentru **pământurile active**, se identifică arealele cu argile contractile (potențial de umflare-contrație ridicat) și se analizează legătura cu regimul climatic.
3. Pentru **lichefiere**, se suprapune harta depozitelor nisipoase saturate, situate la adâncimi critice, cu harta de hazard seismic a zonei ( $a_g = 0,20g$ ).
4. În final, aceste analize tematice sunt agregate într-o **hartă de sinteză a hazardelor**, oferind un cadru general care ghidează, dar nu înlocuiește, investigațiile detaliate obligatorii la nivel de proiect.

### 6.1. Hazard la tasări

Hazardul la tasări pe teritoriul orașului Ciacova este condiționat de prezența extinsă a două tipuri principale de pământuri compresibile: depozitele loessoide și depozitele aluvionare argiloase.

Problema este că ambele pot genera tasări diferențiate, cu impact direct asupra structurilor.

Consecința este necesitatea reglementării stricte, prin PUG și RLU, a condițiilor de proiectare și execuție a fundațiilor.

Depozitele loessoide, care acoperă majoritatea interfluviilor, prezintă un risc specific de tasare suplimentară la umectare. Problema constă în faptul că aceste tasări sunt bruște, neuniforme și pot genera avarii grave la construcțiile fondate superficial, fiind declanșate de surse de umectare necontrolată (pierderi din rețele, irigații). Consecința pentru planificare este obligativitatea impunerii unor măsuri de control al infiltrațiilor apei în teren.

În luncile râurilor, hazardul este dominat de consolidarea depozitelor argiloase și mâloase, caracterizate de o compresibilitate ridicată. Sub încărcările transmise de construcții, aceste strate suferă tasări de lungă durată. Problema principală este magnitudinea tasărilor diferențiate, care induc eforturi periculoase în structură. Consecința este că dezvoltarea în aceste zone, precum cele din KILO\_CAROUL [X06, Y04], trebuie condiționată de studii geotehnice aprofundate care să fundamenteze soluții de fundare adecvate (radier general, piloți).

Factorul hidrologic este determinant. Pentru pământurile loessoide, apa este un agent declanșator direct. Pentru argilele aluvionare, nivelul apei subterane influențează procesul de consolidare. Cartografierea hazardului la tasări s-a materializat într-o hartă tematică, ce delimitează zonele în trei clase de hazard: redus, mediu și ridicat. Criteriile de clasificare includ tipul depozitelor, parametrii de compresibilitate și adâncimea pânzei freatice. Această hartă permite impunerea unor cerințe diferențiate pentru studiile geotehnice, conform normativului NP 074. În zonele cu potențial ridicat de tasare, PUG-ul va introduce reglementări specifice, precum limitarea regimului de înălțime sau condiționarea autorizării de construire de studii complexe. Pentru infrastructura edilitară, traversarea acestor zone necesită soluții tehnice speciale (îmbinări flexibile).

## 6.2. Hazard la umflături și contracții

Prezența depozitelor argiloase cu conținut ridicat de minerale active (montmorillonit, illit) generează un hazard specific legat de variațiile de volum ale pământului. Problema principală este că aceste variații ciclice (umflare la absorbția apei, contracție în perioade secetoase) exercită presiuni considerabile asupra fundațiilor, inducând mișcări diferențiate care duc la fisurarea structurilor. Consecința este necesitatea identificării acestor zone pentru a impune măsuri constructive adecvate.

Factorul declanșator este variația umidității în sol. Areele cu cel mai mare potențial de hazard sunt cele unde se suprapun două condiții: prezența argilelor active la suprafață și posibilitatea unor variații mari de umiditate. Identificarea acestor pământuri se realizează pe baza analizelor de laborator (Indice de Plasticitate  $I_p > 30\%$ , încercare de umflare liberă). Pe baza acestor parametri s-a realizat o hartă de hazard care clasifică teritoriul în funcție de potențialul de umflare-contrație (redus, mediu, ridicat).

Implicațiile pentru PUG sunt semnificative. RLU va conține articole specifice care să reglementeze construirea în zonele cu pământuri active. Acestea vor viza:

1. **Cerințe tehnice pentru fundații:** adâncimi minime de fundare mai mari, trotuare perimetrare etanșe.
2. **Amenajarea peisagistică:** restricționarea plantării arborilor de talie mare la o distanță sigură față de clădiri (minim 1,5 ori înălțimea la maturitate).
3. **Managementul apelor pluviale:** reguli stricte privind colectarea și evacuarea apelor, interzicând deversarea lângă construcție.

Pe lângă construcțiile noi, fondul construit existent este, de asemenea, vulnerabil. Harta de hazard la umflare-contrație poate fi un instrument pentru ierarhizarea necesităților de intervenție, declarând zonele cu risc cumulat (hazard ridicat + clădiri vechi) ca priorități pentru programe de expertizare și consolidare.

### 6.3. Hazard la lichefiere

Hazardul la lichefiere este unul dintre cele mai periculoase fenomene geotehnice, condiționat de existența a trei factori simultani: o acțiune seismică puternică ( $a_g = 0,20g$  pentru Ciacova), prezența unor strate de nisip afânate și saturația acestora cu apă. Problema este că, în timpul unui cutremur, pământul își poate pierde complet capacitatea portantă, comportându-se ca un lichid. Consecințele pot fi catastrofale: cedarea fundațiilor, tasarea și înclinarea clădirilor.

Zonele susceptibile la lichefiere corespund, în principal, luncilor râurilor (Timiș, Timișul Mort), unde depozitele aluvionare conțin strate de nisipuri fine și medii cu un grad de îndesare redus, situate sub nivelul freatic. În afara zonelor de luncă, riscul scade considerabil. Evaluarea potențialului de lichefiere s-a realizat prin compararea solicitării seismice ciclice (CSR) cu rezistența la lichefiere a pământului (CRR). Factorul de siguranță la lichefiere ( $FS = CRR/CSR$ ) indică potențialul de hazard, o valoare subunitară semnălând un risc ridicat.

Harta de hazard la lichefiere a clasificat teritoriul în trei categorii: potențial ridicat ( $FS < 1,0$ ), potențial redus/incert ( $1,0 < FS < 1,5$ ) și fără potențial ( $FS > 1,5$ ). În zonele cu potențial ridicat, PUG-ul va introduce restricții severe:

- a) Interzicerea construcției de clădiri de importanță vitală (spitale, școli).
- b) Condiționarea autorizării altor construcții de studii speciale și măsuri de îmbunătățire a terenului (compactare dinamică, coloane de balast).

Acest hazard afectează și infrastructura subterană (apă, canalizare, gaze), care este deosebit de vulnerabilă. La proiectarea unor noi rețele magistrale, se va recomanda evitarea zonelor cu potențial ridicat de lichefiere sau utilizarea unor soluții constructive flexibile.

#### 6.4. Harta de sinteză a hazardelor

Pentru a oferi un instrument de planificare unitar, hărțile tematice pentru fiecare hazard (tasări, umflături-contrații, lichefiere) au fost agregate într-o singură hartă de sinteză. Problema pe care o rezolvă este dificultatea de a lua decizii pe baza unor hărți multiple. Harta de sinteză oferă o viziune holistică, permițând o evaluare rapidă și coerentă a pretabilității terenului.

Metodologia de elaborare a implicat suprapunerea în mediul GIS a hărților de hazard individuale și aplicarea principiului "celui mai restrictiv factor". De exemplu, o zonă cu hazard mediu la tasări, dar cu hazard ridicat la lichefiere, a fost încadrată în clasa de hazard ridicat. Harta de sinteză delimitează 3-5 clase de hazard geotehnic, definite printr-un cod de culori intuitiv (verde pentru redus, roșu pentru foarte ridicat). Pentru fiecare clasă, a fost elaborată o fișă sintetică ce descrie fenomenele specifice, factorii de risc și implicațiile generale pentru construire. Acest document este un sistem de avertizare timpurie, indicând nivelul de prudență și complexitatea investigațiilor geotehnice necesare.

Harta de sinteză a hazardelor stă la baza capitolului următor, dedicat zonificării geotehnice. Pe baza ei se va realiza zonificarea în zone construibile favorabile, condiționate sau cu restricții, fiecare având un set specific de reguli în RLU. De asemenea, harta va fi suprapusă cu hărțile altor riscuri naturale (inundații), pentru a obține o imagine integrată a vulnerabilității teritoriului. Această viziune multi-risc va permite ierarhizarea priorităților de intervenție și fundamentarea unor strategii de dezvoltare durabile.

## 7. ZONIFICAREA GEOTEHNICĂ A TERITORIULUI

Acest capitol reprezintă sinteza analizei geotehnice, având rolul de a transpune datele tehnice complexe într-un instrument de planificare urbanistică operațional: harta de zonificare geotehnică. Constatarea factuală este că zonificarea traduce analiza tehnică în limbaj de planificare, transformând hărțile de hazard într-o hartă a construibilității. Problema abordată este necesitatea unui cadru reglementat pentru dezvoltarea urbană, corelat direct cu riscurile terenului de fundare. Consecința este clasificarea teritoriului în zone favorabile, condiționate și cu restricții severe, pentru a fundamenta direct Regulamentul Local de Urbanism.

Metodologia de elaborare se bazează pe agregarea datelor geologice, hidrogeologice și de hazard. Procesul implică:

1. definirea criteriilor de clasificare conform NP 074-2014;
2. suprapunerea în GIS a hărților de hazard (tasări, umflare-contrație, lichefiere) și a factorilor condiționați (nivel freatic, litologie), utilizând grila canonică TKHC;
3. aplicarea unei matrici decizionale pentru încadrarea teritoriului în cele trei categorii de construibilitate;
4. elaborarea hărții de zonificare și descrierea narativă a caracteristicilor și recomandărilor pentru fiecare zonă.

### 7.1. Criterii de zonificare

Definirea zonelor de construibilitate se bazează pe trei criterii tehnice agregate: intensitatea hazardelor geotehnice, natura litologică a depozitelor de suprafață și factorul hidrogeologic. Fundamentul metodologic este normativul NP 074-2014. Problema este cuantificarea și ierarhizarea acestor factori. Consecința este o matrice de analiză unde un hazard sever, precum potențialul ridicat de lichefiere ( $FS < 1,0$ ), are pondere decizională maximă, fiind mai restrictiv decât un hazard moderat.

Natura litologică și caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor constituie al doilea criteriu. Prezența unor strate groase de argile cu plasticitate ridicată ( $I_p > 30\%$ ) și compresibilitate mare, de exemplu, va conduce la încadrarea într-o categorie condiționată, chiar și în absența

unui hazard de lichefiere. Factorul hidrogeologic, al treilea criteriu, este determinant. Un nivel freatic la mică adâncime (sub 2,0 metri) agravează majoritatea problemelor: crește potențialul de lichefiere, reduce capacitatea portantă și activează umflarea argilelor. Agresivitatea chimică a apei impune, de asemenea, măsuri speciale.

Agregarea acestor criterii în GIS conduce la delimitarea a trei zone principale de constructibilitate:

1. **Zona A (Favorabilă):** Areale unde hazardele sunt absente sau neglijabile, pământurile au capacitate portantă bună, iar nivelul freatic nu ridică probleme.
2. **Zona B (Condiționată):** Areale cu factori de risc moderat (pământuri sensibile la umezire, argile active, potențial de tasare mediu) care impun investigații și soluții speciale.
3. **Zona C (Cu Restricții):** Areale cu hazarde severe (lichefiere, tasări mari, instabilitate) care impun restricții majore, până la interdicție.

Această clasificare este direct transpozabilă în limbajul de planificare. Corelarea criteriilor se poate sintetiza astfel: un hazard redus, o litologie cu capacitate portantă bună și un nivel freatic adânc (> 4,0 m) definesc Zona A; un hazard mediu, pământuri contractile și un freatic între 2,0-4,0 m definesc Zona B; iar un hazard ridicat, nisipuri afânate saturate și un freatic superficial (< 2,0 m) definesc Zona C. Deși are caracter strategic, această zonificare fundamentează necesitatea studiilor geotehnice la nivel de parcelă și permite aplicarea principiului proporționalității, concentrând eforturile tehnice în zonele cu risc real.

## 7.2. Zone cu condiții favorabile

Zonele cu condiții favorabile (Zona A) reprezintă perimetrele optime pentru dezvoltare, permițând construcții sigure cu costuri de fundare rezonabile. Acestea corespund, în general, interfluviilor unde depozitele loessoide sunt consolidate și nivelul freatic este adânc, precum în KILO\_CAROURILE [X08, Y07] și [X09, Y06]. Problema este că și în aceste zone pot exista neomogenități locale. Consecința este că se menține obligativitatea unui studiu geotehnic standard la nivel de parcelă pentru confirmarea condițiilor.

Caracteristicile terenului permit, pentru construcțiile curente (P+2E), utilizarea unor soluții de fundare directe, simple și economice: fundații continue sau izolate. Dimensionarea se face conform normativelor (NP 112, Eurocod 7), fără a necesita, uzual, măsuri speciale de îmbunătățire a terenului. Un scenariu tipic pentru o construcție P+1E+M ar implica fundații continue

dimensionate pe baza presiunii convenționale, cu adâncimea minimă dictată de cota de îngheț (0,80 - 0,90 metri), fără a necesita epuizmente.

Din perspectiva PUG, aceste zone vor fi desemnate ca areale prioritare pentru extinderea intravilanului și pentru amplasarea funcțiilor strategice (spitale, școli). Regulamentul Local de Urbanism va permite aici o densitate și un regim de înălțime superioare. Localizarea precisă, de exemplu în HECTA\_CAROURILE [X08, Y07] · (ΔX=400 m, ΔY=500 m), va fi esențială pentru aplicarea reglementărilor.

Deși favorabile, aceste zone necesită respectarea bunelor practici: o gestionare defectuoasă a apelor pluviale poate activa tasări, iar prezența umpluturilor necontrolate poate modifica local condițiile de fundare. Recomandarea generală subliniază importanța realizării studiului geotehnic obligatoriu la faza PAC. Eticheta de "zonă favorabilă" este o invitație la dezvoltare, nu o scutire de la responsabilitatea tehnică.

### 7.3. Zone cu condiții condiționate

Zonele condiționate (Zona B), localizate în arealele cu depozite loessoide sensibile la umezire și argile active (ex. KILO\_CAROUL [X07, Y06]), impun o abordare prudentă. Problema fundamentală este interacțiunea dintre pământ și apă, care poate declanșa tasări la umezire sau umflări-contrații. Consecința este că RLU trebuie să impună un set de condiționări tehnice stricte pentru a gestiona aceste riscuri.

Amplerea investigației geotehnice este prima condiție. Studiul geotehnic la nivel de parcelă devine crucial, necesitând investigații specifice: încercări de compresibilitate în stare umezită pentru loess (NP 125-2010) și determinarea umflării libere pentru argilele active (NP 126-2010). Proiectarea fundațiilor trebuie adaptată riscului, utilizând una din următoarele strategii: evitare (piloți scurți), control (perne de pământ compactat, radier general) sau adaptare (drenuri, trotuare etanșe).

Managementul apelor devine o condiție critică. RLU trebuie să impună:

1. interzicerea irigațiilor lângă clădiri;
2. verificarea periodică a rețelelor;

### 3. evacuarea apelor pluviale la distanță sigură.

Lucrările de terasament necesită, de asemenea, o atenție sporită. O condiționare suplimentară vizează interacțiunea cu vegetația, RLU trebuind să impună o distanță minimă de siguranță pentru plantarea arborilor de talie mare (1,0 - 1,5 ori înălțimea la maturitate). O schemă a măsurilor de protecție pentru construcțiile pe astfel de terenuri trebuie să ilustreze adâncirea fundației, realizarea trotuarului perimetral etanș și implementarea unui sistem eficient de colectare a apelor pluviale. Transparența zonificării, de exemplu la nivel de HECTA\_CAROU ([X07, Y06] · (ΔX=200 m, ΔY=800 m)), este esențială pentru informarea corectă a viitorilor proprietari.

#### 7.4. Zone cu condiții dificile sau cu restricții

Zonele cu condiții dificile (Zona C) – arealele cu risc ridicat de lichefiere și cele cu depozite mârloase compresibile – reprezintă perimetrele cele mai problematice. Construirea aici expune viețile umane și investițiile la riscuri inacceptabile. Consecința este că principala recomandare pentru aceste zone este evitarea, iar PUG trebuie să instituie restricții severe. Localizarea lor, de exemplu în KILO\_CAROURILE [X05, Y04] și [X06, Y04], este de maximă importanță pentru siguranța publică.

Pentru zonele cu potențial ridicat de lichefiere, RLU trebuie să interzică amplasarea construcțiilor de importanță vitală, a locuințelor colective și a altor funcțiuni care presupun aglomerări de persoane. Pentru alte categorii de construcții, autorizarea va fi condiționată de studii extrem de complexe și, cel mai probabil, de implementarea unor soluții de îmbunătățire a terenului foarte costisitoare (compactare în adâncime, coloane de balast), care fac proiectele nefabile economic.

În arealele cu depozite organice sau mârloase, RLU ar trebui să clasifice aceste zone ca neconstruibile. Fundarea directă este imposibilă, iar singurele soluții viabile (fundații pe piloți, înlocuirea pământului slab) sunt neeconomice pentru construcții curente. Recomandarea este alocarea acestor zone unor funcțiuni compatibile, precum parcuri sau zone umede.

La nivel de reglementare urbanistică, PUG trebuie să fie tranșant. Pentru zonele cu risc ridicat de lichefiere, se propune un articol în RLU care să interzică explicit construirea de clădiri de

locuit sau instituții publice. Se vor defini, de asemenea, zone de protecție în jurul perimetrelor cu risc ridicat. Aceste zone cu restricții geotehnice se suprapun adesea cu zone de risc la inundații, ceea ce consolidează argumentul pentru excluderea lor din zonele de dezvoltare și subliniază necesitatea unei analize multi-risc, care va fi prezentată în capitolul următor.

## 8. ANALIZA RISCURILOR NATURALE CONEXE

Acest capitol integrează analiza geotehnică într-un context mai larg al riscurilor naturale, conform ideii-forță că aceste riscuri interacționează și se potențează reciproc. Constatarea factuală este că teritoriul orașului Ciacova este supus unui complex de hazarde naturale – seismic, de inundații și geotehnic – a căror analiză separată este insuficientă. Problema pe care o adresează este riscul de subestimare a vulnerabilității totale, care apare atunci când efectele cumulate și de domino ale hazardelor sunt ignorate. Consecința analizei este crearea unei perspective multi-risc, care examinează modul în care hazardul seismic, riscul la inundații și potențialul de instabilitate a terenului influențează și sunt influențate de condițiile geotehnice specifice, fundamentând o planificare urbană cu adevărat rezilientă.

Metodologia acestui capitol se bazează pe corelarea spațială și cauzală a datelor și hărților de hazard, elaborate în etapele anterioare, cu date de hazard specifice altor riscuri naturale. Procesul include patru etape:

1. Analiza riscului seismic, pornind de la zonarea seismică națională, cu o accelerație de vârf a terenului ( $a_g$ ) de 0,20g, și corelând acțiunea seismică cu hazardul geotehnic de lichefiere;
2. Analiza riscului la inundații, prin suprapunerea zonelor inundabile, conform datelor oficiale, peste harta litologică pentru a evalua impactul asupra capacității portante și stabilității fundațiilor;
3. O evaluare a riscului la alunecări de teren, bazată pe date geomorfologice, care confirmă un potențial neglijabil la scara UAT;
4. Sinteza acestor analize într-o hartă integrată a riscurilor, care evidențiază zonele de risc cumulat, localizate cu precizie pe grila TKHC.

### 8.1. Risc seismic

Constatarea factuală: teritoriul orașului Ciacova se încadrează într-o zonă cu un hazard seismic ridicat, având o valoare de vârf a accelerației terenului pentru proiectare ( $a_g$ ) de 0,20g pentru un interval mediu de recurență (IMR) de 225 de ani, conform normativului P100-1/2013. Problema centrală în acest context nu este doar mișcarea seismică în sine, ci

potențialul acestuia de a declanșa fenomene geotehnice secundare, precum lichefierea și tasările induse seismic, care pot amplifica dramatic distrugerile. Consecința principală este că simpla respectare a normelor de proiectare structurală poate fi insuficientă dacă nu este dublată de o gestionare adecvată a răspunsului terenului. Implicația pentru PUG este necesitatea de a identifica și reglementa cu strictețe zonele unde această interacțiune seismic-geotehnică este critică.

Cea mai periculoasă consecință a unui cutremur în contextul geotehnic al Ciacovei este lichefierea nisipurilor. Arealele extinse din luncile râurilor conțin strate de nisip afânat, saturate cu apă, la adâncimi reduse. Problema: în timpul unui cutremur, undele de forfecare pot duce la o creștere a presiunii apei din pori, cauzând pierderea aproape totală a rezistenței pământului, care se comportă ca un fluid dens. Zonele identificate, de exemplu în HECTACAROURILE din KILOCAROURILE [X05, Y04], [X06, Y04] și [X07, Y05], ca având un factor de siguranță la lichefiere subunitar, sunt cele mai expuse. Consecința este că, în aceste perimetre, un cutremur ar putea provoca cedări catastrofale ale fundațiilor, tasări bruște și înclinarea clădirilor.

Pe lângă lichefiere, acțiunea seismică poate induce și alte efecte. În cazul depozitelor argiloase cu consistență redusă, mișcarea ciclică poate duce la o reducere a rezistenței la forfecare (înmuiere ciclică). De asemenea, vibrațiile pot induce tasări suplimentare în depozitele nisipoase, chiar și în cele care nu lichefiază (densificare seismică). Problema este că aceste tasări pot fi neuniforme, generând eforturi suplimentare în structuri. O altă consecință importantă este influența condițiilor locale de teren asupra mișcării seismice: depozitele moi, precum cele argiloase din lunci, pot amplifica undele seismice, solicitând structurile mai intens. Consecința este că acțiunea seismică declanșează un răspuns al terenului, precum lichefierea sau amplificarea undelor, care, la rândul său, generează un impact direct asupra construcțiilor, de la avariere la cedare totală.

Implicațiile pentru reglementările urbanistice sunt directe și imperative. Pentru zonele cu risc ridicat de lichefiere, Regulamentul Local de Urbanism va institui restricții severe, incluzând:

1. Interdicția de construire pentru clădiri de importanță vitală (spitale, școli, stații de pompieri);

2. Condiționarea oricărei autorizații de construire de realizarea unor studii geotehnice aprofundate, care să analizeze specific lichefierea și să propună măsuri de îmbunătățire a terenului.

Aceste măsuri (compactare dinamică, coloane de balast, injecții) sunt singura modalitate de a asigura un nivel de siguranță acceptabil.

În plus, RLU trebuie să includă prevederi generale pentru toate construcțiile, care să asigure o proiectare corectă a interacțiunii teren-structură în condiții seismice, cum ar fi:

1. Obligatorietatea ca studiile geotehnice să precizeze parametrii dinamici ai terenului;
2. Recomandări privind evitarea soluțiilor structurale vulnerabile la tasări diferențiate;
3. Cerințe specifice pentru proiectarea rețelelor edilitare subterane, care trebuie să fie flexibile.

În sinteză, analiza riscului seismic în conexiune cu cel geotehnic transformă o valoare abstractă (ag) într-un set de reguli concrete de planificare.

## 8.2. Risc la inundații

Riscul la inundații pe teritoriul orașului Ciacova este un hazard istoric, generat de prezența râului Timiș și a unei rețele hidrografice secundare dense, într-un context de câmpie joasă. Constatarea este că, deși lucrările de îndiguire și desecare au redus semnificativ riscul, acesta persistă. Problema este că multe canale de desecare sunt nefuncționale, reducând capacitatea de evacuare a apelor mari, conform Strategiei de Dezvoltare. Consecința este existența unui risc rezidual, atât prin revărsare directă, cât și prin inundații interne (refulare canalizare, ridicare nivel freatic). Implicația pentru PUG este obligativitatea integrării hărților de hazard la inundații și stabilirea de reglementări clare pentru zonele inundabile.

Interacțiunea dintre riscul la inundații și condițiile geotehnice este complexă. O inundație prelungită poate afecta semnificativ terenul de fundare. Problema principală este saturarea stratelor superficiale, care duce la:

1. Reducerea capacității portante a pământurilor coezive;
2. Activarea tasării la umectare în depozitele loessoide;

### 3. Generarea de presiuni ascensionale asupra fundațiilor (subpresiune).

Arealele cele mai expuse la această interacțiune negativă sunt luncile, unde stratul freatic este la mică adâncime și conectat direct cu apele de suprafață.

Caracteristicile geotehnice, la rândul lor, influențează manifestarea inundațiilor. Prezența stratelor superficiale impermeabile (argile) poate favoriza stagnarea apei la suprafață, prelungind bălțirile, în timp ce zonele cu depozite permeabile (nisipuri) pot facilita infiltrarea, dar pot contribui și la o creștere rapidă a nivelului freatic. Problema este că aceste caracteristici variază spațial. Consecința pentru planificare este că managementul riscului la inundații trebuie să integreze informații despre permeabilitatea depozitelor de suprafață, furnizate de studiul geotehnic.

Regulamentul Local de Urbanism va transpune aceste interacțiuni în reguli concrete. Conform Legii 575/2001, este obligatorie preluarea în PUG a zonelor de risc la inundații, delimitate conform hărților de hazard elaborate de Administrația Națională "Apele Române". În aceste zone se vor institui restricții de construire, ierarhizate în funcție de probabilitatea de inundare. Pe lângă reglementările pentru zonele inundabile, PUG-ul poate introduce cerințe privind managementul apelor pluviale la nivel de parcelă, condiționând implementarea soluțiilor de retenție-infiltrație de condițiile geotehnice: infiltrarea apei este benefică în zonele stabile, dar periculoasă în cele cu pământuri sensibile la umezire.

### 8.3. Risc la alunecări de teren

Constatarea factuală: UAT Ciacova este situat integral în Câmpia Timișului, o unitate de relief caracterizată printr-o planeitate aproape perfectă, cu o energie de relief de 0-5 metri. Problema alunecărilor de teren se pune, clasic, în zonele cu versanți cu pante suficient de mari pentru a declanșa aceste fenomene. Având în vedere aceste caracteristici, concluzia este că hazardul la alunecări de teren de mare amploare este practic inexistent pe teritoriul studiat.

Deși hazardul de amploare este absent, pot exista, local, fenomene de instabilitate a malurilor cursurilor de apă. Problema constă în procesele de eroziune laterală exercitate de apă, care pot submina baza malurilor, ducând la prăbușiri și surpări. Zonele cele mai expuse sunt secțiile de mal înalt ale râului Timiș, în special în porțiunile de meandru, vizate în

KILO\_CAROURILE [X04, Y03] și [X05, Y04]. Consecința este că, în aceste zone limitate, pot apărea riscuri pentru construcțiile amplasate în imediata apropiere a malului.

Implicația pentru Planul Urbanistic General este necesitatea instituirii zonelor de protecție de-a lungul cursurilor de apă, conform Legii Apelor nr. 107/1996, care stabilește lățimi minime pentru aceste zone, unde construirea este interzisă. PUG-ul va transpune grafic aceste reglementări. Scopul zonelor este dublu: protejarea calității apei și prevenirea riscurilor asociate cu dinamica albiei, inclusiv eroziunea malurilor.

În concluzie, pe baza datelor geomorfologice, se consideră că acest tip de hazard nu reprezintă o constrângere majoră la scara UAT Ciacova, analiza concentrându-se pe riscurile relevante, seismic și de inundații. Această concluzie nu exclude necesitatea analizelor de stabilitate locală pentru orice lucrare care implică taluzuri, proiectate conform normativelor în vigoare.

#### 8.4. Harta de sinteză a riscurilor

Elaborarea hărții de sinteză a riscurilor naturale reprezintă demersul final de integrare a analizelor sectoriale. Problema abordată este că o planificare eficientă necesită o viziune holistică, nu o colecție de hărți separate. Harta de sinteză suprapune și combină informațiile despre hazardul seismic (lichefiere), hazardul la inundații și hazardele geotehnice (tasări, pământuri active), pentru a identifica zonele unde riscurile se cumulează.

Metodologia de elaborare a implicat suprapunerea în mediul GIS a hărților de hazard individuale și aplicarea principiului "celui mai restrictiv factor". O zonă cu hazard mediu la tasări, dar cu hazard ridicat la lichefiere, a fost încadrată în clasa de hazard ridicat. Matricea de agregare a riscurilor prioritizează hazardele în funcție de severitatea consecințelor, unde un hazard cu potențial catastrofal, precum lichefierea, domină clasificarea finală a riscului cumulat, indiferent de nivelul altor hazarde. Harta de sinteză delimitează clase de risc total, permițând o ierarhizare obiectivă a vulnerabilității teritoriului.

Harta de sinteză evidențiază zonele cu cel mai ridicat grad de risc cumulat ca fiind luncile inundabile, unde hazardului la inundații i se adaugă un potențial ridicat de lichefiere și prezența terenurilor slabe. Aceste zone, localizate preponderent în KILO\_CAROURILE [X05, Y04], [X06, Y04] și [X06, Y05], vor fi declarate în PUG zone cu restricții severe. În contrast,

interfluviile stabile, ferite de inundații și cu risc seismic redus la efecte secundare, vor apărea ca zone cu risc scăzut, confirmându-le statutul de areale preferențiale pentru dezvoltare.

Consecința practică a hărții de sinteză este fundamentarea solidă a zonificării funcționale din PUG. Ea permite administrației și proiectanților să răspundă la întrebări cheie, precum: "Unde este cel mai sigur loc pentru noul spital?" sau "Ce constrângeri suplimentare trebuie considerate pentru extinderea rețelei de apă în KILO\_CAROUL [X07, Y06]?". Harta este un instrument dinamic, care trebuie actualizat periodic. Ca punte de legătură, harta de sinteză transformă analiza tehnică în politică teritorială, asigurând o trasabilitate directă de la identificarea unui risc la măsura de reglementare menită să îl gestioneze.

## 9. VULNERABILITATEA LA POLUARE A RESURSELOR DE APĂ

Acest capitol fundamentează tehnic măsurile de protecție a calității apelor ce vor fi integrate în Regulamentul Local de Urbanism (RLU), pornind de la constatarea factuală că resursele de apă subterană ale orașului Ciacova sunt esențiale pentru sănătatea publică și, în același timp, expuse unui risc complex de contaminare. Problema centrală este gradul de expunere a acviferelor la sursele de poluare de suprafață. Consecința analizei este traducerea acestei vulnerabilități într-un set de reglementări urbanistice preventive, asigurând o dezvoltare care nu compromite pe termen lung cea mai importantă resursă naturală a comunității. Protejarea calității apelor este o condiție non-negociabilă pentru o comunitate sănătoasă și rezilientă.

Metodologia aplicată se bazează pe principiul fundamental **sursă-cale-receptor**, un cadru logic pentru analiza structurată a riscului. Demersul este structurat în patru pași succesivi:

1. Inventarierea și cartografierea surselor potențiale de poluare, localizând pe grila TKHC presiunile antropice;
2. Evaluarea vulnerabilității naturale a acviferului freatic, prin crearea unei hărți de vulnerabilitate bazată pe factori geologici și hidrogeologici;
3. Definirea perimetrelor de protecție sanitară în jurul surselor de apă, conform legislației;
4. Formularea de recomandări specifice pentru RLU.

Acest proces riguros asigură o fundamentare tehnică solidă pentru reglementările propuse.

### 9.1. Surse de poluare

Constatare factuală: Presiunea antropică asupra resurselor de apă subterană din Ciacova este semnificativă și diversificată, fiind dominată de trei categorii principale de surse de poluare: agricolă, menajeră și industrială. Poluarea de origine agricolă, de tip difuz, este cea mai extinsă, dat fiind că 10.222 ha (peste 40% din suprafața UAT) sunt terenuri arabile. Problema derivă din utilizarea intensivă a îngrășămintelor pe bază de azot și a pesticidelor, care, în absența unui management riguros, levigă în pânza freatică, generând riscul creșterii concentrației de nitrați. Consecința este că vulnerabilitatea la acest tip de poluare este accentuată în

KILO\_CAROURILE cu soluri permeabile și nivel freatic ridicat, precum [X06, Y05] și [X07, Y05], unde calea de transport a poluanților este scurtă.

Poluarea de origine menajeră este o problemă critică, în special în satele aparținătoare (Cebza, Macedonia, Obad, Petroman), unde, conform Strategiei de Dezvoltare, sistemele centralizate de canalizare sunt inexistente.

Problema: majoritatea gospodăriilor utilizează latrine uscate sau fose septice neetanșe, permițând infiltrarea directă a apelor uzate neepurate.

Consecința este contaminarea microbiologică și chimică a acviferului superficial, făcând apa din fântânile de mică adâncime improprie consumului.

Implicația pentru PUG este că, deși proiectele de înființare a sistemelor de canalizare sunt planificate, cu un buget total estimat la 14.700.000,00 lei, până la finalizarea lor, riscul impune reglementări stricte pentru sistemele individuale de colectare.

Poluarea de origine industrială este punctuală, dar cu potențial de impact sever. Principala sursă este complexul zootehnic Smithfield România, localizat în KILO\_CAROUL [X08, Y05]. Problema este gestionarea volumelor mari de dejecții. Orice disfuncționalitate operațională poate duce la deversări necontrolate, cu impact asupra calității apelor de suprafață și, prin infiltrare, a celor subterane. Consecința este necesitatea monitorizării stricte și a impunerii unor zone de protecție adecvate în jurul obiectivului.

**Tabelul de mai jos sintetizează principalele surse de poluare și impactul lor potențial, oferind o imagine de ansamblu necesară pentru fundamentarea măsurilor de protecție.**

Sursă de Poluare	Tip (Punctual/Difuz)	Poluanți Specifici	Arie de Impact Potențială (Exemple de KILO_CAROURI)
Agricultură intensivă	Difuz	Nitrați, Pesticide, Fosfați	Întregul extravilan agricol, cu accent pe [X06, Y05], [X07, Y06]

Sursă de Poluare	Tip (Punctual/Difuz)	Poluanți Specifici	Arie de Impact Potențială (Exemple de KILO_CAROURI)
Ape uzate menajere	Punctual/Difuz (în sate)	Materie organică, Nitrați, Fosfați, Bacterii patogene	Zonele de locuit din satele necanalizate (Cebza, Obad, etc.)
Complex zoo-tehnic	Punctual (cu potențial difuz)	Nitrați, Fosfați, Amoniu, Materie organică	Arealul din jurul fermei și aval de aceasta, [X08, Y05]
Depozite de deșeuri	Punctual	Metale grele, Compuși organici, Levigat	Localizat, dar cu potențial de migrare a penei de poluare
Transport rutier/feroviar	Difuz (liniar)	Hidrocarburi, Metale grele, Săruri (iarna)	Culoarele de transport principale (DJ693B, CF)

Alte surse, precum depozitarea neconformă a deșeurilor și scurgerile de pe platformele de transport, completează tabloul riscurilor. Fără măsuri de control, calitatea resurselor de apă riscă să se degradeze ireversibil. Următorul pas este evaluarea vulnerabilității naturale a teritoriului la aceste presiuni.

## 9.2. Harta de vulnerabilitate

Harta de vulnerabilitate la poluare este un instrument esențial care ierarhizează teritoriul în funcție de capacitatea naturală de protecție a acviferului freatic. Problema este că riscul de contaminare variază semnificativ. Consecința este că o hartă de vulnerabilitate permite fundamentarea unor decizii de utilizare a terenului care să minimizeze riscurile. Un grad ridicat de vulnerabilitate înseamnă că poluanții pot ajunge rapid și în concentrații mari în pânza freatică.

Metodologia de realizare se bazează pe o variantă adaptată a modelului DRASTIC, concentrându-se pe cei mai importanți factori pentru care există date fiabile: adâncimea nivelului freatic, litologia zonei nesaturate și permeabilitatea solului. Pentru teritoriul Ciacova, factorii determinanți sunt: 1. Adâncimea redusă a nivelului freatic în zonele de luncă (sub 2,0 m); 2. Prezența depozitelor de suprafață cu permeabilitate ridicată (nisipuri, pietrișuri); 3. Absența sau grosimea redusă a stratelor protectoare de argilă. Pe baza acestor criterii, zonele cu cea

mai mare vulnerabilitate corespund luncilor râului Timiș și ale canalelor principale, în KILO\_CAROURILE [X05, Y04], [X06, Y04] și [X07, Y05], unde nivelul freatic este aproape de suprafață.

În contrast, zonele cu vulnerabilitate mai redusă sunt cele de pe interfluviile acoperite de depozite loessoide argiloase, unde nivelul freatic este mai adânc (peste 4,0 m) și stratul de acoperire are o permeabilitate mai scăzută. Problema este că și aici, structura macroporică a loessului poate crea căi preferențiale de curgere pentru poluanți. Consecința este că nicio zonă nu este complet lipsită de vulnerabilitate. Harta finală clasifică teritoriul în patru clase (redușă, medie, ridicată, foarte ridicată). Implicațiile practice ale hărții pentru PUG sunt multiple: orientarea amplasării viitoarelor activități cu potențial poluator, fundamentarea perimetrelor de protecție sanitară și impunerea unor reguli mai stricte pentru practicile agricole și sistemele de epurare în zonele vulnerabile.

### 9.3. Zone de protecție sanitară

Instituirea zonelor de protecție sanitară în jurul surselor de apă potabilă este o măsură de siguranță fundamentală, impusă de {"Legea Apelor nr. 107/1996"} [paraphrase: Legea Apelor nr. 107/1996, Parlamentul României] și de {"normele de igienă și sănătate publică (HG 930/2005)"} [paraphrase: Hotărârea Guvernului nr. 930/2005, Guvernul României]. Problema este prevenirea contaminării apei la sursă, prin instituirea unor perimetre cu regim de utilizare restrictiv. Consecința este crearea unor bariere administrative care să protejeze calitatea apei livrate populației, în special pentru frontul de captare din KILO\_CAROUL [X09, Y05].

Zonele de protecție sunt structurate pe trei perimetre, conform legii:

- 1. Zona I (regim sever):** Arie restrânsă, împrejmuită, în jurul captării, unde orice activitate, cu excepția întreținerii, este interzisă.
- 2. Zona II (regim de restricții):** Arie mai extinsă, unde sunt interzise activitățile cu risc mare de poluare (depozite de deșeuri, unități industriale).
- 3. Zona III (hidrogeologică):** Cea mai extinsă arie, unde se impun reguli de bună practică agricolă și de management al apelor uzate.

Delimitarea exactă a acestor perimetre necesită un studiu hidrogeologic dedicat. Problema este că, în absența acestuia, PUG-ul trebuie să prevadă măsuri preliminare. Consecința este

că, în această etapă, PUG va delimita perimetre preliminare și va institui obligația operatorului de apă de a contracta studiul hidrogeologic pentru delimitarea definitivă. Regulamentul Local de Urbanism va transpune aceste zone în planșe cu reglementări speciale, detaliind activitățile interzise pentru fiecare perimetru, iar avizarea oricărei construcții în aceste zone va necesita avizul DSP și al autorității de gospodărire a apelor. Pentru satele alimentate din fântâni individuale, până la realizarea sistemelor centralizate, RLU va impune reguli de protecție locală, precum distanța minimă de 10 metri între fântâni și sursele de poluare.

#### 9.4. Recomandări de utilizare a terenului

Pe baza hărții de vulnerabilitate, se formulează recomandări concrete pentru a armoniza dezvoltarea urbană cu protecția resurselor de apă. Problema este orientarea activităților umane către forme durabile. Consecința este un set de propuneri care ghidează dezvoltarea.

Recomandarea principală este ca amplasarea viitoarelor activități cu potențial poluator major (platforme industriale, ferme zootehnice) să se facă exclusiv în zonele cu vulnerabilitate redusă, precum cele de pe interfluviile mai înalte. Chiar și aici, autorizarea va fi condiționată de sisteme avansate de protecție și monitorizare. În zonele cu vulnerabilitate ridicată și foarte ridicată (ex. KILO\_CAROURILE [X05, Y04], [X06, Y05]), se recomandă menținerea funcțiilor cu impact redus (pajiști, culturi ecologice, păduri de protecție), recomandare convergentă cu managementul riscului la inundații.

Pentru practica agricolă, se recomandă adoptarea Codului de bune practici agricole, implicând optimizarea utilizării îngrășămintelor și pesticidelor și amenajarea corespunzătoare a platformelor de gunoi de grajd. Implementarea poate fi stimulată prin programe de sprijin. Protecția resurselor de apă necesită o abordare integrată, combinând măsuri de reglementare urbanistică, controlul activităților economice și investiții în infrastructura de mediu. PUG-ul, prin RLU, este instrumentul principal prin care aceste recomandări pot fi transformate în reguli obligatorii.

## 10. RECOMANDĂRI GENERALE PRIVIND CONSTRUIBILITATEA

Constatarea factuală fundamentală este că acest capitol are rolul de a transpune zonificarea geotehnică într-un set de principii de construire, acționabile și direct aplicabile în contextul Planului Urbanistic General al orașului Ciacova. Problema este că, fără a oferi soluții tehnice detaliate, trebuie stabilite reguli de bună practică, condiționări și restricții care derivă direct din caracteristicile terenului de fundare. Consecința este crearea unei punți logice între analiza tehnică aprofundată și reglementarea urbanistică, aceasta din urmă devenind astfel fundamentată pe date concrete.

Metodologia utilizată este una prescriptivă, având ca scop transformarea fiecărei concluzii a analizelor anterioare într-o recomandare acționabilă. Structura urmărește logica zonificării și abordează succesiv trei paliere:

1. Principiile generale de construire valabile pentru zonele favorabile (Zona A), unde se promovează soluții standard și eficiente;
2. Condiționările specifice pentru zonele care necesită o abordare prudentă (Zona B), detaliind cerințele suplimentare de investigare și proiectare;
3. Restricțiile clare pentru zonele dificile (Zona C), unde siguranța impune limitări severe.

Fiecare recomandare este fundamentată pe corelarea dintre tipul de hazard, caracteristicile terenului și bunele practici inginerești, în deplină conformitate cu normativele tehnice în vigoare, precum NP 074, NP 112 și Legea nr. 10/1995.

### 10.1. Principii de Construire în Zonele Favorabile

Constatarea factuală este că zonele clasificate ca favorabile (Zona A), identificate cu precădere pe interfluvii și terase înalte în KILO\_CAROURILE [X08, Y07] și [X09, Y06], se caracterizează prin absența hazardelor geotehnice majore, un nivel freatic adânc (sub 4,0 m) și pământuri cu o bună capacitate portantă. Problema care se pune este cum se poate valorifica acest potențial constructiv fără a introduce riscuri prin practici necorespunzătoare de proiectare sau execuție. Consecința pentru PUG este că, în aceste zone, se pot promova soluții de fundare

directe și economice, cu condiția respectării unor principii generale de bună practică, transpuse în reglementări clare în Regulamentul Local de Urbanism (RLU).

Principiul de bază în aceste zone este adoptarea soluțiilor de fundare directe, de tipul fundațiilor continue sub pereți sau fundațiilor izolate sub stâlpi. Aceste soluții sunt adecvate pentru clădirile curente, cu regim de înălțime P+1E+M sau P+2E, și pot fi dimensionate conform normativului {"NP 112-2014"} [paraphrase: Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață], pe baza unei presiuni convenționale determinate printr-un studiu geotehnic standard. Problema este că și în aceste zone pot exista neomogenități locale, precum lentile de pământuri slabe sau umpluturi vechi, necontrolate. Consecința este menținerea obligativității realizării unui studiu geotehnic la faza PAC pentru fiecare construcție nouă, conform NP 074-2014, chiar dacă programul de investigare poate fi unul minimal (1-2 foraje geotehnice), pentru confirmarea condițiilor locale și calibrarea presiunii convenționale.

Adâncimea minimă de fundare este un parametru critic chiar și în zonele favorabile. Fapt: zonarea climatică a României indică pentru Ciacova o adâncime de îngheț de 0,80 - 0,90 metri. Problema: nerespectarea acestei adâncimi expune fundațiile la mișcări de umflare-contrație induse de ciclul îngheț-dezghet, care pot genera fisuri în structură. Consecința este că RLU trebuie să specifice clar, pentru întreaga UAT, obligativitatea ca cota de fundare să fie sub adâncimea de îngheț, {"conform STAS 6054"} [paraphrase: STAS 6054-77, "Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului R.S.R."]. Această regulă simplă este una dintre cele mai eficiente măsuri de prevenire a avariilor la construcțiile fundate superficial.

Managementul apelor de suprafață la nivel de parcelă rămâne un principiu esențial. Fapt: chiar și un teren bun își poate degrada proprietățile prin umectare necontrolată. Problema: acumularea apelor meteorice lângă fundații poate duce la reduceri locale ale capacității portante și la apariția de tasări diferențiate. Consecința este că RLU trebuie să includă prevederi privind: 1. colectarea apelor de pe acoperișuri și platforme și dirijarea lor către sistemul de canalizare pluvială; 2. amenajarea de trotuare perimetrare etanșe, cu pante spre exterior de cel puțin 2%, pe o lățime de minim 1,0 metru în jurul clădirilor. Aceste măsuri de bună practică constructivă sunt vitale pentru durabilitatea pe termen lung a oricărei clădiri.

Execuția lucrărilor de terasamente trebuie realizată cu respectarea regulilor tehnice. Fapt: calitatea umpluturilor și stabilitatea săpăturilor sunt esențiale pentru comportarea ulterioară a construcției. Problemă: utilizarea de umpluturi neconforme (pământ vegetal, moloz, deșeuri) sau executarea de săpături nesprijinite în pământuri fără coeziune poate duce la tasări mari sau la accidente de muncă. Consecința este că se recomandă ca RLU să specifice:

1. interdicția fundării pe umpluturi necontrolate;
2. obligativitatea realizării umpluturilor în straturi succesive, compactate controlat, conform normativelor în vigoare;
3. necesitatea asigurării stabilității săpăturilor, prin taluzare sau sprijiniri, {"conform NP 120-2014"} [paraphrase: Normativ privind cerințele de proiectare și execuție a excavațiilor adânci în zone urbane].

În sinteză, principiile de construire în zonele favorabile se concentrează pe aplicarea corectă a regulilor standard de proiectare și execuție, fără a necesita, în general, soluții costisitoare sau neconvenționale. Obligativitatea studiului geotehnic de detaliu, respectarea adâncimii de îngheț, managementul apelor la nivel de parcelă și execuția corectă a terasamentelor sunt pilonii care asigură dezvoltarea sigură în aceste perimetre. Această abordare permite valorificarea eficientă a potențialului constructiv, ghidând investițiile către zonele unde impactul economic al condițiilor geotehnice este minim. Aceste principii de bază rămân valabile și în zonele condiționate, dar acolo ele devin insuficiente și trebuie completate cu măsuri specifice.

## 10.2. Condiționări Tehnice în Zonele Condiționate

Constatare factuală: Zonele cu condiții de fundare condiționate (Zona B), extinse pe arealele acoperite de depozite loessoide sensibile la umezire și argile active, prezintă riscuri geotehnice de nivel mediu. Problema fundamentală în aceste zone, cum ar fi în KIL0\_CAROUL [X07, Y06], este interacțiunea dintre pământ și apă, care poate declanșa variații de volum (tasări la umectare, umflări-contrații) ce afectează stabilitatea construcțiilor. Consecința directă pentru PUG și RLU este necesitatea impunerii unui set de condiționări tehnice stricte, care să transforme riscul într-un factor gestionabil prin proiectare și execuție.

Prima și cea mai importantă condiționare este amploarea investigației geotehnice. Fapt: riscurile din aceste zone nu pot fi evaluate printr-un program minimal. Problema: o caracterizare geotehnică insuficientă poate duce la adoptarea unor soluții de fundare inadecvate, cu consecințe grave. Consecința este că RLU trebuie să stipuleze clar că, pentru orice construcție din Zona B, studiul geotehnic trebuie să includă, în mod obligatoriu, investigații specifice:

1. pentru pământurile loessoide: încercări de compresibilitate în stare naturală și în stare umectată, pentru determinarea tasării specifice la umectare (im), {"conform NP 125-2010"} [paraphrase: Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire];
2. pentru argilele active: determinarea limitelor de plasticitate și a umflării libere (UL), {"conform NP 126-2010"} [paraphrase: Normativ privind proiectarea geotehnică a construcțiilor fundate pe pământuri cu umflături și contracții mari].

Aceste date suplimentare sunt indispensabile pentru o proiectare corectă.

Principiile de proiectare a fundațiilor în aceste zone trebuie să fie adaptate riscului specific. Problema: soluțiile de fundare standard, aplicabile în zonele favorabile, pot fi inadecvate aici. Consecința este că proiectarea trebuie să urmeze una din următoarele trei strategii:

1. **Evitarea riscului:** fundații care transmit încărcările sub stratul problematic, de exemplu prin piloți scurți sau coloane de balast;
2. **Controlul riscului:** măsuri de îmbunătățire a terenului de sub fundație (ex: perne de pământ compactat) sau rigidizarea infrastructurii (ex: fundații de tip radier general);
3. **Adaptarea la risc:** măsuri constructive care să prevină accesul apei la terenul de fundare (hidroizolații performante, drenuri, trotuare perimetrare etanșe).

Alegerea strategiei optime trebuie fundamentată pe o analiză tehnică și economică detaliată, prezentată în proiectul tehnic.

Managementul apelor la nivel de parcelă devine o condiție critică, nu doar o recomandare. Fapt: apa este agentul declanșator al hazardelor în aceste zone. Problema: orice sursă de

umectare necontrolată a terenului de fundare poate duce la activarea tasărilor sau umflărilor. Consecința este că RLU trebuie să impună, cu caracter obligatoriu:

1. Interdicția utilizării sistemelor de irigații în proximitatea clădirilor;
2. Verificarea periodică a etanșeității rețelelor de apă și canalizare;
3. Evacuarea tuturor apelor pluviale de pe acoperișuri și platforme la o distanță de siguranță față de construcție, de preferat direct în sistemul public.

Nerespectarea acestor reguli de gestionare a apei anulează în mare parte eficacitatea oricărei soluții de fundare.

Lucrările de terasament necesită o atenție sporită. Problema: execuția necorespunzătoare a umpluturilor sau a săpăturilor poate agrava problemele existente. Consecința este că se recomandă:

1. Pentru umpluturi, utilizarea exclusivă a unor materiale controlate, necontractile, puse în operă și compactate conform unor proceduri stricte;
2. Pentru săpături, protejarea imediată a fundului săpăturii împotriva intemperiilor (ploaie, soare) pentru a preveni variațiile de umiditate și, implicit, de volum ale terenului.

De asemenea, trebuie luate măsuri pentru a preveni acumularea apei în săpăturile deschise.

O condiționare suplimentară vizează interacțiunea dintre vegetație și fundații. Fapt: arborii de talie mare pot extrage cantități mari de apă din sol, generând contracții și tasări diferențiate. Problema este deosebit de acută în cazul argilelor active și în perioadele secetoase. Consecința este că RLU ar trebui să reglementeze plantarea arborilor în proximitatea clădirilor, impunând o distanță minimă de siguranță, de regulă egală cu 1,0 - 1,5 ori înălțimea estimată a arborelui la maturitate. Această măsură, deși poate părea restrictivă, este o practică curentă și esențială pentru protejarea pe termen lung a fondului construit.

În sinteză, construirea în zonele condiționate este fezabilă, dar implică un grad mai mare de responsabilitate tehnică și costuri de fundare superioare. Dacă în aceste zone riscurile pot fi

gestionate prin măsuri tehnice, în zonele cu restricții se pune problema dacă dezvoltarea mai este oportună sau sigură, indiferent de soluțiile tehnice adoptate.

### 10.3. Restricții și Recomandări pentru Zonele Dificile

Constatare factuală: Zonele cu condiții de fundare dificile (Zona C), care includ arealele cu risc ridicat de lichefiere și cele cu depozite mârloase compresibile, reprezintă perimetrele cu cel mai mare grad de risc geotehnic din UAT Ciacova. Problema: construirea în aceste zone, fără măsuri excepționale, expune viețile umane și investițiile la riscuri inacceptabile. Consecința este că principala recomandare pentru aceste zone este evitarea, iar PUG-ul trebuie să instituie restricții severe de construire.

Pentru zonele cu potențial ridicat de lichefiere, identificate în luncile inundabile în KILO\_CAROURILE [X05, Y04] și [X06, Y04], restricția trebuie să fie clară și fermă. Fapt: un cutremur major poate duce la cedarea catastrofală a fundațiilor în aceste zone. Problema: siguranța publică este non-negociabilă. Consecința: RLU trebuie să interzică amplasarea construcțiilor de importanță vitală (spitale, școli, stații de pompieri, sedii administrative), a locuințelor colective și a altor funcțiuni care presupun aglomerări de persoane. Pentru alte categorii de construcții (locuințe individuale, anexe, construcții ușoare), autorizarea va fi condiționată de elaborarea unor studii geotehnice extrem de complexe și, cel mai probabil, de implementarea unor soluții de îmbunătățire a terenului (compactare dinamică, coloane de balast) al căror cost ridicat le face, în general, nefezabile.

În arealele cu depozite organice sau mârloase, restricția este similară. Fapt: aceste pământuri au o capacitate portantă aproape nulă și un potențial de tasare pe termen lung enorm. Problema: fundarea directă este imposibilă. Consecința: RLU ar trebui să clasifice aceste zone ca neconstruibile. Singura soluție tehnică viabilă ar fi traversarea completă a stratului slab cu piloți până la un strat portant competent, o soluție rezervată, de regulă, pentru lucrări de infrastructură majoră (poduri, viaducte), dar complet neeconomică pentru construcții civile curente. Recomandarea este ca aceste zone să fie alocate unor funcțiuni compatibile, precum amenajări peisagistice, zone umede pentru biodiversitate sau bazine de retenție pentru managementul apelor pluviale.

Lucrările de terasament în proximitatea acestor zone dificile trebuie, de asemenea, controlate. Fapt: supraîncărcarea terenului adiacent unei zone cu pământuri slabe prin depozitarea de umpluturi masive poate induce tasări și poate afecta stabilitatea generală. Problema: impactul se poate propaga pe distanțe considerabile. Consecința: RLU trebuie să instituie o zonă tampon în jurul perimetrelor cu condiții dificile, în care orice lucrare de terasament de anvergură să fie condiționată de un studiu geotehnic care să analizeze impactul asupra zonei adiacente.

Managementul apelor în aceste zone este critic. Problema: orice modificare a regimului hidrogeologic poate agrava hazardele existente. În zonele lichifiabile, o ridicare a nivelului freatic crește și mai mult riscul. În zonele cu pământuri compresibile, o coborâre a nivelului freatic poate induce tasări regionale. Consecința: Orice proiect de infrastructură majoră (canale, baraje, sisteme de irigații) care poate modifica regimul apelor în aceste zone trebuie să fie însoțit de un studiu hidrogeologic complex care să evalueze impactul pe termen lung și să propună măsuri de monitorizare și control. Aceste prevederi trebuie incluse în RLU ca o condiționare pentru avizarea unor astfel de proiecte.

În concluzie, abordarea pentru zonele dificile trebuie să fie una preponderent restrictivă, prioritizând siguranța publică în detrimentul intereselor imobiliare punctuale. Aceste areale reprezintă "cicatricile" geologice ale teritoriului și trebuie tratate cu respect și prudență. PUG-ul are rolul de a formaliza această prudență, transformând-o în reguli clare și obligatorii. Acest capitol încheie seria de recomandări generale, urmând ca următorul capitol să detalieze soluții tehnice specifice pentru diferitele tipuri de fundații, aplicabile în funcție de zonificarea stabilită.

Zonă Geotehnică	Principii Generale de Construire	Condiționări Specifice în Studii și Proiectare	Restricții de Construire Propuse în RLU
<b>Zona A (Favorabilă)</b>	Fundații directe standard (continue, izolate).	Studiu geotehnic PAC standard; Respectare adâncime de îngheț (0,90 m).	Fără restricții majore, cu respectarea bunelor practici generale.

Zonă Geotehnică	Principii Generale de Construire	Condiționări Specifice în Studii și Proiectare	Restricții de Construire Propuse în RLU
<b>Zona B (Condiționată)</b>	Abordare prudentă, management riguros al apelor.	Studiu geotehnic avansat (cu încercări specifice: im, UL); Măsuri de protecție la umiditate; Fundații adaptate riscului.	Se pot impune limitări de regim de înălțime; Restricții privind plantarea arborilor de talie mare.
<b>Zona C (Dificilă)</b>	Evitarea, pe cât posibil, a oricărei forme de construire.	Expertiză tehnică geotehnică, verificată de expert atestat Af, obligatorie pentru orice intervenție minoră.	Interdicție de construire pentru locuințe și funcțiuni publice în zonele cu risc ridicat de lichefiere; Clasificare ca zone neconstruibile pentru ariile cu mâluri.

Tabela 1 - Reglementări și condiționări de construire în funcție de zonarea geotehnică. Sursă: Proiectant

## 11. RECOMANDĂRI SPECIFICE DE FUNDARE PE ZONE

Acest capitol traduce zonificarea geotehnică a teritoriului administrativ al orașului Ciacova într-un set de recomandări și soluții tehnice concrete, adaptate fiecărei categorii de teren. Scopul este de a oferi proiectanților, dezvoltatorilor și autorității locale un ghid tehnic preliminar pentru evaluarea complexității și costurilor infrastructurii în funcție de amplasament. Recomandările prezentate sunt structurate conform logicii zonificării (Zonele A, B, și C), abordând progresiv soluțiile de la cele standard la cele speciale. Fiecare propunere este fundamentată pe prevederile normativelor tehnice românești (NP 112-2014, NP 123-2010, NP 125-2010, NP 126-2010) și europene (Eurocod 7), asigurând o bază tehnică solidă, dar fără a substitui obligația legală a realizării unui studiu geotehnic detaliat pentru fiecare proiect în parte.

### 11.1. Soluții de Fundare în Zonele Favorabile (Fundații Directe)

Zonele favorabile (Zona A), identificate cu precădere pe interfluvii și terase înalte în KILO\_CAROURILE [X08, Y07] și [X09, Y06], permit, pentru majoritatea construcțiilor curente (P+2E), utilizarea fundațiilor directe, care sunt soluții simple și economice. În aceste perimetre, caracterizate prin absența hazardelor geotehnice majore și un nivel freatic adânc, se pot aplica soluții de fundare de suprafață, cu condiția respectării principiilor de bună practică și a confirmării condițiilor locale printr-un studiu geotehnic standard la faza de Proiect pentru Autorizarea Construirii (PAC).

Pentru clădirile cu structură din zidărie portantă, soluția standard o reprezintă fundațiile continue sub pereți, realizate din beton simplu sau beton armat. În cazul structurilor în cadre, se recomandă fundațiile izolate, de tip bloc și cuzinet sau talpă de beton armat. Dimensionarea acestora se va realiza conform normativului {"NP 112-2014"} [paraphrase: Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice, "Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață", Indicativ NP 112-2014], verificând atât starea limită ultimă (capacitate portantă, alunecare), cât și starea limită de serviciu (tasări). Este esențial ca studiul geotehnic la faza PAC să furnizeze un modul de deformație edometric (M) relevant pentru estimarea corectă a tasărilor.

Adâncimea minimă de fundare este un parametru critic, condiționat de trei factori principali:

1. **Adâncimea de îngheț:** Pentru zona Ciacova, aceasta impune o cotă minimă de -0,90 m față de cota terenului amenajat, conform {"STAS 6054-77"} [direct quotation: STAS 6054-77, "Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului R.S.R."].
2. **Prezența stratului bun de fundare:** Talpa fundației trebuie să fie așezată integral pe un strat competent, depășind complet solul vegetal.
3. **Condițiile de stabilitate:** Asigurarea stabilității generale și locale.

Nerespectarea adâncimii de îngheț este una dintre cele mai frecvente cauze ale avariilor la construcțiile ușoare, ducând la mișcări ale fundației.

Pentru construcții cu încărcări mai mari sau cu o structură sensibilă la tasări diferențiate, fundația de tip radier general poate fi o soluție optimă. Deși mai costisitoare, aceasta distribuie încărcările pe o suprafață mare, reduce presiunea pe teren și crește rigiditatea infrastructurii. Dimensionarea radiatorului necesită o analiză a interacțiunii structură-fundație-teren, pe baza unor parametri geotehnici determinați cu acuratețe.

Managementul apelor la nivel de parcelă este un principiu de bună practică obligatoriu, chiar și în zonele favorabile. Acumularea apei lângă fundații poate degrada caracteristicile terenului prin saturare. Se impun următoarele măsuri:

- a) Colectarea apelor pluviale de pe acoperișuri și platforme și evacuarea lor la distanță sigură.
- b) Amenajarea de trotuare perimetrare etanșe, cu o pantă minimă de 2% spre exterior.
- c) Evitarea plantării arborilor de talie mare în imediata apropiere a fundațiilor.

Execuția corectă a lucrărilor de fundare și terasamente este esențială. Aceasta implică realizarea săpăturilor conform proiectului, protejarea fundului săpăturii, turnarea betonului în timp util și utilizarea de materiale de umplură corespunzătoare, compactate controlat. Interdicția fundării pe umpluturi necontrolate trebuie specificată clar în RLU.

Tip Fundație	Criterii de Alegere în Zona A	Avantaje Principale	Dezavantaje / Condiționări
Continuă	Structuri cu pereți portanți (zidărie, beton); Încărcări moderate.	Economică, execuție simplă, rigiditate longitudinală bună.	Sensibilitate la tasări diferențiate punctuale.

Tip Fundație	Criterii de Alegere în Zona A	Avantaje Principale	Dezavantaje / Condiționări
<b>Izolată</b>	Structuri în cadre (stâlpi); Deschideri mari.	Economică pentru cadre, flexibilitate în amplasare.	Necesită grinzi de echilibrare sau de fundare.
<b>Radier General</b>	Clădiri cu subsol; Încărcări mari; Terenuri cu ușoare neo- mogenități.	Distribuție excelentă a presiunii, rigiditate spo- rită.	Cost mai ridicat, vo- lum mare de materi- ale.

Tabela 2 - Tipuri de fundații recomandate pentru Zona A – criterii de alegere și caracteristici tehnice. Sursă: Proiectant

## 11.2. Măsurile de Îmbunătățire a Terenului în Zonele Condiționate

În zonele condiționate (Zona B), caracterizate de prezența pământurilor sensibile la umezire (loessoide) și a argilelor active, fundarea directă fără măsuri preventive este riscantă. În aceste areale, este frecvent necesară aplicarea unor măsuri de îmbunătățire a terenului de fundare, soluții ingineresti care modifică proprietățile pământului pentru a-l face apt pentru construcție.

**Pernele de pământ compactat** reprezintă cea mai comună metodă. Tehnica presupune înlocuirea parțială a stratului slab (pe o adâncime de 0,5 - 1,5 metri) cu un strat de material granular (balast, piatră spartă), compactat energetic. Perna acționează ca un strat de distribuție a presiunilor și ca o barieră anticapilară. Proiectarea și execuția trebuie să respecte normativile, asigurând un grad de compactare de minim 95-98% Proctor Modificat.

**Coloanele de balast sau piatră spartă** sunt soluții de îmbunătățire în adâncime, adecvate pentru terenuri slabe și compresibile. Realizate prin vibropresare, aceste coloane verticale (cu diametre de 0,6 - 1,0 m) transferă încărcările la strate mai rezistente și densifică terenul înconjurător. Alegerea acestei soluții impune o analiză detaliată a interacțiunii coloană-teren și a tasărilor de grup.

**Compactarea dinamică** este o metodă eficientă pentru pământurile loessoide. Tehnica constă în căderea repetată a unei greutăți mari pentru a distruge structura macroporică și a densifica terenul. Metoda este eficientă, dar generează vibrații și zgomot, fiind mai puțin potrivită pentru zonele urbane dense.

Alegerea metodei optime depinde de un set complex de factori: tipul și grosimea stratului slab, tipul construcției, constrângerile de amplasament și fezabilitatea economică. Un studiu geotehnic detaliat, conform {"NP 125-2010"} [paraphrase: Ministerul Dezvoltării Regionale și Turismului, "Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire"] și {"NP 126-2010"} [paraphrase: Ministerul Dezvoltării Regionale și Turismului, "Normativ privind proiectarea geotehnică a construcțiilor fundate pe pământuri cu umflături și contracții mari"], este obligatoriu pentru a fundamenta această decizie. Indiferent de soluția aleasă, măsurile de control al apelor la nivel de parcelă rămân complementare și obligatorii.

Metodă de Îmbunătățire	Principiu de Funcționare	Aplicabilitate Principală	Avantaje / Dezavantaje
<b>Perne de pământ compactat</b>	Înlocuirea stratului slab cu material granular de calitate.	Pământuri sensibile la umectare, argile active (tratament de suprafață).	Avantaje: cost redus, tehnică simplă. Dezavantaje: adâncime de tratare limitată.
<b>Coloane de balast/piatră</b>	Crearea de incluziuni granulare rigide care preiau încărcări.	Argile moi, nisipuri afânate, mълuri (tratament în adâncime).	Avantaje: eficiență ridicată, reducerea tasărilor. Dezavantaje: cost mediu, necesită echipament specializat.
<b>Compactare dinamică</b>	Densificarea terenului prin impact de mare energie.	Pământuri loessoide sensibile la umezire, umpluturi necontrolate.	Avantaje: randament mare, eficiență. Dezavantaje: generează vibrații și zgomot, neadecvată în zone dense.

Tabela 3- Metode de îmbunătățire a terenului de fundare – principii, aplicabilitate și implicații tehnice. Sursă: Proiectant

### 11.3. Soluții de Fundare Speciale în Zonele Dificile

În Zonele cu condiții de fundare dificile (Zona C), caracterizate prin riscuri severe precum potențialul ridicat de lichefiere, soluțiile directe sau de îmbunătățire a terenului sunt adesea ineficace. Siguranța construcțiilor poate fi asigurată doar prin fundații indirecte, care transmit încărcările la un strat portant competent, situat la adâncime, ocolind stratul problematic.

**Fundațiile pe piloți** reprezintă soluția de referință. Piloții sunt elemente structurale zvelte introduse în pământ până la atingerea stratului portant, transmitând încărcările prin

rezistența pe vârf și pe suprafața laterală. Proiectarea acestora în contextul din Ciacova se va face conform {"NP 123-2010"} [paraphrase: Ministerul Dezvoltării Regionale și Turismului, "Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți", Indicativ NP 123-2010] și Eurocod 7. În zonele cu risc de lichefiere, precum HECTA\_CAROUL [X05, Y04] · (ΔX=700 m, ΔY=300 m), piloții trebuie să traverseze integral stratul lichefiabil și să se încastreze în stratul portant subiacent. Proiectarea seismică este complexă, deoarece stratul lichefiat nu mai oferă reazem lateral, necesitând o analiză dinamică avansată.

Pentru clădiri cu încărcări excepționale, alternative la piloți sunt **fundațiile pe barete** (piloți forati de secțiune dreptunghiulară) sau **pereți mulați**. Acestea au capacități portante foarte mari, dar sunt tehnologii specializate și costisitoare.

O altă soluție specială este **radierul general compensat**. Principiul constă în excavarea unui volum de pământ a cărui greutate este aproximativ egală cu greutatea totală a clădirii, reducând astfel presiunea netă aplicată terenului aproape de zero. Soluția este fezabilă pentru clădirile cu subsoluri adânci (2-3 niveluri).

Soluțiile de fundare speciale sunt fezabile tehnic, dar implică costuri și riscuri de execuție semnificativ mai mari, ceea ce întărește recomandarea principală de a evita, pe cât posibil, construirea în aceste zone dificile.

Zonă Geotehnică	Tip Construcție	Soluție de Fundare Recomandată	Observații / Condiționări
<b>Zona A</b>	Locuințe P+1E	Fundații continue/izolate din beton simplu/armat	Studiu geotehnic PAC standard obligatoriu.
<b>Zona B</b>	Locuințe P+2E	Fundații continue/radier cu măsuri de protecție la apă; Eventual pernă de pământ compactat.	Studiu geotehnic avansat (im, UL) obligatoriu; Management riguros al apelor.
<b>Zona C</b>	Orice construcție	Fundații pe piloți care traversează stratul slab/lichefiabil.	Expertiză tehnică geotehnică obligatorie; Analize speciale de risc. Costuri foarte mari.

Tabela 4 - Recomandări de fundare în funcție de zonarea geotehnică și tipul de construcție. Sursă: Proiectant

**12. IMPLICAȚII ÎN RLU: PROPUNERI DE REGLEMENTĂRI TEHNICE**

Acest capitol traduce concluziile tehnice ale studiului geotehnic într-un set de propuneri concrete de articole pentru Regulamentul Local de Urbanism (RLU), transformând astfel analiza într-un instrument de reglementare direct aplicabil. Constatarea factuală este că analiza a evidențiat o serie de constrângeri și riscuri, de la prezența pământurilor sensibile la umezire la riscul de lichefiere. Problema este că, fără transpunerea în reglementări urbanistice, studiul geotehnic rămâne un document consultativ, fără aplicabilitate în procesul de autorizare. Consecința este că acest capitol oferă un set de articole care fundamentează tehnic și juridic deciziile de planificare, asigurând corelarea dezvoltării urbane cu realitatea fizică a terenului.

Metodologia de transpunere normativă se bazează pe principiul clarității și aplicabilității. Procesul urmărește patru obiective:

1. Corelarea directă a fiecărei propuneri cu o concluzie sau hartă de sinteză din capitolele anterioare, asigurând trasabilitatea deciziei;
2. Formularea propunerilor într-un limbaj juridic-urbanistic, compatibil cu structura unui RLU, conform {"Legii nr. 350/2001"} [paraphrase: Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul, Parlamentul României, 2001];
3. Structurarea propunerilor pe tematici clare (zonificare, obligativitatea studiilor, restricții, condiții generale);
4. Propunerea unor praguri și criterii verificabile, pentru a elimina ambiguitatea în aplicare.

**12.1. Articole RLU pentru Zonificarea Geotehnică**

Harta de zonificare geotehnică a împărțit teritoriul UAT Ciacova în trei zone de constructibilitate: Zona A (favorabilă), Zona B (condiționată) și Zona C (cu restricții). Problema pe care o adresează această secțiune este necesitatea unor reguli de construire diferențiate, care să facă zonificarea opozabilă juridic. Consecința este propunerea unei secțiuni dedicate în RLU, care să definească regimul tehnic pentru fiecare zonă.

**Articolul [X] – Regimul tehnic pentru Zona A (favorabilă)**

- (1) În perimetrul Zonei A, delimitată în planșa de reglementări, se permit construcții cu diverse funcțiuni, cu respectarea normativelor tehnice în vigoare.
- (2) Proiectarea fundațiilor se va baza pe un studiu geotehnic elaborat conform normativului {"NP 074"} [paraphrase: Ordinul MDRAP nr. 1339/2015, "Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții"], categoria de risc geotehnic fiind stabilită de proiectant.
- (3) Adâncimea minimă de fundare va respecta adâncimea de îngheț de 0,90 metri sub cota terenului amenajat.
- (4) La nivel de parcelă, se vor prevedea măsuri de colectare și evacuare a apelor meteorice pentru a preveni umectarea necontrolată a terenului.

#### **Articolul [Y] – Regimul tehnic pentru Zona B (condiționată)**

- (1) În perimetrul Zonei B, autorizarea construcțiilor este condiționată de elaborarea unui studiu geotehnic care să analizeze riscurile de tasare la umectare sau de umflare-contrație.
- (2) Documentația tehnică pentru autorizația de construire (DTAC) va include un capitol dedicat măsurilor de protecție, incluzând trotuare perimetrare etanșe, sisteme de drenaj și restricții privind plantațiile de arbori.
- (3) Se vor utiliza soluții de fundare care să minimizeze impactul variațiilor de umiditate (radier general, piloți scurți, îmbunătățirea terenului), soluția fiind justificată prin calcul.

#### **Articolul [Z] – Regimul tehnic pentru Zona C (cu restricții)**

- (1) În perimetrul Zonei C, se interzice executarea de construcții noi cu funcțiune de locuire sau care adăpostesc aglomerări de persoane.
- (2) Prin excepție, se pot autoriza construcții de importanță redusă sau lucrări de infrastructură, cu condiția elaborării unei expertize tehnice geotehnice care să demonstreze fezabilitatea și siguranța soluției.
- (3) Orice documentație pentru lucrări în Zona C va fi avizată obligatoriu de un expert tehnic atestat pentru cerința Af (rezistența și stabilitatea terenului de fundare).

## 12.2. Reguli privind Obligativitatea Studiilor Geotehnice

Calitatea și siguranța construcțiilor depind de corectitudinea datelor geotehnice, o cerință explicită a {"Legii 10/1995"} [paraphrase: Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, Parlamentul României].

Problema este riscul autorizării unor proiecte bazate pe date sumare.

Consecința este introducerea în RLU a unui capitol care reglementează obligativitatea și conținutul studiilor geotehnice.

### Articolul [A] – Obligativitatea studiului geotehnic

(1) Orice lucrare de construcție nouă, extindere sau modificare a unei construcții existente care îi poate afecta structura sau condițiile de fundare se autorizează numai pe baza unui studiu geotehnic elaborat și verificat.

(2) Studiul geotehnic face parte integrantă din DTAC, conform {"Legii 50/1991"} [paraphrase: Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, republicată, Parlamentul României].

### Articolul [B] – Conținutul minim al studiului geotehnic pe zone

(1) Pentru Zona A, studiul geotehnic va respecta conținutul minim prevăzut de normativul NP 074.

(2) Pentru Zona B, studiul va conține obligatoriu analize specifice pentru determinarea potențialului de tasare la umectare sau de umflare-contrație.

(3) Pentru orice intervenție în Zona C, studiul geotehnic este înlocuit de o expertiză tehnică ce va analiza hazardele specifice (lichefiere, compresibilitate) și va valida fezabilitatea măsurilor de siguranță.

### Articolul [C] – Utilizarea studiului geotehnic pentru PUG

(1) Prezentul studiu geotehnic are caracter strategic și fundamentează reglementările de urbanism.

(2) Acesta nu poate fi utilizat pentru proiectarea individuală a construcțiilor, dar servește ca referință pentru stabilirea, prin certificatul de urbanism, a programului de investigații geotehnice necesar la faza PAC.

### 12.3. Propuneri de Restricții de Construire

Anumite areale din UAT Ciacova, în special cele din Zona C, prezintă riscuri naturale majore care impun restricții de construire clare și legal fundamentate pentru a proteja siguranța publică. Problema este conflictul dintre interesul economic pe termen scurt și siguranța pe termen lung. Consecința este că RLU trebuie să instituie restricții ferme.

#### Articolul [L] – Regimul tehnic în zone cu risc de lichefiere

(1) În perimetrele delimitate ca având potențial de lichefiere ridicat, identificate în KILO\_CAROURILE [X05, Yo4] și [X06, Yo4], se interzice autorizarea construcțiilor din următoarele categorii: a) clădiri de locuit (individuale sau colective); b) instituții și servicii publice; c) unități de producție sau depozitare.

(2) Prin excepție, se pot autoriza lucrări de infrastructură liniară sau construcții ușoare cu caracter provizoriu, condiționat de fundamentarea soluției printr-o expertiză geotehnică specializată.

#### Articolul [M] – Regimul tehnic în zone cu pământuri foarte compresibile

(1) În perimetrele cu depozite cu compresibilitate foarte mare (mâluri), se interzice, de regulă, executarea de construcții care necesită fundații.

(2) Se pot aproba, prin Plan Urbanistic Zonal, funcțiuni compatibile, precum amenajări peisagistice sau bazine de retenție a apei, cu condiția ca soluțiile tehnice să nu implice încărcări semnificative asupra terenului.

#### Articolul [P] – Construcții în zone cu risc de eroziune a malurilor

(1) În zonele de protecție a malurilor cursurilor de apă, delimitate legal, se interzice executarea de construcții cu caracter definitiv.

(2) Orice lucrare de amenajare sau consolidare a malurilor se poate executa numai pe baza unui proiect tehnic avizat de autoritatea de gospodărire a apelor și de un expert tehnic atestat Af.

### 12.4. Condiții Tehnice Generale pentru Autorizare

Este necesar un set de condiții tehnice generale, valabile pe întreg teritoriul UAT, pentru a asigura un standard minim de calitate geotehnică. Problema este că multe avarii provin din

nerespectarea unor reguli de bună practică. Consecința este introducerea în RLU a unei secțiuni de "Condiții Tehnice Generale" pentru a face aceste reguli explicite.

### **Articolul [G1] – Adâncimea minimă de fundare**

- (1) Pentru toate construcțiile noi, cota tălpii fundației va fi situată sub adâncimea de îngheț, stabilită la 0,90 metri sub cota terenului amenajat final.
- (2) Se interzice fundarea direct pe sol vegetal, pe umpluturi necontrolate sau pe pământuri cu conținut ridicat de materie organică.

### **Articolul [G2] – Protecția terenului de fundare la acțiunea apei**

- (1) Toate construcțiile vor fi prevăzute cu sisteme de colectare și evacuare a apelor meteorice de pe acoperiș și platforme, dirijate către sistemul de canalizare sau la o distanță sigură.
- (2) Se recomandă realizarea de trotuare perimetrare etanșe în jurul clădirilor, cu o pantă spre exterior de cel puțin 2%.
- (3) Se interzice umectarea necontrolată a terenului din proximitatea fundațiilor prin irigații sau pierderi din rețele.

### **Articolul [G3] – Lucrări de terasamente**

- (1) Umpluturile pe care se fundează construcții sau care susțin platforme se vor realiza în straturi succesive, compactate controlat, din materiale corespunzătoare, conform unui proiect tehnic.
- (2) Săpăturile deschise se vor asigura împotriva prăbușirii prin taluzare sau prin sisteme de sprijinire, dimensionate conform normativelor în vigoare, precum {"NP 120-2014"} [paraphrase: Normativ privind cerințele de proiectare și execuție a excavațiilor adânci în zone urbane]. Se interzice lăsarea deschisă a săpăturilor pe o perioadă îndelungată, fără protecție.

Aceste articole vor constitui secțiunea tehnică a RLU, transformând recomandările din studiu în obligații legale pentru dezvoltatorii din Ciacova.

### 13. CONCLUZII, SINTEZĂ ȘI MĂSURI PRIORITARE

Acest capitol consolidează rezultatele analizei geotehnice, transpunând datele tehnice într-un set de verdicte și măsuri acționabile pentru Planul Urbanistic General (PUG). Constatarea fundamentală a studiului este că dezvoltarea durabilă a orașului Ciacova depinde direct de alinierea reglementărilor urbanistice la constrângerile fizice ale teritoriului. Funcția acestui capitol este de a asigura această aliniere, oferind o sinteză clară a riscurilor, o ierarhizare a măsurilor necesare și un cadru de monitorizare, pentru a ghida tranziția de la analiză la implementare.

#### 13.1. Sinteza Studiului și Concluzii Principale

Analiza teritoriului UAT Ciacova a evidențiat șase concluzii principale, care fundamentează tehnic și juridic reglementările urbanistice propuse. Acestea stabilesc o ierarhie clară a riscurilor și oportunităților, definind un cadru predictibil pentru dezvoltarea viitoare.

- 1. Zonificarea geotehnică este obligatorie.** Constatare factuală: Teritoriul este dominat de depozite loessoide sensibile la umezire pe interfluvii și depozite aluvionare cu risc de lichefiere în lunci. Problemă: Dezvoltarea uniformă este nerealistă și periculoasă. Consecință: PUG-ul va adopta zonificarea geotehnică în trei clase (A-favorabilă, B-condiționată, C-cu restricții) ca instrument fundamental de reglementare, direcționând dezvoltarea către zonele sigure și impunând condiții stricte în celelalte.
- 2. Apele subterane reprezintă o constrângere majoră.** Constatare factuală: Nivelul freatic se găsește la adâncimi reduse (sub 4,0 m) și prezintă un potențial de agresivitate chimică. Problemă: Interacțiunea apei cu fundațiile generează riscuri (subpresiune, coroziune) și costuri suplimentare. Consecință: RLU va include articole specifice care condiționează fundarea sub nivelul freatic de utilizarea unor betoane speciale (ex: cimenturi sulfato rezistente) și sisteme de protecție, descurajând realizarea subsolurilor în zonele critice, precum KILO\_CAROUL [X06, Y04].
- 3. Zonele de vulnerabilitate maximă necesită interdicție.** Constatare factuală: Luncele inundabile, în special în KILO\_CAROURILE [X05, Y04] și [X06, Y04], cumulează riscuri critice: inundații, lichefiere seismică ( $ag=0,20g$ ) și terenuri slabe. Problemă: Siguranța publică este non-negociabilă. Consecință: PUG-ul va clasifica aceste perimetre ca având interdicție de construire pentru funcțiuni de locuire și socio-economice, orice altă abordare fiind o asumare iresponsabilă a riscului.
- 4. Fondul construit existent este vulnerabil.** Constatare factuală: O mare parte a clădirilor vechi, în special cele din pământ, au fundații precare. Problemă: Aceste structuri

sunt extrem de vulnerabile la hazardele geotehnice identificate (tasări, umflări, seism). Consecință: Se recomandă inițierea unui program local de expertizare tehnică a clădirilor din zonele cu risc geotehnic ridicat, corelând harta de hazard cu inventarul fondului construit.

5. **Calitatea investigației geotehnice trebuie normată.** Constatare factuală: Eficacitatea reglementărilor depinde de calitatea studiilor geotehnice la nivel de parcelă. Problemă: Investigațiile sumare pot conduce la soluții de fundare inadecvate. Consecință: RLU va include un capitol dedicat care stabilește conținutul minim obligatoriu al studiilor geotehnice, diferențiat pe zone.

Zonă Geotehnică	Cerințe Minime Studiu Geotehnic la faza PAC
<b>Zona A (Favorabilă)</b>	Program de investigații standard conform NP 074, cu minim un foraj și analize de laborator de bază.
<b>Zona B (Condiționată)</b>	Program extins: minim două foraje, analize specifice obligatorii (tasare la umectare/umflare liberă).
<b>Zona C (Cu Restricții)</b>	Expertiză tehnică geotehnică, incluzând investigații in-situ avansate (SPT/CPT) și analize de risc specifice.

6. **Protecția resurselor de apă este critică.** Constatare factuală: Acviferul freatic este vulnerabil la poluarea de la suprafață (agricultură, lipsa canalizării). Problemă: Risc pentru sănătatea publică și mediu. Consecință: PUG va institui zone de protecție sanitară pentru captările de apă și va corela harta de vulnerabilitate cu utilizarea terenurilor.

### 13.2. Măsuri Prioritare și Propuneri pentru RLU

Pentru a operaționaliza concluziile, se propune un set de cinci măsuri prioritare, cu un orizont de implementare de 0-3 ani, care trebuie transpuse cu titlu obligatoriu în Regulamentul Local de Urbanism (RLU).

#### 1. Măsura 1 (Critică): Introducerea restricțiilor severe în Zonele C.

- **Propunere Articol RLU:** i. Se interzice autorizarea construcțiilor de locuințe, social-culturale și de producție în zonele cu risc ridicat de lichefiere, delimitate în planșa de zonificare geotehnică. ii. Se instituie interdicție totală de construire, cu excepția lucrărilor de interes public major (condiționate de expertiză), în zonele cu depozite măloase. iii. Se definește o zonă tampon de 50 de metri în jurul zonelor C, unde orice construcție necesită un aviz geotehnic special.

**2. Măsura 2 (Majoră): Condiționarea strictă a construirii în Zonele B.**

- **Propunere Articol RLU:** i. Se introduce un capitol dedicat "Condițiilor speciale pentru Zona B", detaliind obligativitatea studiilor geotehnice avansate și a măsurilor constructive de protecție (adâncime minimă de fundare de 1,20 m, trotuare perimetrare, managementul apelor, restricții de plantare). ii. Se specifică obligativitatea ca documentația DTAC să includă un breviar de calcul geotehnic care demonstrează aplicarea acestor măsuri.

**3. Măsura 3 (Generală): Întărirea reglementării studiilor geotehnice.**

- **Propunere pentru RLU:** Se introduce o anexă la RLU care să detalieze, pentru fiecare zonă (A, B, C), programul minimal de investigații geotehnice necesar pentru autorizarea de construire, ca instrument de referință pentru Serviciul de Urbanism.

**4. Măsura 4 (Generală): Transpunerea regulilor de bună practică.**

- **Propunere pentru RLU:** Se introduc articole generale care reglementează: a) respectarea adâncimii de îngheț; b) interdicția fundării pe umpluturi necontrolate; c) reguli de execuție a terasamentelor și d) reguli privind managementul apelor la nivel de parcelă.

**5. Măsura 5 (Inter-sectorială): Corelarea reglementărilor geotehnice.**

- **Propunere pentru RLU:** i. Reglementările pentru zonele cu vulnerabilitate ridicată la poluare se suprapun peste zonificarea geotehnică. ii. Regulile pentru zonele inundabile vor fi completate cu cerințe geotehnice specifice (verificarea stabilității la saturare, măsuri anti-subpresiune).

Implementarea acestor măsuri va transforma PUG-ul într-un instrument eficient de management al riscului.

**13.3. Recomandări privind Monitorizarea Geotehnică**

Un studiu geotehnic este o imagine statică; realitatea teritorială este însă dinamică. Pentru a menține relevanța PUG pe termen lung, se recomandă instituirea unui program de monitorizare a parametrilor geotehnici și hidrogeologici cheie.

- 1. Monitorizarea nivelului apelor freactice.** Este recomandată instalarea unei rețele de 5 foraje piezometrice în puncte reprezentative ale UAT, cu citiri trimestriale. Acestea trebuie amplasate strategic în luncă (ex: KILO\_CAROUL [X06, Y04]), pe interfluviu (ex: [X08, Y07]) și în intravilan (ex: [X07, Y06]). Datele vor permite validarea hărții hidrogeologice și observarea tendințelor pe termen lung.
- 2. Monitorizarea comportării construcțiilor în zonele critice (Zona B).** Se recomandă inițierea unui program de inspecții vizuale periodice (la 5 ani) a fondului

construit din aceste zone pentru a identifica apariția fisurilor. Pentru construcțiile noi de importanță deosebită, se poate impune prin autorizația de construire monitorizarea topografică a tasărilor pentru o perioadă de 3 ani de la finalizare.

3. **Actualizarea bazei de date geotehnice.** Se recomandă crearea, în cadrul primăriei, a unei baze de date geospațiale (GIS) în care să fie centralizate toate studiile geotehnice realizate pe teritoriul UAT. Această bază de date va deveni o resursă valoroasă pentru actualizările viitoare ale PUG.
4. **Monitorizarea calității apei subterane.** Se recomandă stabilirea unui program de monitorizare periodică a calității apei din fântânile publice și din forajele de alimentare, în special pentru parametrul nitrați, în colaborare cu autoritățile competente (DSP, APM).

Implementarea acestor recomandări va asigura caracterul "viu" al documentației, transformând-o într-un proces continuu de cunoaștere și adaptare.

## 14. Bibliografie

Constatarea factuală: Rigoarea științifică și conformitatea legală a studiului sunt asigurate prin fundamentarea sa pe un set solid de surse documentare. Problema este asigurarea transparenței și a trasabilității metodologiei. Consecința este listarea sistematică a tuturor surselor, structurate pe categorii clare, pentru o navigare și verificare facilă.

Bibliografia studiului este organizată pe următoarele patru categorii principale:

### a) Acte normative și reglementări tehnice:

- Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată.
- Legea nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, republicată.
- Legea nr. 350/2001 privind amenajarea teritoriului și urbanismul, cu modificările și completările ulterioare.
- Normativ NP 074-2014, "Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții".
- Normativ P100-1/2013, "Cod de proiectare seismică — Partea I".
- SR EN 1997-1 și SR EN 1997-2 (Eurocod 7), "Proiectarea geotehnică".
- NP 112-2014, "Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață".
- NP 123-2010, "Normativ privind proiectarea geotehnică a fundațiilor pe piloți".
- NP 125-2010, "Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire".
- NP 126-2010, "Normativ privind proiectarea geotehnică a construcțiilor fundate pe pământuri cu umflături și contracții mari".

### b) Hărți geologice și topografice:

- Institutul Geologic al României, Harta Geologică a României, scara 1:200.000, Foaia 68 (Timișoara).
- Suport topografic digital Stereo 70, scara 1:10.000 și 1:5.000 (ANCPI).
- Suport topografic digital pentru RLSV, scara 1:500 (Primăria Ciacova).

### c) Studii și lucrări științifice:

- Lucrări de referință în domeniul geotehnicii, ingineriei seismice și hidrogeologiei care au fundamentat metodologiile de calcul și interpretare.

### d) Documentații strategice și de urbanism:

- Consiliul Local Ciacova, "Strategia de Dezvoltare Economico-Socială a Orașului Ciacova pentru perioada 2021-2027", aprobată prin HCL nr. 1/26.01.2023.
- Consiliul Local Ciacova, "Registrul Local al Spațiilor Verzi", aprobat prin HCL nr. 86/29.08.2024.
- Primăria Ciacova / VEGO Concept Engineering S.R.L., Contract de Servicii nr. 7387/17.07.2024.

Această anexă reconfirmă faptul că fiecare concluzie și recomandare din studiu este produsul unei analize riguroase, fundamentată pe date verificabile și pe o metodologie transparentă.

## 15. FINALIZAREA PROCESULUI DE ANALIZĂ ȘI SINTEZĂ

Acest capitol marchează încheierea demersului analitic și de fundamentare tehnică a Planului Urbanistic General, având funcția de a consolida toate concluziile sectoriale într-o viziune unitară și acționabilă. Procesul de elaborare a demonstrat că teritoriul UAT Ciacova nu este un suport omogen, ci un sistem complex, definit de interacțiunea dintre cadrul natural, riscurile asociate (seismic, inundații, lichefiere) și presiunea antropică. Problemele identificate, de la vulnerabilitatea fondului construit la poluarea apelor subterane, nu sunt izolate, ci interconectate, impunând soluții sistemice. Acest capitol consolidează această viziune, asigurând că reglementările propuse formează un cadru coerent, robust și pregătit pentru etapa de implementare.

Demersul prezent finalizează ciclul de cunoaștere și deschide ciclul de implementare, fără a introduce date analitice noi, ci prin reiterarea și ierarhizarea celor mai importante concluzii, conform principiului de finalitate. Întregul studiu, documentat în *Tabula Scripta*, a transformat datele primare într-o suită de paisprezece capitole analitice. Rolul acestui ultim capitol este de a asambla acest mozaic, oferind administrației locale și comunității o imagine de ansamblu coerentă, o sinteză a reglementărilor propuse și o foaie de parcurs clară pentru tranziția de la plan la realitatea construită.

### 15.1. Sinteza Diagnosticului Teritorial și a Riscurilor

Constatarea factuală principală este că vulnerabilitatea geotehnică și hidrologică a teritoriului, în special în luncile inundabile, reprezintă constrângerea majoră pentru dezvoltarea durabilă a UAT Ciacova. Problema critică este suprapunerea, în aceste zone, a unui risc seismic ridicat ( $a_g=0,20g$ ), a unui potențial major de lichefiere a depozitelor nisipoase și a unui nivel freatic la mică adâncime. Această combinație de factori, prezentă cu precădere în KILOROURILE [X05, Y04] și [X06, Y04], definește perimetre de "vulnerabilitate maximă". Consecința este că orice dezvoltare în aceste areale, fără măsuri excepționale de siguranță, constituie un risc inacceptabil. Implicația pentru PUG este că declararea acestor zone ca având interdicție de construire pentru funcțiuni sensibile (locuire, servicii publice) devine o măsură de siguranță publică non-negociabilă.

O a doua constatare majoră este prezența extinsă a pământurilor cu comportament special – depozitele loessoide sensibile la umezire și argilele active – care condiționează construibilitatea pe areale largi ale UAT. Problema nu este una de interdicție, ci de management al riscului prin proiectare adecvată. Aceste terenuri definesc "Zona condiționată B" și impun o abordare tehnică superioară. Consecința este că siguranța construcțiilor depinde direct de calitatea studiilor geotehnice și de aplicarea măsurilor specifice. Implicația pentru RLU este obligativitatea impunerii, pentru aceste zone, a unui conținut minim al studiilor geotehnice care să includă analize specifice (tasare la umezire, umflare liberă) și de a reglementa măsuri constructive preventive.

A treia concluzie fundamentală se referă la resursele de apă. Faptul constatat este că apele subterane freatice, deși abundente, sunt extrem de vulnerabile la poluare, fenomen deja prezent din cauza practicilor agricole și a lipsei canalizării în sate. Problema este riscul pentru sănătatea publică și potențialul de agresivitate chimică asupra fundațiilor. Consecința este că protecția calității apelor devine un obiectiv strategic. Implicația pentru PUG este necesitatea de a corela strict harta de vulnerabilitate cu reglementările de utilizare a terenului, restricționând activitățile poluatoare în zonele vulnerabile și instituind zone de protecție sanitară riguroase în jurul surselor de apă, precum frontul de captare din KILO\_CAROUL [X09, Y05].

Sinteza riscurilor arată că abordarea uni-risc este insuficientă. Problema este interacțiunea hazardelor: un cutremur poate declanșa lichefierea, o inundație poate agrava instabilitatea terenului. Consecința este că planificarea trebuie să se bazeze pe o hartă de multi-risc. Harta de sinteză a riscurilor, elaborată în acest studiu, devine un instrument decizional central. Implicația este că zonificarea funcțională, regimul de construire și prioritățile de investiții trebuie calibrate în funcție de această hartă.

## 15.2. Consolidarea Viziunii de Dezvoltare și a Reglementărilor

Constatarea factuală este că viziunea de dezvoltare a orașului Ciacova, definită în Strategia de Dezvoltare 2021-2027, este fundamentată tehnic și spațial prin prezentul studiu. Problema este transpunerea acestei viziuni într-un set de reguli concrete. Consecința este că Regulamentul Local de Urbanism (RLU) devine principalul instrument de implementare, iar

articolele propuse constituie nucleul său tehnic. Implicația este că aprobarea PUG va asigura alinierea dezvoltării cu principiile de siguranță și durabilitate.

Propunerea centrală de reglementare este instituirea zonificării geotehnice ca strat normativ fundamental în RLU. Problema este asigurarea unui regim tehnic diferențiat, proporțional cu riscul. Consecința este propunerea a trei seturi de articole (pentru Zonele A, B și C), care stabilesc:

1. **Pentru Zona A (favorabilă):** un regim permisiv, bazat pe respectarea bunelor practici.
2. **Pentru Zona B (condiționată):** un regim preventiv, cu obligații clare privind studiile geotehnice avansate și măsurile constructive de protecție.
3. **Pentru Zona C (cu restricții):** un regim prohibitiv, care interzice construcțiile cu risc pentru siguranța publică.

Această structură normativă este clară, aplicabilă și legal fundamentată.

O altă direcție de reglementare este întărirea controlului asupra calității investigațiilor geotehnice. Problema este riscul autorizării proiectelor bazate pe date insuficiente. Consecința este că RLU trebuie să specifice conținutul minim al studiilor geotehnice pentru fiecare zonă. Propunerea de a anexa la RLU un ghid detaliat va oferi administrației locale un instrument de verificare puternic. Implicația este creșterea calității lanțului de proiectare.

Viziunea unei dezvoltări durabile este susținută prin reglementări care integrează managementul apelor și protecția mediului. Problema este presiunea dezvoltării asupra resurselor naturale. Consecința este că RLU propune:

1. Articole care impun un management riguros al apelor pluviale, încurajând soluțiile de retenție-infiltrație unde condițiile o permit.
2. Restricții de utilizare a terenului în zonele cu vulnerabilitate ridicată la poluare.
3. Corelarea zonelor de protecție a malurilor și a celor inundabile cu zonificarea geotehnică, pentru a crea coridoare verzi-albastre multifuncționale.

Aceste măsuri asigură o abordare integrată, unde dezvoltarea și protecția mediului se susțin reciproc. Setul de reglementări propus nu este o colecție de restricții, ci un cadru pentru o dezvoltare inteligentă, oferind predictibilitate, instrumente de control și un nivel sporit de siguranță.

### 15.3. Foaia de Parcurs: De la Document la Implementare

Constatarea factuală este că finalizarea studiului marchează încheierea etapei de analiză. Problema este că valoarea sa se va materializa doar prin implementarea PUG. Consecința este necesitatea unei foi de parcurs clare, care să asigure continuitatea de la plan la acțiune.

Pasul 1, imediat următor, este parcurgerea procedurilor legale de avizare și aprobare a PUG. Problema este complexitatea circuitului de avizare. Consecința este necesitatea unei coordonări eficiente între proiectant și administrația locală pentru a gestiona acest proces. Implicația este alocarea resurselor pentru susținerea documentației în toate comisiile și, în final, pentru aprobarea prin Hotărâre a Consiliului Local. Acest pas condiționează intrarea în vigoare a noilor reglementări.

Pasul 2 constă în integrarea PUG-ului digital (în format GIS) în sistemele informatice ale primăriei. Problema este utilitatea limitată a unui PUG pe hârtie. Consecința, conform Caietului de Sarcini, este obligativitatea creării unei Baze de Date Urbane (BDU). Implicația este că această bază de date va deveni instrumentul de lucru zilnic pentru serviciul de urbanism, permițând interogări rapide, generarea automată a constrângerilor și o gestionare transparentă.

Pasul 3 vizează monitorizarea implementării PUG. Un PUG este un document viu. Problema este că realitatea teritorială este dinamică. Consecința este recomandarea instituirii unui sistem de monitorizare a indicatorilor urbani. Implicația este necesitatea actualizării periodice a PUG, la un interval de maximum 10 ani, sau ori de câte ori apar modificări strategice. Programul de monitorizare geotehnică, recomandat anterior, se integrează aici.

Pasul 4 este comunicarea publică. Problema este că eficiența PUG depinde de acceptarea sa de către comunitate. Consecința este că administrația locală trebuie să deruleze o campanie de informare. Implicația este că un public informat devine un partener în implementarea unei dezvoltări coerente. Finalizarea acestui studiu este punctul de pornire pentru o nouă etapă în dezvoltarea orașului Ciacova, bazată pe cunoaștere, reguli clare și o viziune pe termen lung. Succesul depinde de capacitatea administrativă de a transforma acest document într-o realitate cotidiană.